



Κινητικότητα στο Διαδίκτυο



Υπόβαθρο

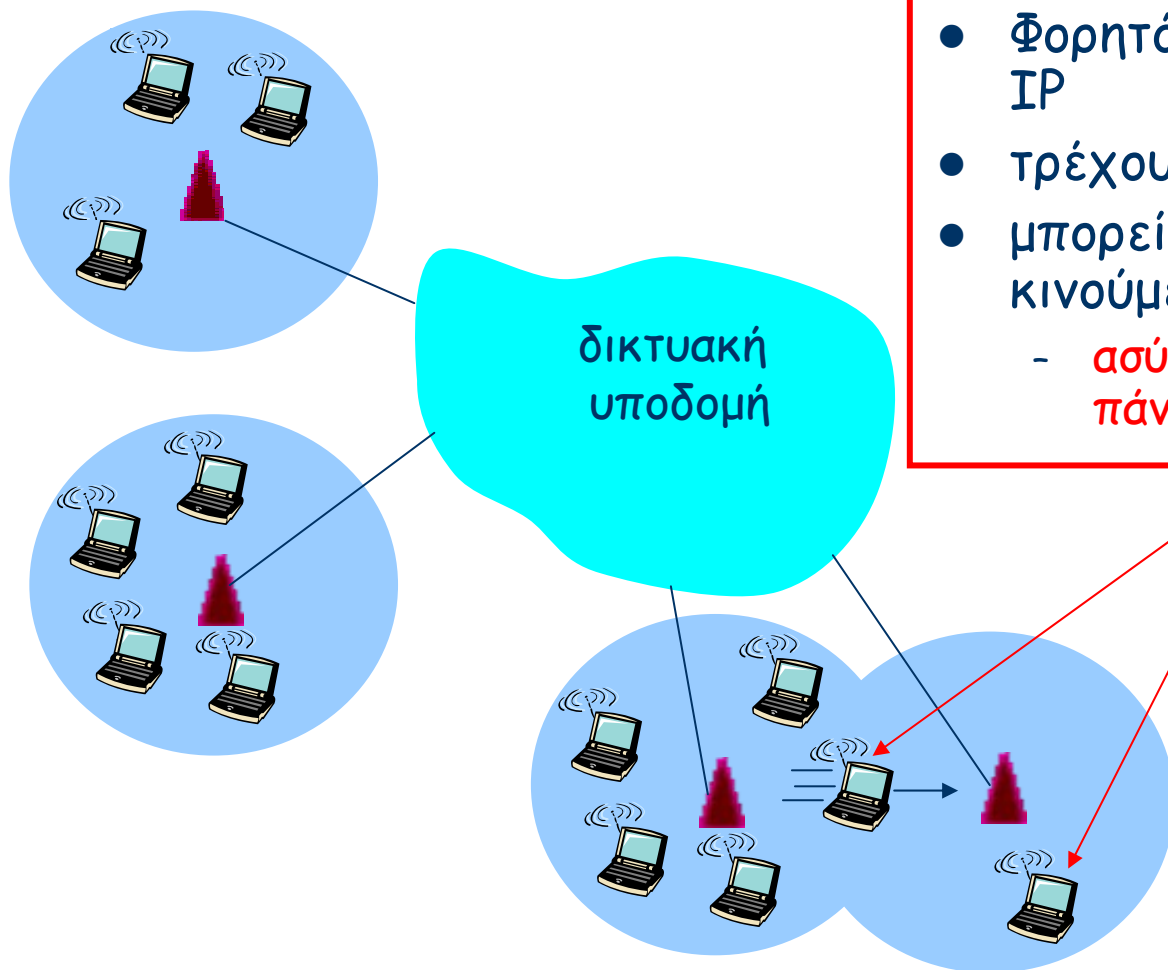
- Τηλεφωνία: Ο αριθμός των ασύρματων (κινητών) συνδρομητών τηλεφωνίας σήμερα είναι μεγαλύτερος αυτών της σταθερής τηλεφωνίας
- Δίκτυα υπολογιστών: φορητοί, επιπαλάμιοι υπολογιστές, PDA, τηλέφωνα IP υπόσχονται πρόσβαση στο διαδίκτυο οποτεδήποτε και οπουδήποτε
- Δύο σημαντικές (αλλά διαφορετικές) προκλήσεις
 - *ασύρματη πρόσβαση*: επικοινωνία μέσω ασύρματης ζεύξης
 - *κινητικότητα*: αλλαγή του σημείου πρόσβασης του χρήστη στο δίκτυο



Ασύρματη πρόσβαση



Στοιχεία ασύρματου δικτύου



Ασύρματοι υπολογιστές

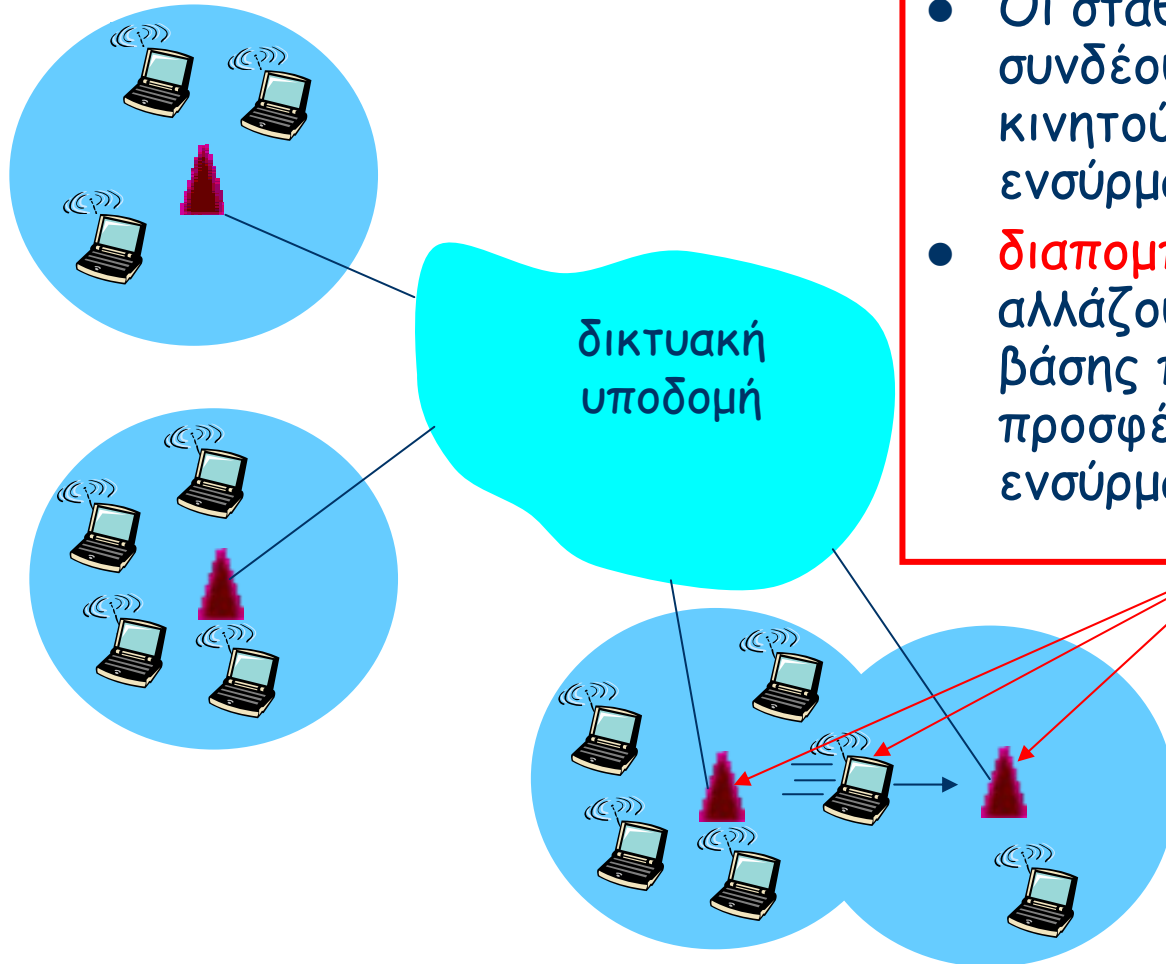
- Φορητός, PDA, τηλέφωνο IP
- τρέχουν εφαρμογές
- μπορεί είναι ακίνητοι ή κινούμενοι

- ασύρματοι *δεν* σημαίνει πάντα κινητοί





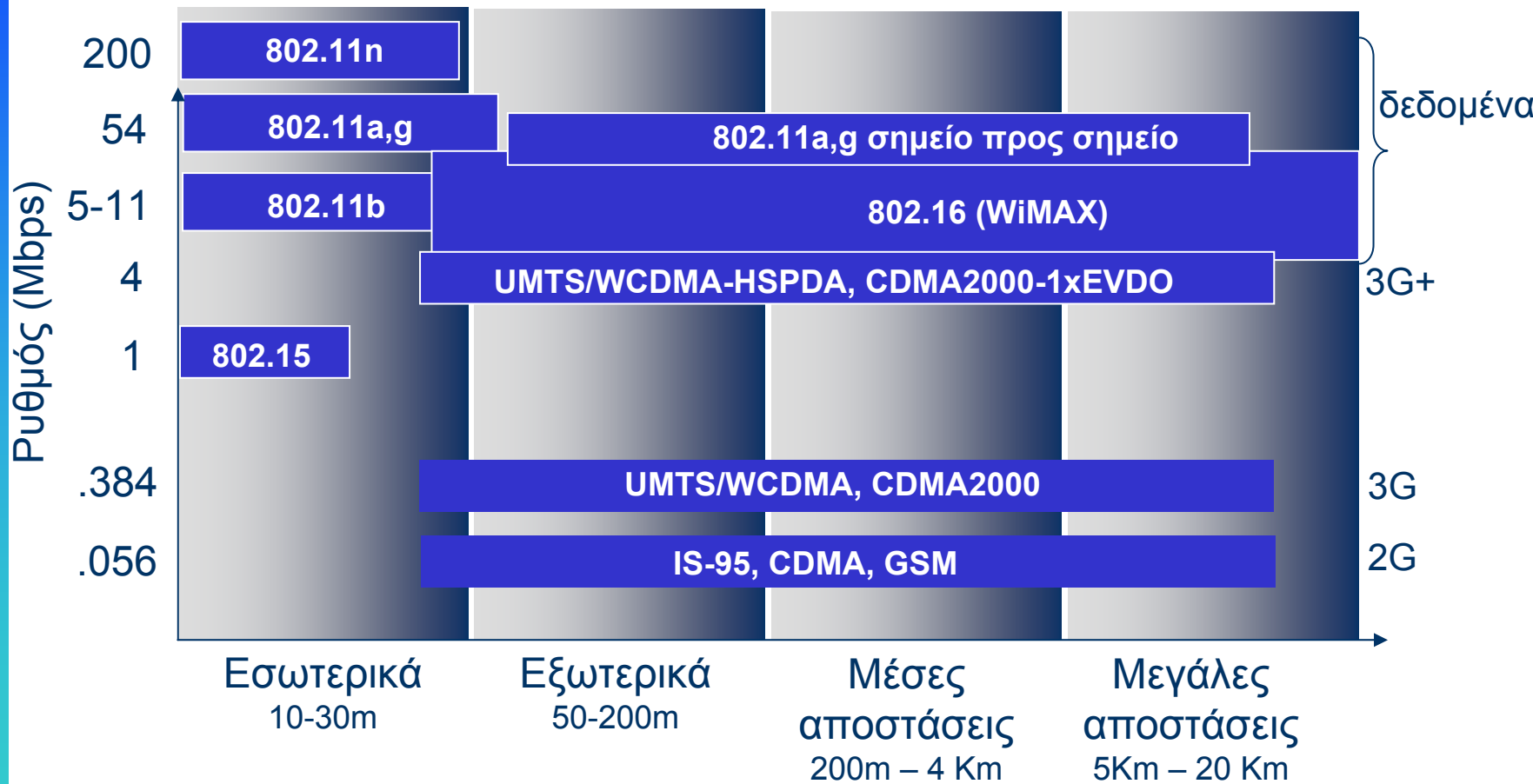
Στοιχεία ασύρματου δικτύου



Λειτουργία υποδομής

- Οι σταθμοί βάσης συνδέουν τους κινητούς στο ενσύρματο δίκτυο
- **διαπομπή:** οι κινητοί αλλάζουν τον σταθμό βάσης που τους προσφέρει σύνδεση στο ενσύρματο δίκτυο

Χαρακτηριστικά μερικών προτύπων για ασύρματες ζεύξεις





Κινητικότητα



Κινητικότητα

- από την άποψη του **δικτύου**:

ακίνησια

υψηλή κινητικότητα



κινητός χρήστης
που χρησιμοποιεί
το ίδιο σημείο
πρόσβασης

κινητός χρήστης,
συνδεδεμένος/
αποσυνδεδεμένος
στο δίκτυο χρησι-
μοποιώντας DHCP

κινητός χρήστης που
διέρχεται από πολλά
σημεία πρόσβασης
ενώ επικοινωνεί



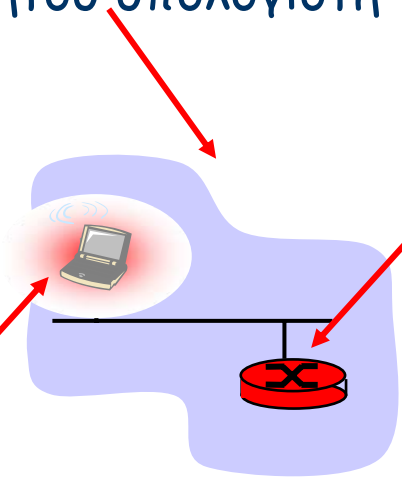
Δύο είδη κινητικότητας

- 1) Η κινητικότητα είναι εντελώς διάφανη για τις εφαρμογές
 - **Αδειάληπτη (seamless)**
- 2) Η κινητικότητα δεν είναι διαφανής για τις εφαρμογές, αλλά ο υπολογιστής μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση στο δίκτυο από μια νέα θέση
 - **φορητότητα (portability)**
- Τα πρωτόκολλα υποστηρίζουν οποιαδήποτε από αυτές
 - Mobile IP υποστηρίζει αδειάληπτη κινητικότητα
 - DHCP υποστηρίζει φορητότητα

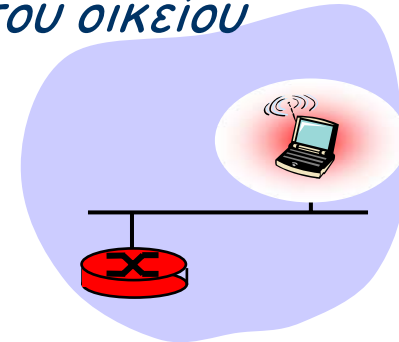


Ορολογία

οικείο δίκτυο: μόνιμη θέση του κινητού υπολογιστή



πράκτορας οικείων: οντότητα που πραγματοποιεί λειτουργίες κινητικότητας για λογαριασμό του κινητού υπολογιστή, όταν αυτός είναι εκτός του οικείου δικτύου



μόνιμη διεύθυνση:

διεύθυνση στο οικείο δίκτυο, που μπορεί πάντα να χρησιμοποιηθεί για να επικοινωνήσει κανείς με τον κινητό υπολογιστή

WAN



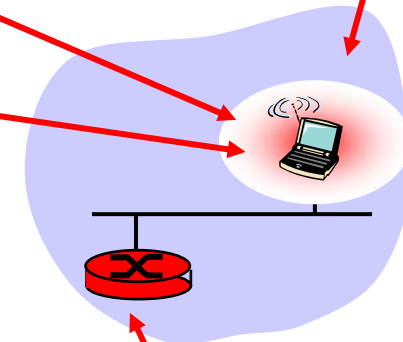
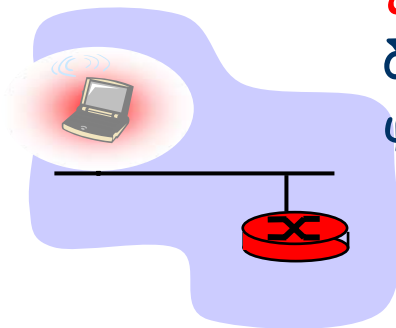
καλών



μόνιμη διεύθυνση: παραμένει σταθερή

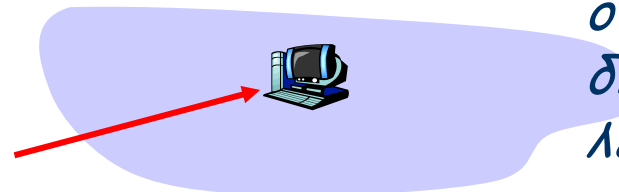
φιλοξενούν δίκτυο: δίκτυο όπου βρίσκεται προσωρινά ο κινητός υπολογιστής

Care-of-address: διεύθυνση στο φιλοξενούν δίκτυο



πράκτορας επισκεπτών: οντότητα στο φιλοξενούν δίκτυο που πραγματοποιεί λειτουργίες κινητικότητας για λογαριασμό του κινητού υπολογιστή

καλών: επιθυμεί να επικοινωνήσει με τον κινητό χρήστη





- **Να το αντιμετωπίσουν οι δρομολογητές:** οι δρομολογητές διαφημίζουν τη μόνιμη διεύθυνση των κινητών που φιλοξενούν, μέσω ανταλλαγής πινάκων δρομολόγησης.
 - οι πίνακες δείχνουν πού είναι κάθε κινητός
 - δεν απαιτούνται αλλαγές στα ακραία συστήματα!
- **Να το αντιμετωπίσουν τα ακραία συστήματα:**
 - **έμμεση δρομολόγηση:** η κίνηση από τον καλούντα στον κινητό οδεύει μέσω του πράκτορα οικείων και προωθείται στον φιλοξενούν δίκτυο
 - **άμεση δρομολόγηση:** ο καλών λαμβάνει τη νέα διεύθυνση του κινητού και επικοινωνεί απευθείας με το κινητό

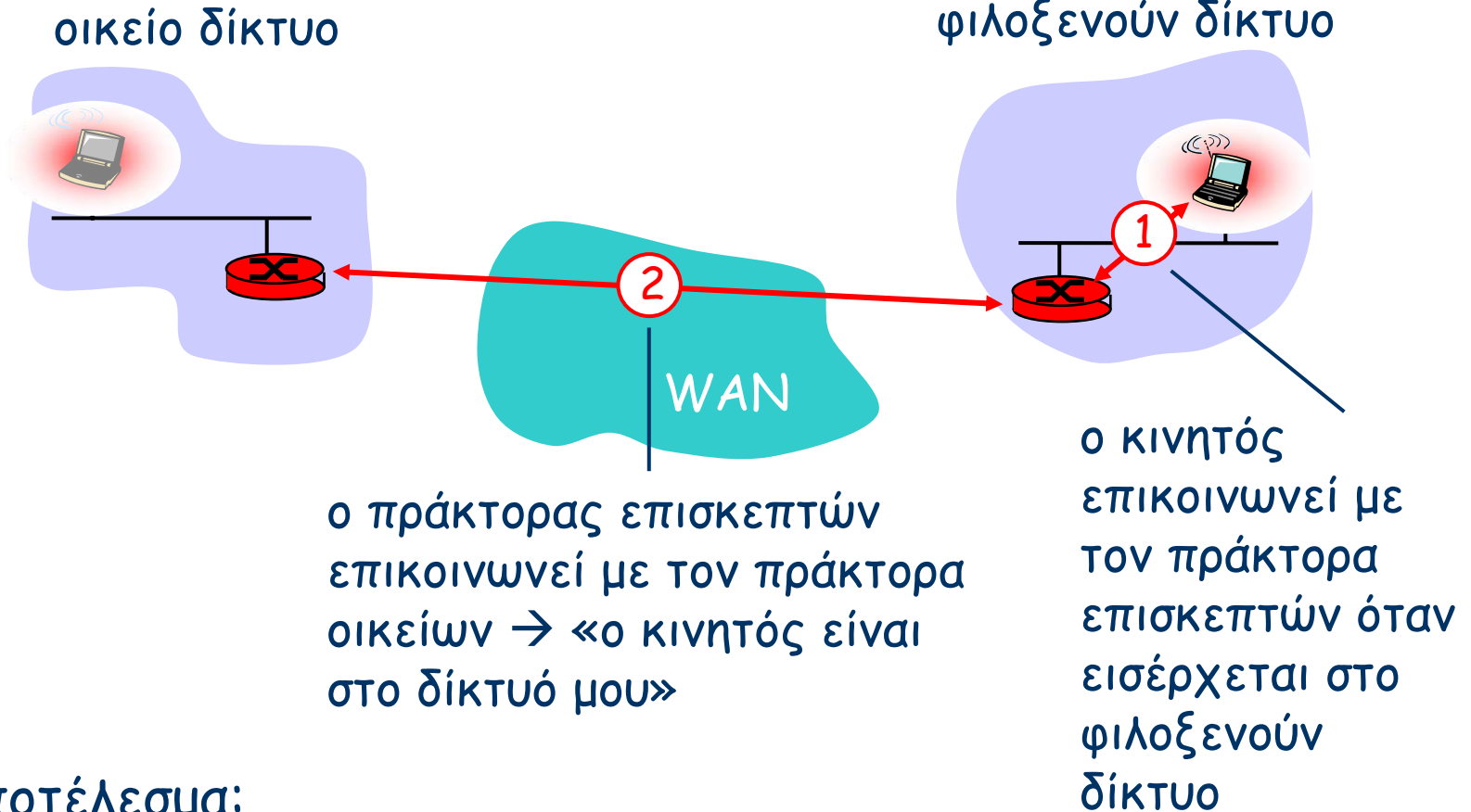
Προσεγγίσεις στο θέμα



- Η παροχή κινητικότητας μέσω δρομολογητών δεν κλιμακώνεται
 - εκατομμύρια κινητοί υπολογιστές
 - τεράστιοι πίνακες δρομολόγησης
- *Η αντιμετώπιση στα ακραία συστήματα η μόνη πρακτική λύση!*



Εγγραφή

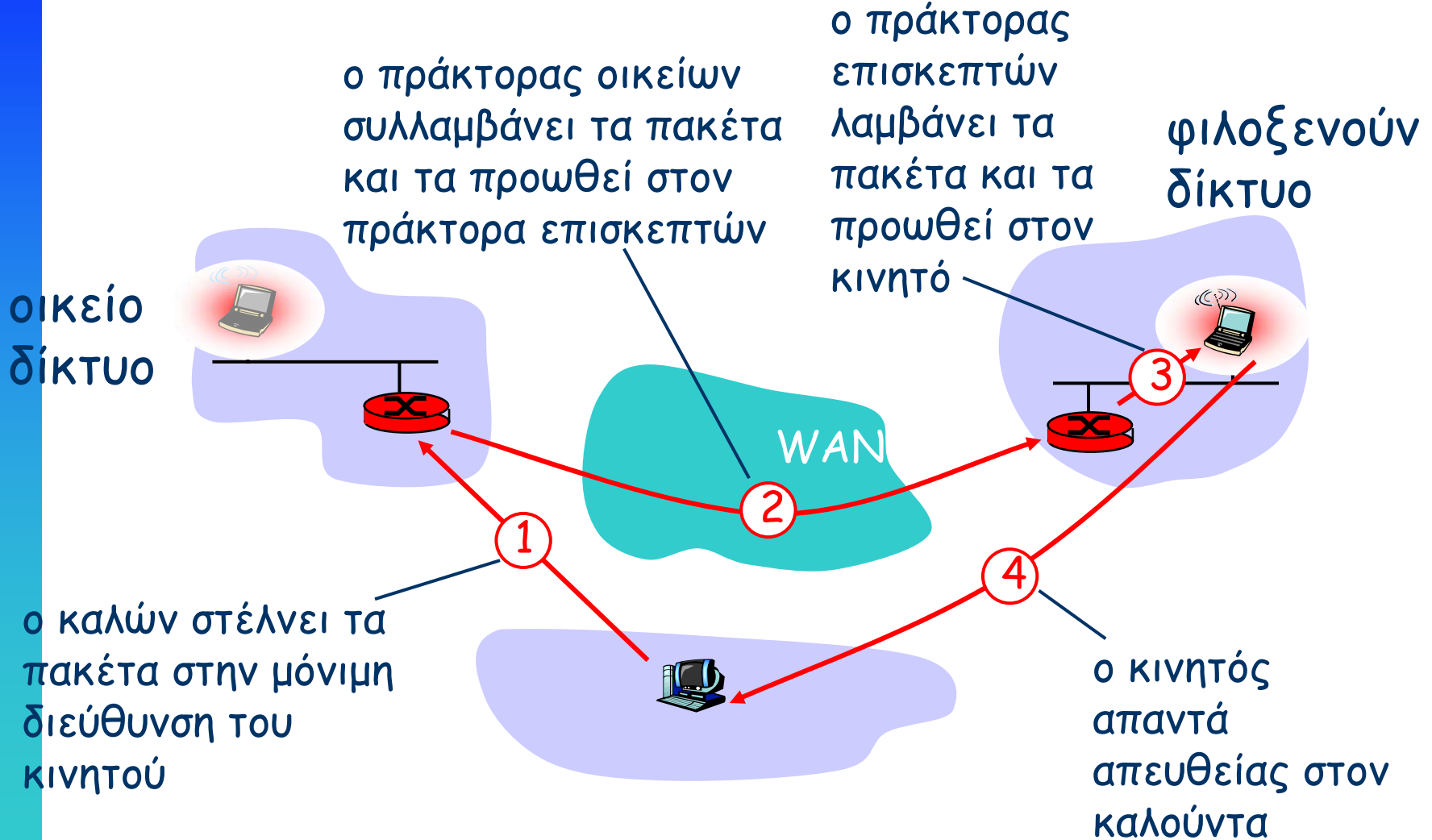


Αποτέλεσμα:

- Ο πράκτορας επισκεπτών γνωρίζει για τον κινητό
- Ο πράκτορας οικείων γνωρίζει τη θέση του κινητού



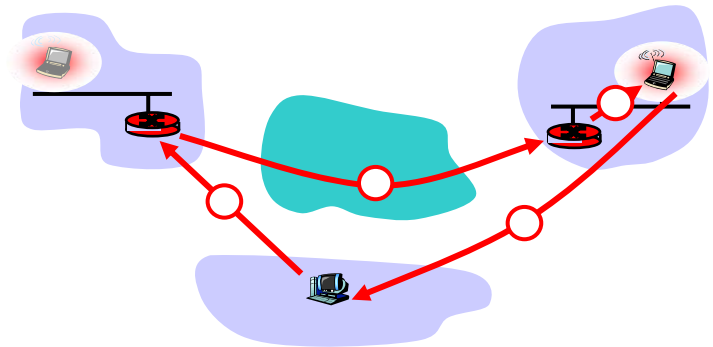
Κινητικότητα μέσω έμμεσης δρομολόγησης



Κινητικότητα μέσω έμμεσης δρομολόγησης



- Ο κινητός υπολογιστής χρησιμοποιεί δύο διευθύνσεις:
 - **μόνιμη διεύθυνση:** χρησιμοποιείται από τον καλούντα (η θέση του κινητού είναι **διαφανής** στον καλούντα)
 - **care-of-address:** χρησιμοποιείται από τον πράκτορα οικείων για να προωθήσει δεδομενογράμματα στον κινητό
- οι λειτουργίες του πράκτορα επισκεπτών μπορεί να γίνουν και από τον ίδιο τον κινητό υπολογιστή
- **τριγωνική δρομολόγηση:** καλών - οικείο δίκτυο - κινητό
 - αναποτελεσματική όταν ο καλών και ο κινητός είναι στο ίδιο δίκτυο



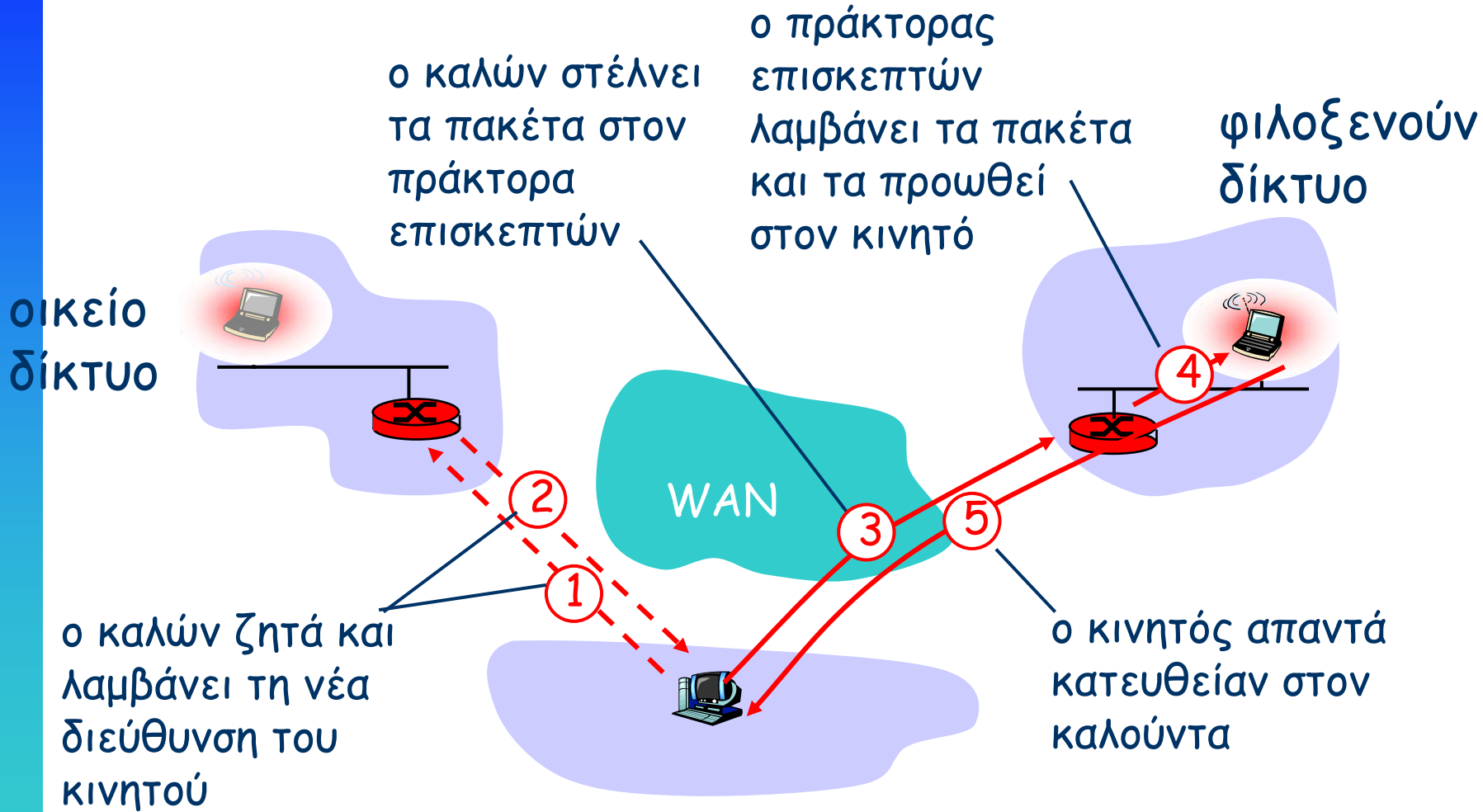


Μετακίνηση μεταξύ δικτύων

- όταν ο κινητός υπολογιστής μετακινείται σε άλλο δίκτυο
 - εγγράφεται στον νέο πράκτορα επισκεπτών
 - ο νέος πράκτορας επισκεπτών επικοινωνεί με τον πράκτορα οικείων
 - ο πράκτορας οικείων ενημερώνει την care-of-address του κινητού
 - τα πακέτα συνεχίζουν να προωθούνται στον κινητό (αλλά με νέα care-of-address)
- η μετακίνηση μεταξύ φιλοξενούντων δικτύων είναι διαφανής: *οι συνδέσεις σε εξέλιξη μπορεί να διατηρηθούν*



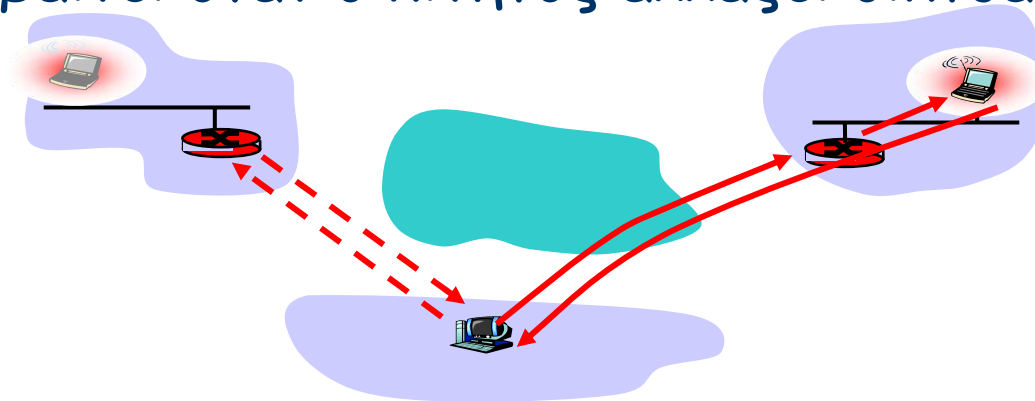
Κινητικότητα μέσω άμεσης δρομολόγησης



Κινητικότητα μέσω άμεσης δρομολόγησης



- Αποφεύγει το πρόβλημα της τριγωνικής δρομολόγησης
- **μη-διαφανής στον καλούντα:** ο καλών πρέπει να λάβει την care-of-address από τον πράκτορα οικείων
 - Τι συμβαίνει όταν ο κινητός αλλάζει δίκτυα;



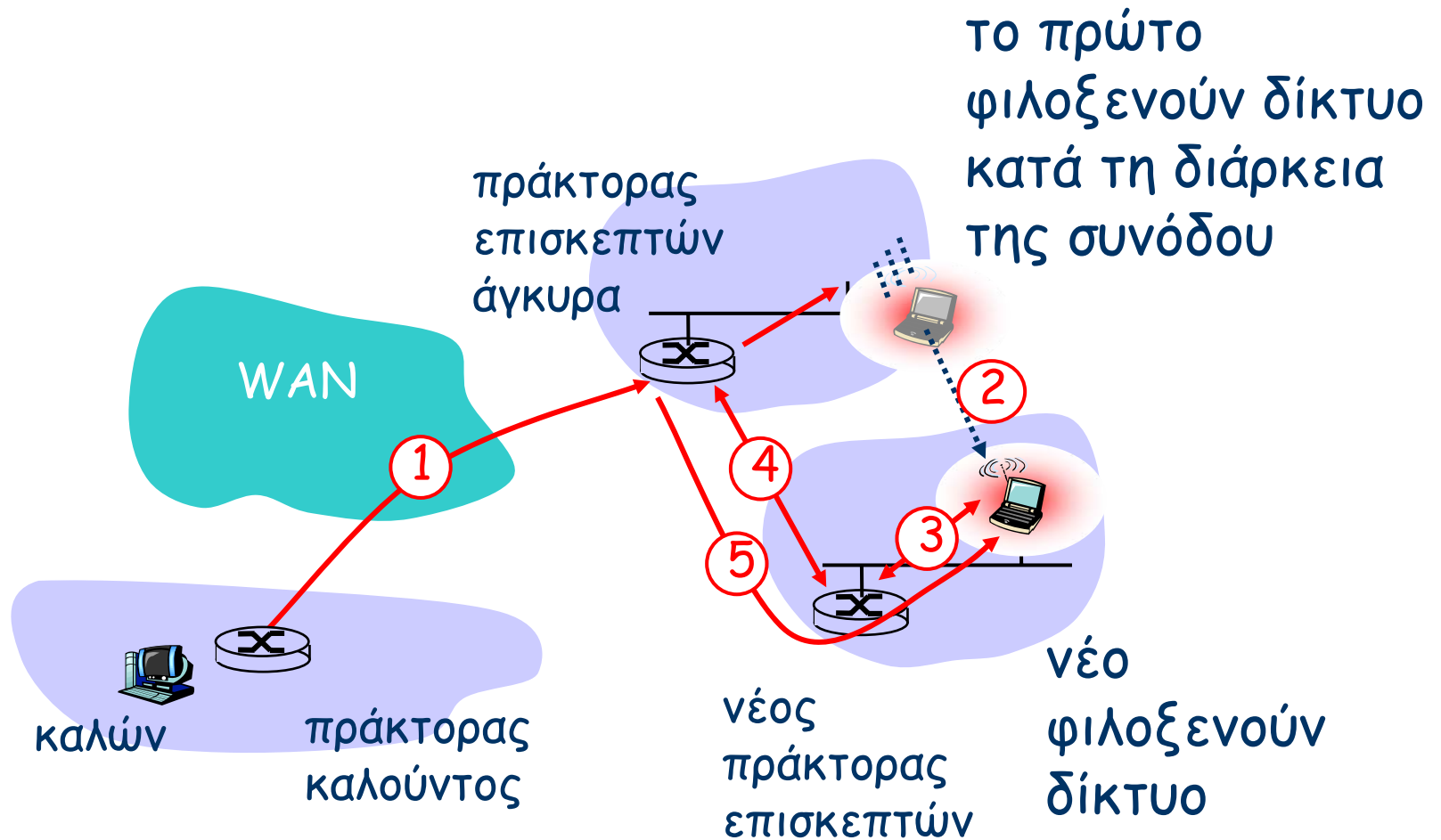
Μετακίνηση μεταξύ δικτύων



- Ο πράκτορας επισκεπτών (FA) του πρώτου φιλοξενούντος δικτύου λειτουργεί ως άγκυρα
- Τα δεδομένα πάντα στέλνονται στον FA άγκυρα
- Όταν ο κινητός μετακινηθεί, ο νέος πράκτορας επισκεπτών φροντίζει για την προώθηση σε αυτών των δεδομένων από τον FA άγκυρα (αλυσίδα)



Μετακίνηση μεταξύ δικτύων





Mobile IP

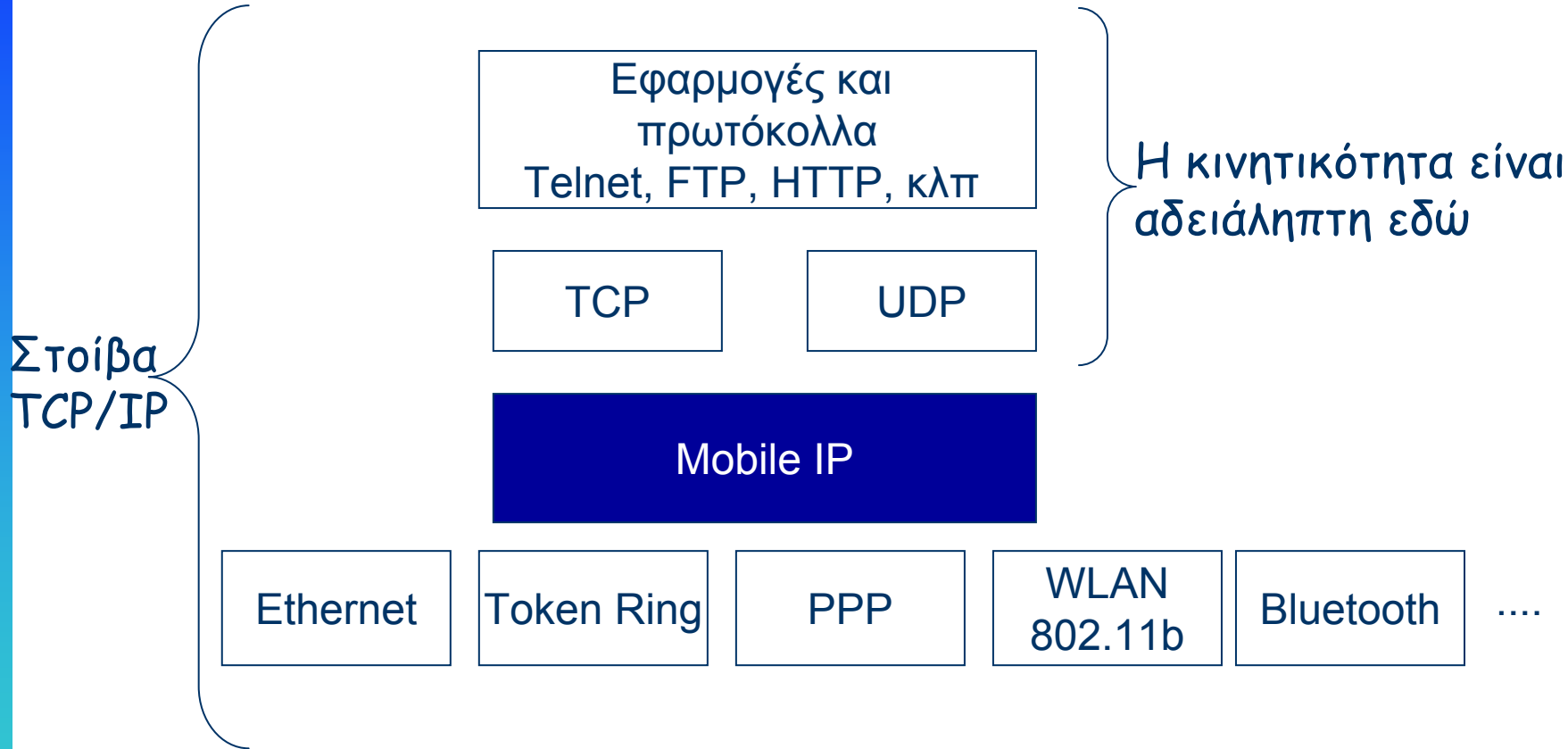


Mobile IP

- RFC 3344
- Περιλαμβάνει τα προηγούμενα χαρακτηριστικά:
 - Πράκτορες οικείων, πράκτορες επισκεπτών, εγγραφή στο φιλοξενούν δίκτυο, διεύθυνση care-of-addresses, ενθυλάκωση (πακέτο εντός πακέτου)
- Το πρότυπο περιγράφει:
 - Έμμεση δρομολόγηση των πακέτων
 - Ανακάλυψη των πρακτόρων
 - Εγγραφή



Mobile IP



Το στρώμα ζεύξης δεδομένων μπορεί να είναι οτιδήποτε

Πρωώθηση σε κινητό υπολογιστή



- Το ενθυλακωμένο πακέτο IP θα φτάσει στην care-of-address του κινητού βάσει των κανονικών μηχανισμών δρομολόγησης του διαδικτύου
- Η Care-of-address μπορεί να είναι η διεύθυνση IP του πράκτορα επισκεπτών ή η νέα διεύθυνση του κινητού που λήφθηκε μέσω DHCP
 - Σε μια τέτοια περίπτωση, ο πράκτορας επισκεπτών συνυπάρχει στον κινητό
- Ο κάτοχος της care-of-address θα λάβει το ενθυλακωμένο πακέτο IP, θα αφαιρέσει την επικεφαλίδα και θα το προωθήσει στον κινητό
- Ο κινητός θα λάβει το πακέτο ως εάν να προέρχεται απευθείας από τον καλούντα

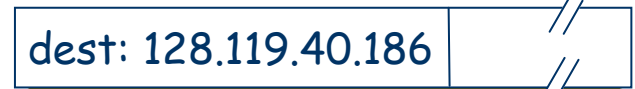
Πρώθηση σε κινητό υπολογιστή



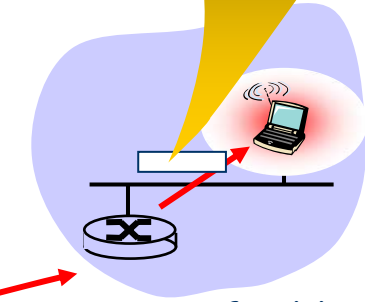
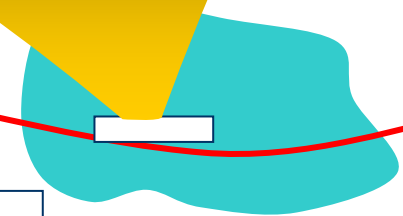
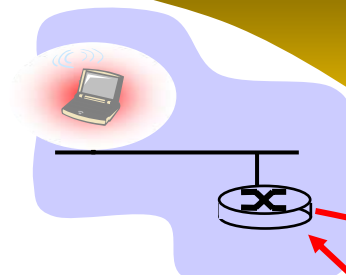
πακέτο που έστειλε ο ΗΑ στον FA:
ενθυλακωμένο πακέτο



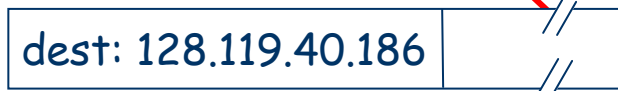
πακέτο από τον FA προς κινητό



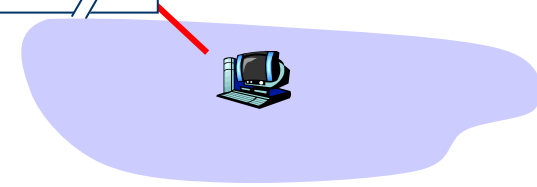
Μόνιμη διεύθυνση:
128.119.40.186



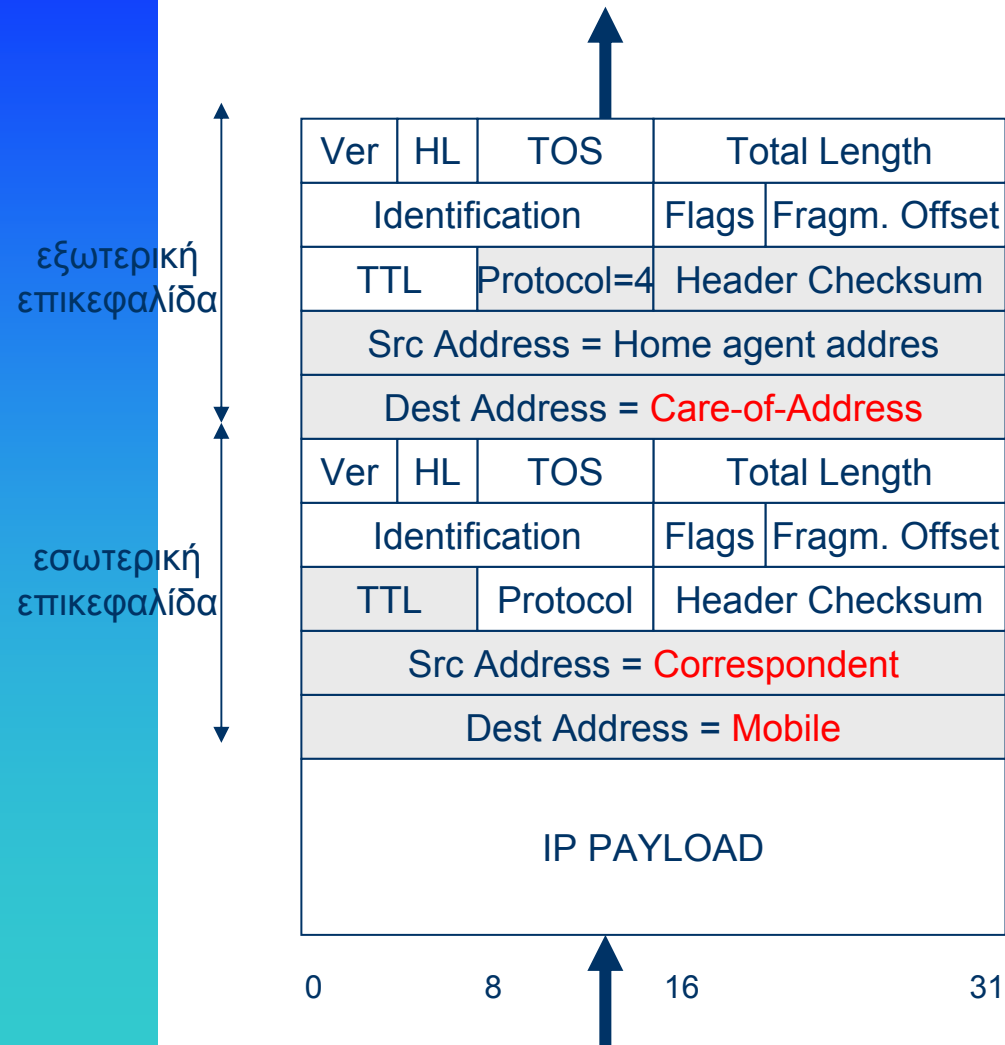
Care-of address:
79.129.13.2



πακέτο που
έστειλε ο καλών



Ενθυλάκωση IP-IP στον πράκτορα οικείων



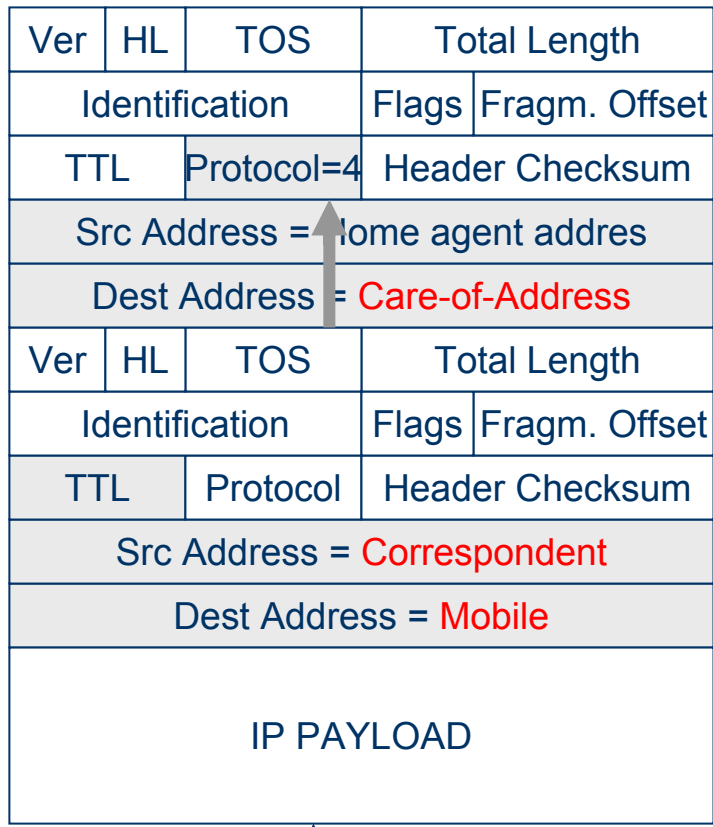
- Ο πράκτορας οικείων ενθυλακώνει το πακέτο IP εντός άλλου πακέτου IP και το στέλνει στην care-of-address του κινητού
- Το πακέτο IP λαμβάνεται στον πράκτορα οικείων από τον καλούντα

Απο-ενθυλάκωση IP-IP στην Care-of-Address



εξωτερική
επικεφαλίδα

εσωτερική
επικεφαλίδα



0 8 16 31



- Το ενθυλακωμένο πακέτο IP λαμβάνεται από τον πράκτορα επισκεπτών (ή το ίδιο τον κινητό)
- Ο δέκτης παρατηρεί ότι πρόκειται για ενθυλάκωση IP-IP βλέποντας το πεδίο πρωτόκολλων (= 4)
- Ο δέκτης προωθεί (δεν δρομολογεί) το από-ενθυλακωμένο πακέτο IP στον κινητό μέσω μηχανισμών του **στρώματος ζεύξης δεδομένων!**



Μινιμαλιστική ενθυλάκωση

Σήραγγα στην
care-of-address

Ver	HL	TOS	Total Length	
Identification		Flags	Fragm. Offset	
TTL	Protocol	Header Checksum		
Src Address = Correspondent				
Dest Address = Mobile				
IP PAYLOAD				



Ver	HL	TOS	Total Length	
Identification		Flags	Fragm. Offset	
TTL	Proto=55	Header Checksum		
Src Address = Home agent				
Dest Address = Care-of-address				
Protocol	Reserved	Header Checksum		
Src Address = Correspondent				
Dest Address = Mobile				
IP PAYLOAD				

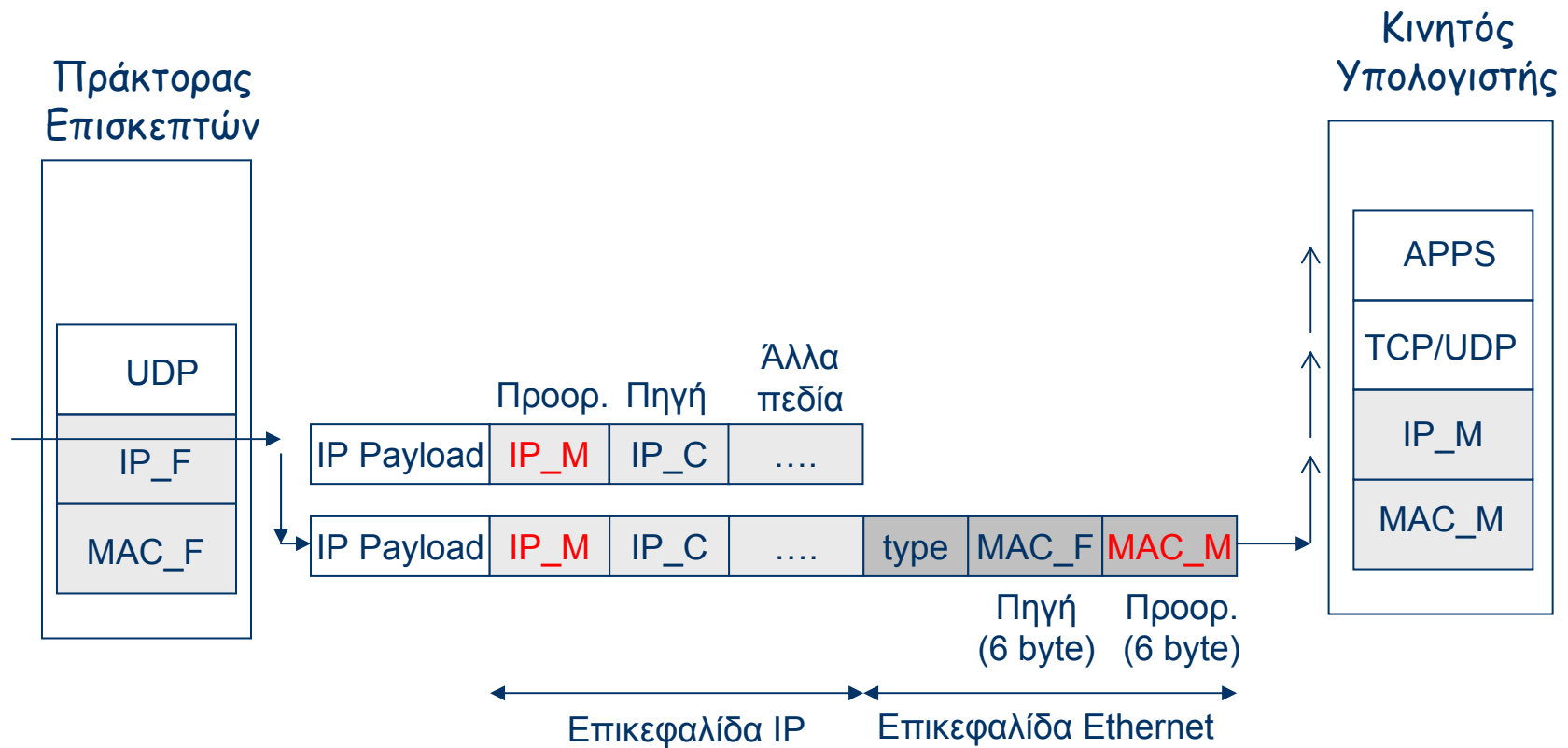
εξωτερική
επικεφαλίδα

Μινιμαλιστική
εσωτερική
επικεφαλίδα

Μινιμαλιστική ενθυλάκωση

Πακέτο από τον καλούντα

Αποστολή δεδομένων από τον πράκτορα επισκεπτών στον κινητό

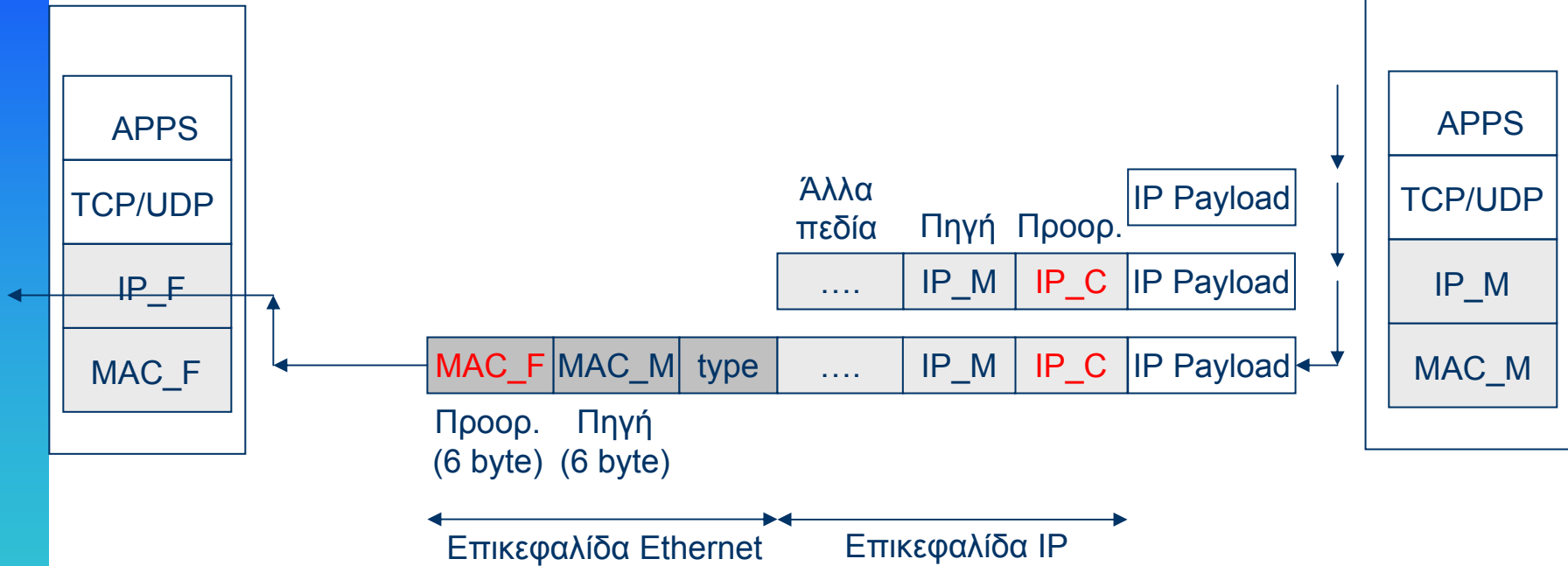


Αποστολή δεδομένων από τον κινητό στον πράκτορα επισκεπτών



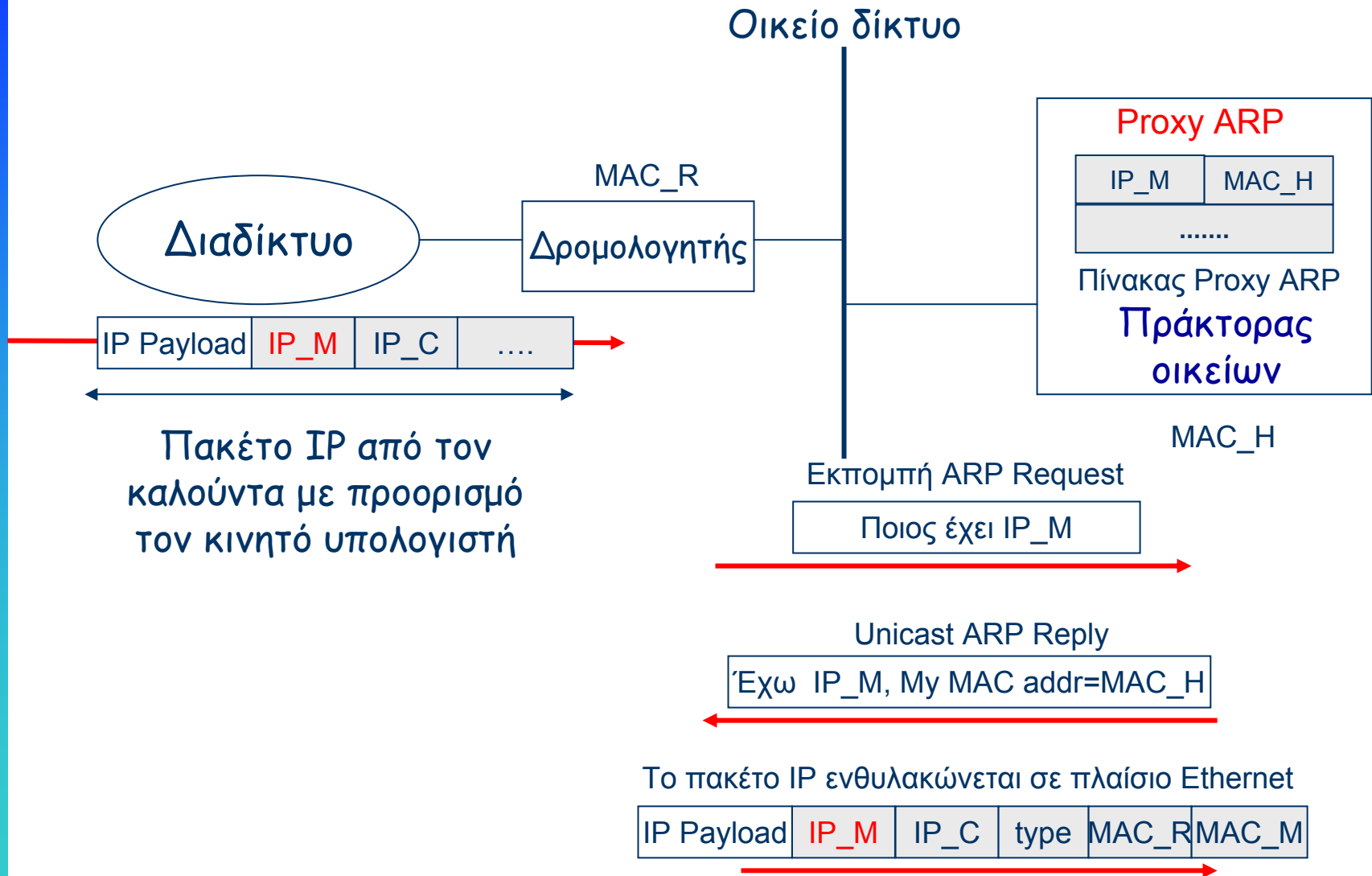
Πράκτορας
Επισκεπτών

Κινητός
Υπολογιστής





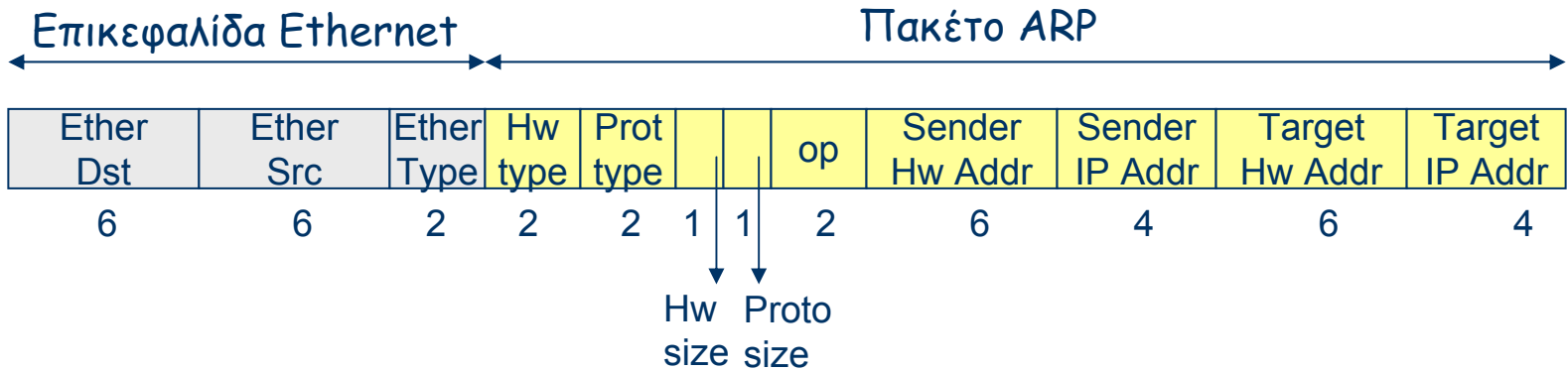
Πώς συλλαμβάνονται τα πακέτα στο οικείο δίκτυο;





Μορφή πακέτου ARP

Ether Type: 0x8006 πρωτόκολλο ARP
Op Field: 1 – ARP Request
 2 – ARP Reply



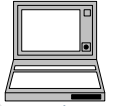
Πομπός

Δέκτης

LAN

ARP Request (Εκπομπή)

ARP Reply (Unicast)



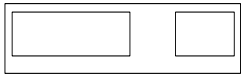
καλών υπολογιστής (IP_C)



(IP_M, MAC_M) κινητός

Παράδειγμα Proxy ARP

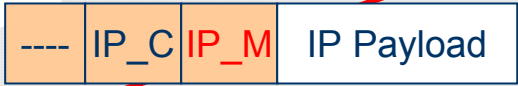
Πράκτορας οικείων (IP_H, MAC_H)



(IP_X, MAC_X) Υπολογιστής Χ



Src Dst



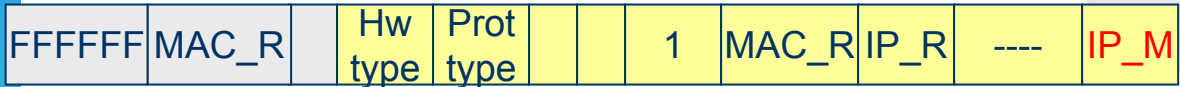
Συνήθης δρομολόγηση

INTERNET

Οικείο υποδίκτυο

Δρομολογητής (IP_R, MAC_R)

ARP Request



Sender MAC IP Sender MAC IP Target MAC IP Target IP

Target IP

Proxy ARP Reply



Data (Πακέτο IP)



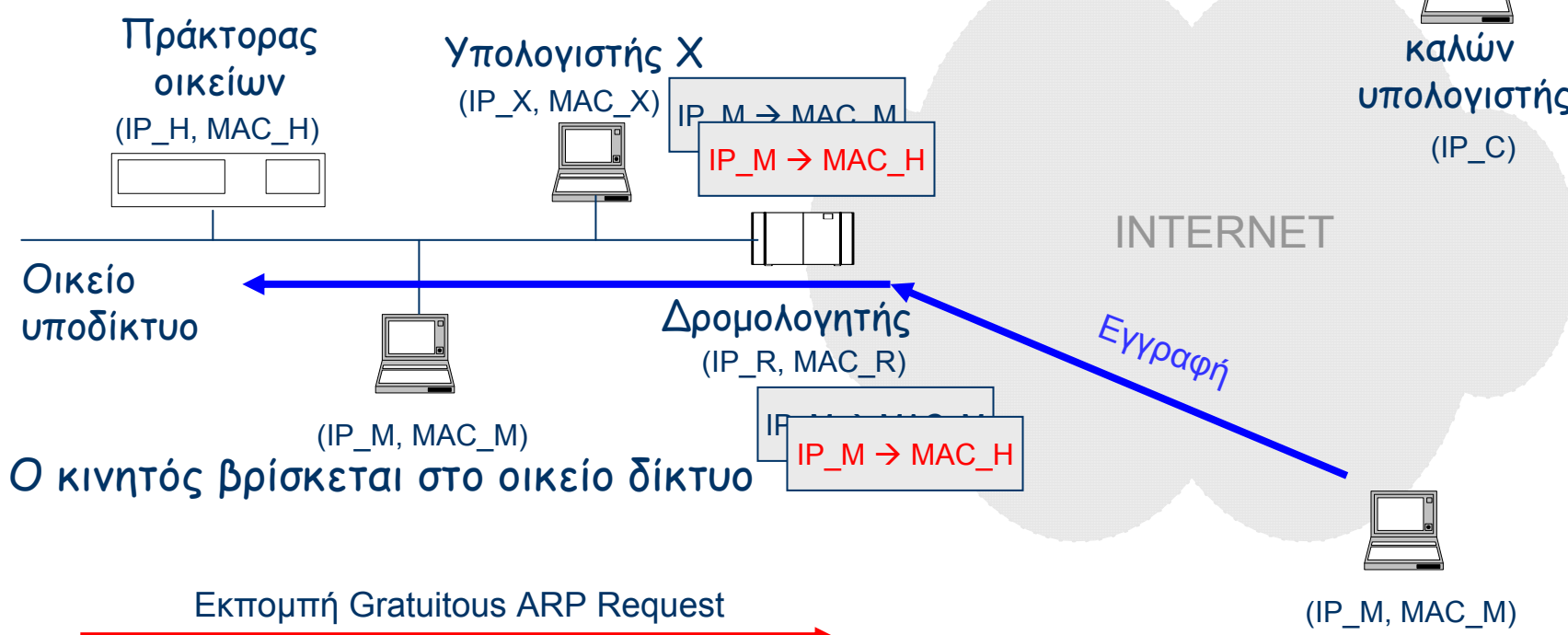
Target MAC



Παράδειγμα απρόκλητου ARP



καλών υπολογιστής (IP_C)



IP_M	IP_M	MAC_H	1		Prot type	Hw type	MAC_H	FFFFFF
------	-------	------	-------	---	--	-----------	---------	-------	--------

Target IP

Target MAC

Sender MAC

Sender IP

Ο πράκτορας οικείων εκπέμπει ένα απρόκλητο ARP Request στο τοπικό δίκτυο. Όσοι ακούν ενημερώνουν τον πίνακα ARP



Εύρεση πρακτόρων

- **διαφήμιση πρακτόρων:** οι πράκτορες οικείων/επισκεπτών διαφημίζουν τις υπηρεσίες τους μέσω της εκπομπής μηνυμάτων ICMP τύπου *Router Advertisement* (τύπος = 9) που περιλαμβάνουν μια ειδική επέκταση την *Mobility Agent Extension*
- Ο κινητός που λαμβάνει τη διαφήμιση καταλαβαίνει από τη διεύθυνση IP
 - Το κατά πόσο βρίσκεται στο οικείο δίκτυο ή όχι
 - Το κατά πόσο κινήθηκε σε νέα θέση
- **αναζήτηση πρακτόρων:** ο κινητός στέλνει μήνυμα αναζήτησης εάν δε λάβει μήνυμα διαφήμισης και δεν έχει *care-of-address*, οπότε ο πράκτορας θα απαντήσει με μήνυμα διαφήμισης που περιλαμβάνει τη διεύθυνσή του και την *care-of-address*



Μήνυμα διαφήμισης πρακτόρων

Σημαίες

R: απαιτείται εγγραφή

B: ο πράκτορας επισκεπτών είναι απασχολημένος

H: ο πράκτορας είναι πράκτορας οικείων

F: ο πράκτορας είναι πράκτορας επισκεπτών

M: μινιμαλιστική ενθουλάκωση

G: ενθουλάκωση GRE

V: Συμπύεση επικεφαλίδων Van Jacobson

0	8	16	31
Ver	HL	TOS	Total Length
Identification		Flags	Fragm. Offset
TTL	Protocol	Header Checksum	
Src Address			
Dest Address			
Type=9	Code=0	Checksum	
Num addr	Addr Size	Lifetime	
Type=16	Length	Sequence Number	
Lifetime		Flags	Reserved
0 ή περισσότερες care-of-address			

Επικεφαλίδα IP

Μήνυμα ICMP τύπου Router Advertisement

Mobility Agent Extension



Εγγραφή

- Μόλις ο κινητός αντιληφθεί ότι έχει εισέλθει σε νέο δίκτυο ξεκινά τη διαδικασία εγγραφής στον πράκτορα οικείων
 - Για να δηλώσει την care-of-address που λαμβάνει είτε από τον πράκτορα επισκεπτών είτε από εξυπηρετητή DHCP server
- Η διαδικασία εγγραφής συνιστάται στην αποστολή μηνύματος *Registration Request* από τον κινητό στον πράκτορα οικείων και την αποστολή *Registration Reply* από τον πράκτορα οικείων στον κινητό
- Τα μηνύματα εγγραφής διέρχονται από τον πράκτορα επισκεπτών
 - Ο πράκτορας επισκεπτών απλώς τα προωθεί
 - Είναι παθητικός κατά τη διαδικασία εγγραφής
- Τα μηνύματα εγγραφής στέλνονται με UDP στη θύρα 434



Εγγραφή

πράκτορας οικείων
HA: 128.119.40.7



πράκτορας επισκεπτών
COA: 79.129.13.2



φιλοξενούν δίκτυο: 79.129.13/24



Κινητός Host
MA: 128.119.40.186

διαφήμιση ICMP

COA: 79.129.13.2
....

αίτηση εγγραφής.

COA: 79.129.13.2
HA: 128.119.40.7
MA: 128.119.40.186
Lifetime: 9999
identification: 714
....

αίτηση εγγραφής.

COA: 79.129.13.2
HA: 128.119.40.7
MA: 128.119.40.186
Lifetime: 9999
identification: 714
encapsulation format
....

απάντηση εγγραφ.

HA: 128.119.40.7
MA: 128.119.40.186
Lifetime: 4999
Identification: 714
encapsulation format
....

απάντηση εγγραφ.

HA: 128.119.40.7
MA: 128.119.40.186
Lifetime: 4999
Identification: 714
....

χρόνος



Registration Request

Type	Flags	Lifetime
Home address		
Home agent		
Care-of--address		
Identification		
Extensions		
.....		



Type: 1 - Registration Request.

Lifetime: αριθμός sec που η εγγραφή ισχύει

Home address: η μόνιμη διεύθυνση του κινητού

Home agent: Η διεύθυνση IP του πράκτορα οικείων

Care-of-address: η τρέχουσα διεύθυνση IP του κινητού

Identification: για προστασία από επιθέσεις επανάληψης

Extensions: παράμετροι ασφάλειας για προστασία

Flags:

S: ταυτόχρονη δέσμευση (binding)

B: ο πράκτορας οικείων θα ενθυλακώνει πακέτα εκπομπής

D: ο κινητός είναι και πράκτορας επισκεπτών

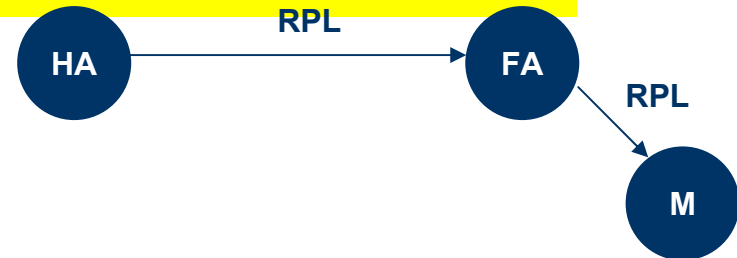
M: ο κινητός ζητά μινιμαλιστική ενθυλάκωση

G: ο κινητός ζητά ενθυλάκωση GRE

IP Header	UDP Header	Mobile IP Message	Extensions
-----------	------------	-------------------	------------



Registration Reply



0	8	16	31
Type	Code	Lifetime	
Home address			
Home agent			
Identification			
Extensions			
.....			

Type: 3 - Registration Reply

Code: υποδεικνύει το αποτέλεσμα της εγγραφής

Πιθανές τιμές:

0 αποδεκτή εγγραφή

66 ανεπαρκείς πόροι στον πράκτορα επισκεπτών

70 κακή μορφή αιτήματος

130 ανεπαρκείς πόροι στον πράκτορα οικείων

131 αποτυχία πιστοποίησης αυθεντικότητας

Lifetime: η διάρκεια ισχύος της εγγραφής

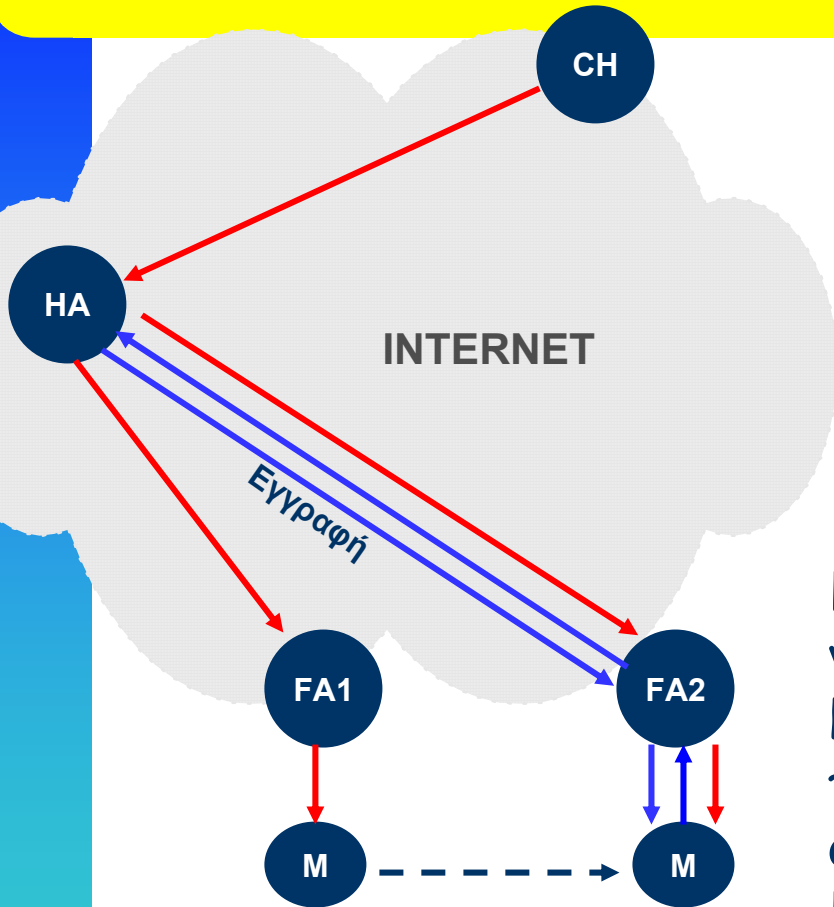
που έδωσε ο πράκτορας οικείων



Διαπομπή



Ομαλή διαπομπή

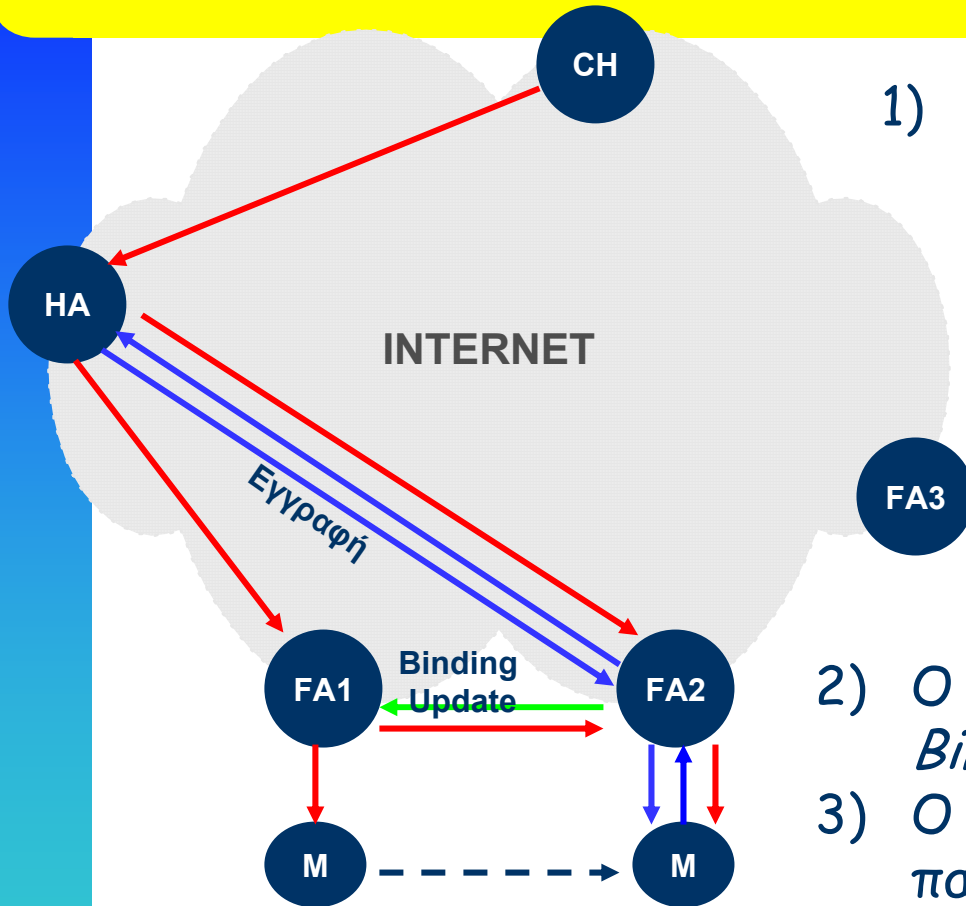


FA3

Κατά τη διάρκεια της διαπομπής μπορεί να χαθούν πακέτα
Η διαπομπή σε νέο σταθμό βάσης (ή πράκτορα επισκεπτών) και εγγραφή στον πράκτορα οικείων είναι χρονοβόρα
Κατά την περίοδο αυτή τα πακέτα θα δρομολογούνται στον παλαιό σταθμό βάσης (FA), από όπου ο κινητός έχει φύγει



Ομαλή διαπομπή



1) Όταν ο κινητός κάνει μια διαπομπή, ειδοποιεί τον νέο πράκτορα επισκεπτών (FA2) να στείλει ένα μήνυμα *Binding Update* στον παλιό πράκτορα (FA1)

- 2) Ο νέος FA2 στέλνει μήνυμα *Binding Update* στον παλιό FA1
- 3) Ο FA1 επανα-ενθυλακώνει τα πακέτα IP που λαμβάνει από τον πράκτορα οικείων και τα στέλνει στον νέο FA2



Ταχεία διαπομπή

- Σε περιπτώσεις υψηλής κινητικότητας, οι διαπομπές θα είναι πολύ συχνές. Οι επιπτώσεις:
 - Οι διαπομπές πρέπει να είναι πολύ γρήγορες για να ελαχιστοποιείται η καθυστέρηση και η πιθανότητα απώλειας πακέτων
 - Πολλές διαπομπές:
 - Η εγγραφή προκαλεί καθυστέρηση
 - Η εγγραφή προκαλεί επιπλέον κίνηση σηματοδοσίας στην ασύρματη ζεύξη και στην υποδομή
- Δύο λύσεις για την υποστήριξη ταχείας διαπομπής:
 - Χρήση **πολλαπλής διανομής**
 - Χρήση **ιεραρχίας πρακτόρων επισκεπτών**

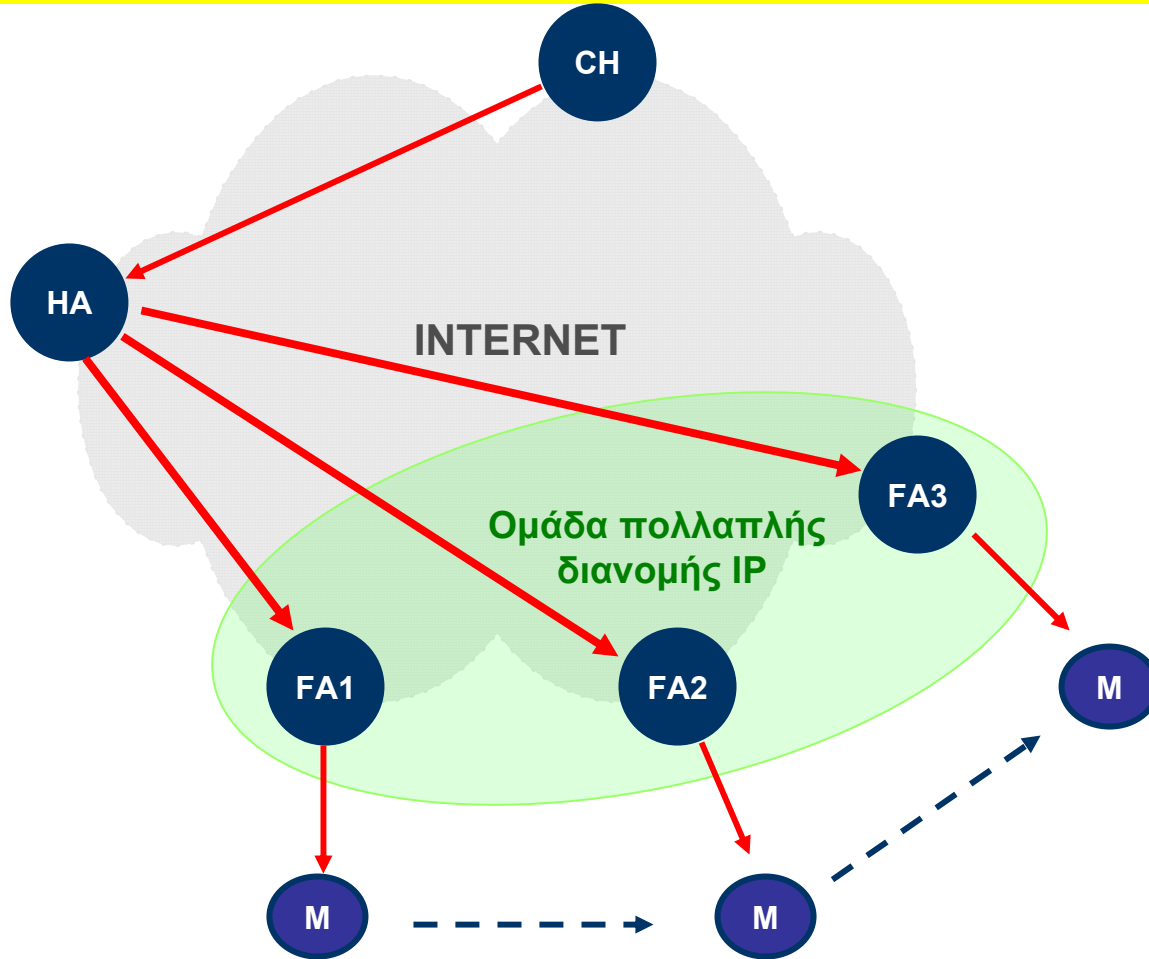


Χρήση πολλαπλής διανομής

- Οι πράκτορες επισκεπτών μιας γειτονιάς σχηματίζουν μια ομάδα πολλαπλής διανομής. Η ομάδα έχει μια **διεύθυνση IP πολλαπλής διανομής**
- Ο κινητός θα χρησιμοποιήσει αυτή την διεύθυνση πολλαπλής διανομής ως care-of-address.
- Ο πράκτορας οικείων θα στείλει τα ενθυλακωμένα πακέτα για τον κινητό σε αυτή την διεύθυνση πολλαπλής διανομής
- Οι πράκτορες επισκεπτών της ομάδας πολλαπλής διανομής **αποθηκεύουν τα ενθυλακωμένα πακέτα** για λίγο και μετά τα απορρίπτουν
 - Έτσι, όταν ο κινητός κάνει μια διαπομπή από ένα πράκτορα επισκεπτών FA1 σε ένα άλλο FA2 (της ίδιας ομάδας), θα μπορέσει να ανακτήσει τα πακέτα που μεταδόθηκαν κατά τη διάρκεια της διαπομπής



Χρήση πολλαπλής διανομής



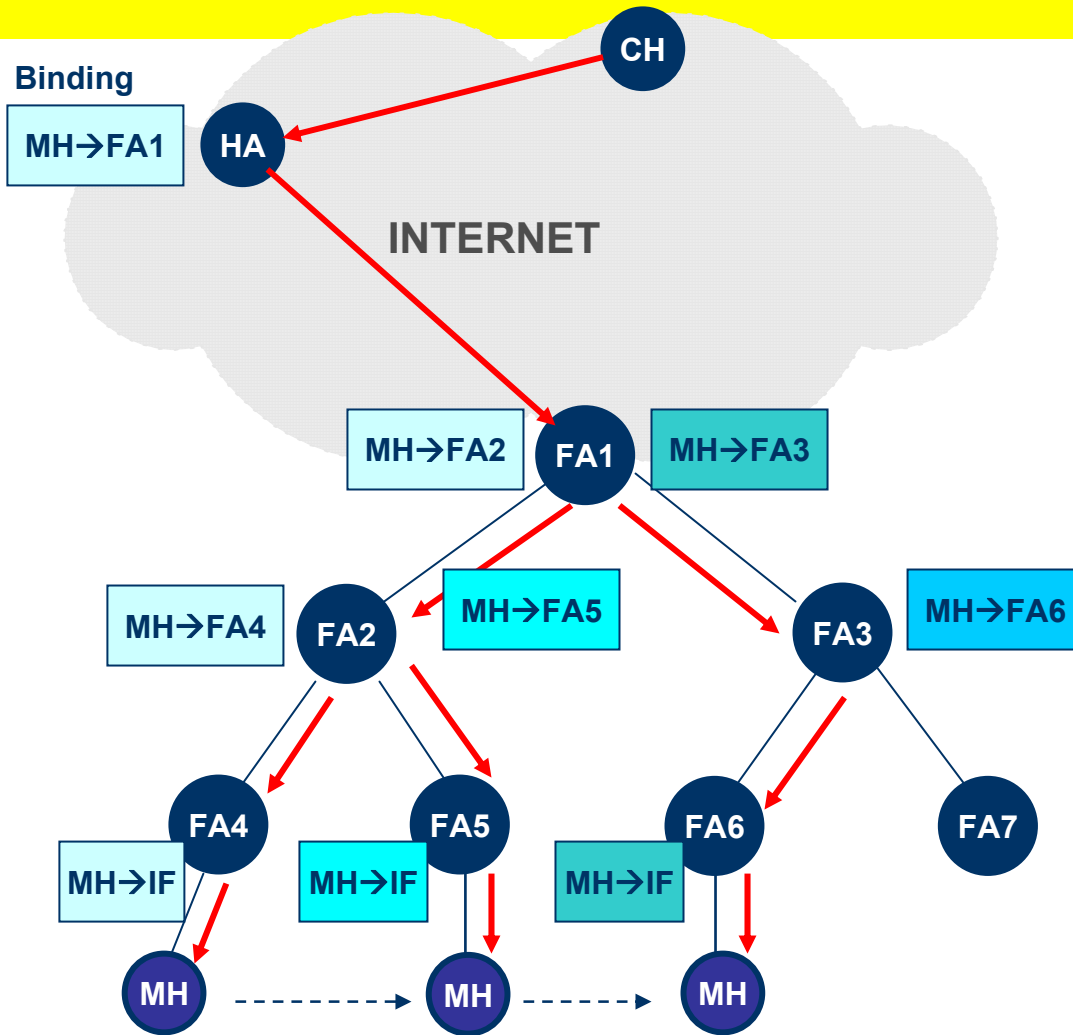


Ιεραρχία πρακτόρων επισκεπτών

- Χρήση ιεραρχίας πρακτόρων επισκεπτών μεταξύ του κινητού και του πράκτορα οικείων
- Σκοπός είναι να περιορισθούν τοπικά οι διαπομπές και οι εγγραφές
- Η ιεραρχία μπορεί να συνίσταται:
 - Σταθμούς βάσεις (σημεία πρόσβασης) στο κατώτατο επίπεδο
 - Ενδιάμεσους δρομολογητές μεταξύ σταθμών βάσης και ακραίους δρομολογητές
 - Ακραίους δρομολογητές στο ανώτατο επίπεδο της ιεραρχίας
- Οι επόμενες λειτουργίες χρήζουν επέκτασης:
 - Διαφήμιση πρακτόρων
 - Εγγραφή
 - Προώθηση δεδομένων



Ιεραρχία πρακτόρων επισκεπτών





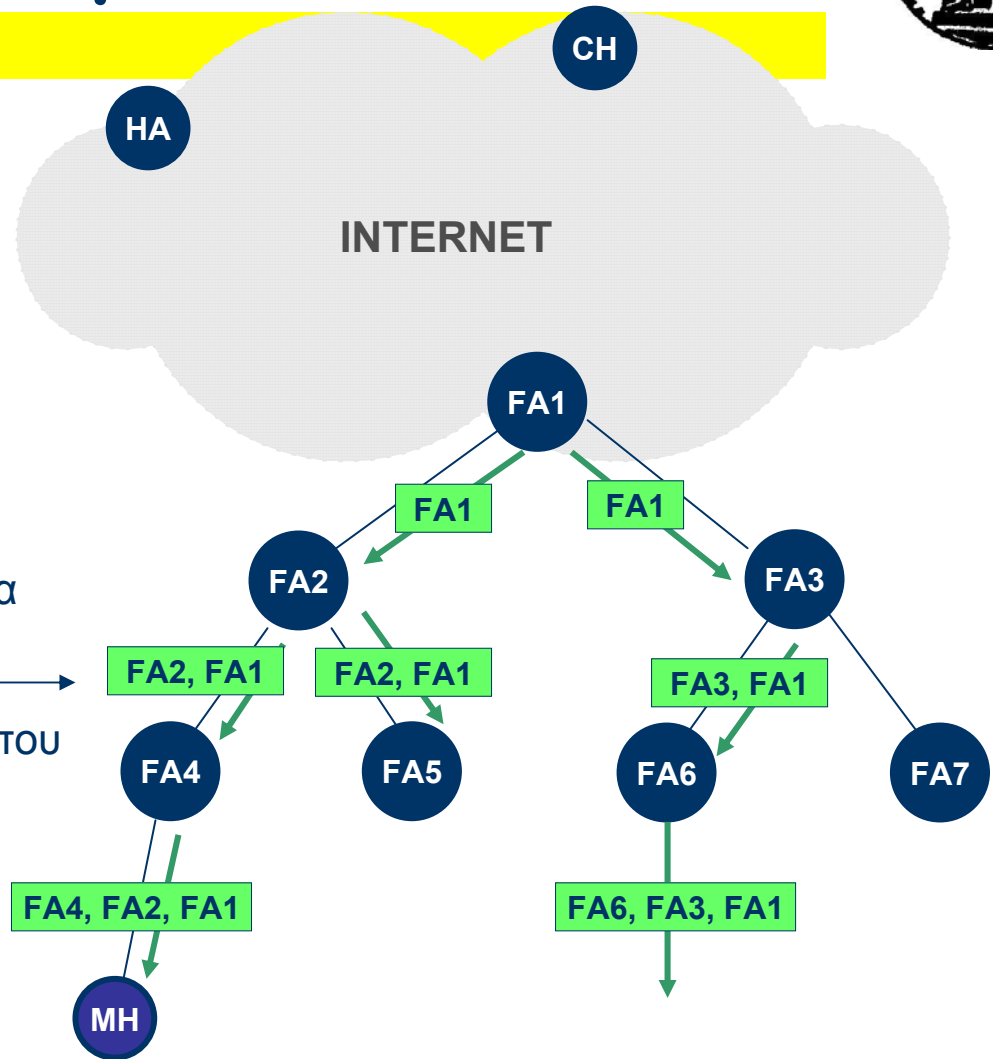
Διαφήμιση πρακτόρων

Mobility Agent Extension
στο μήνυμα ICMP τύπου
Router Advertisement

Type	Length	Sequence Number
Lifetime	Flags	Reserved
Μηδέν ή περισσότερες care-of-addresses		

Μήνυμα διαφήμισης πράκτορα
πεδία Care-of-Address

FAx παριστάνει τη διεύθυνση IP του
πράκτορα επισκεπτών X



Εγγραφή

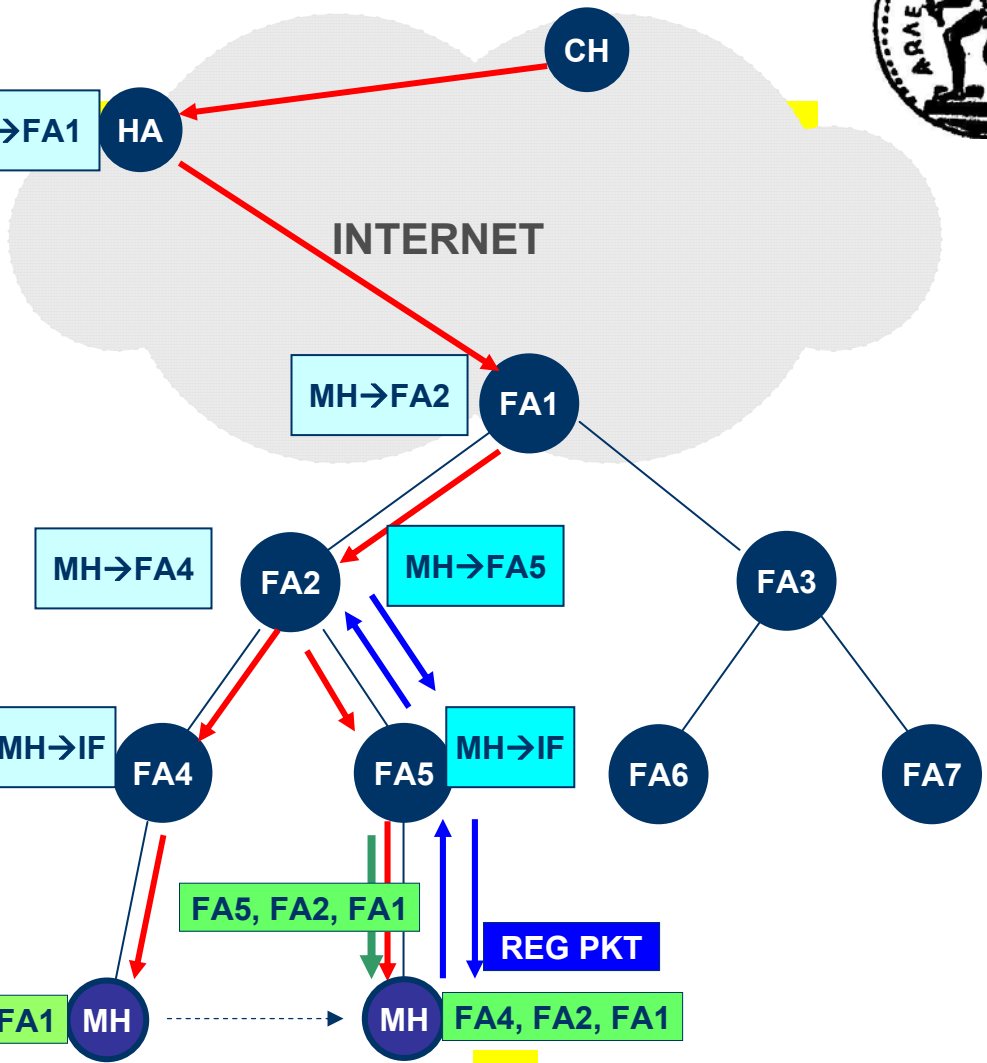


MH→FA1 HA

Μήνυμα Registration Request

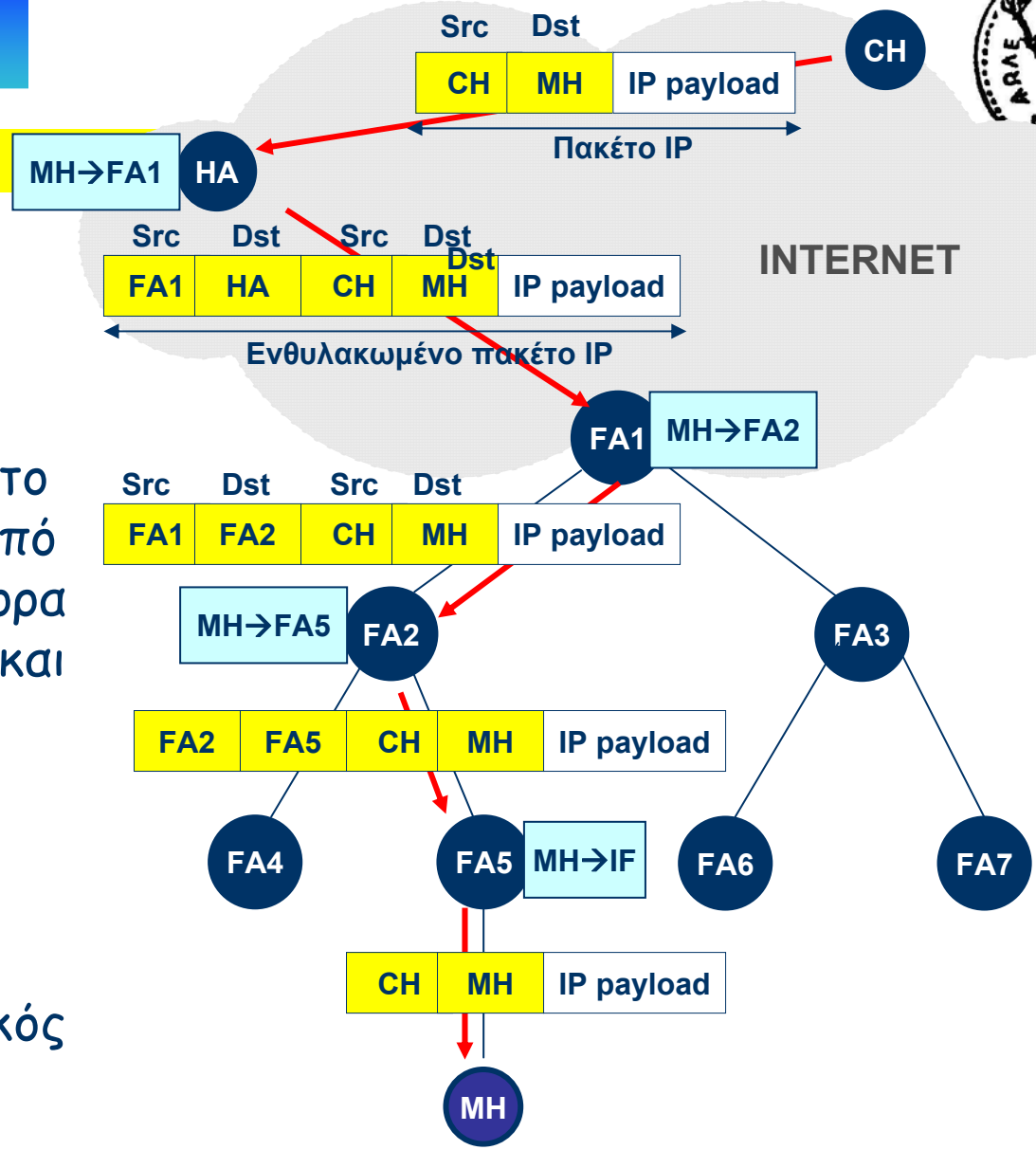
0 8 16 31

Type	Flags	Lifetime
Home address= MH		
Home agent= FA2		
Care-of—address= FA5		
Identification		
Extensions (Authentication Extension)		



Σύγκριση FA4, FA2, FA1 με FA5, FA2, FA1

Πρώτηση



Κάθε πράκτορας επισκεπτών FA παίρνει το ενθυλακωμένο πακέτο από τον προηγούμενο πράκτορα επισκεπτών (ή τον HA) και **ξανα-ενθυλακώνει** το πακέτο προς αποστολή στον επόμενο FA

Εάν ένας πράκτορας επισκεπτών είναι ο τελικός στη διαδρομή προς τον κινητό τότε δεν το ενθυλακώνει



Cellular IP



Κίνητρα

- Το Mobile IP μπορεί να λειτουργήσει με οποιαδήποτε ζεύξη:
 - Ethernet, Token Ring, Wireless LAN (802.11), Bluetooth, PPP
- Αυτό συνεπάγεται διαφορετικού τύπου κινητικότητα
 - Αργή κίνηση: μεταξύ ζεύξεων Ethernet
 - Γρήγορη κίνηση: μεταξύ ασυρματικών σημείων πρόσβασης
 - Εντός: κτιρίου
 - Εκτός: στην γειτονιά (Campus)
 - Εκτός: στη πόλη
- Το Mobile IP θεωρεί ότι ο ρυθμός διαπομπής είναι μικρότερος από μία εγγραφή ανά sec
- Πώς μπορούμε να υποστηρίξουμε υψηλότερους ρυθμούς διαπομπών;
 - Ανάγκη για ταχεία διαπομπή, μικρή καθυστέρηση πακέτων, μικρή πιθανότητα απώλειας πακέτων
 - Ελάχιστη σηματοδосία (πακέτα εγγραφής)



Προβλήματα με το Mobile IP

- Η εγγραφή παίρνει χρόνο:
 - Η απόσταση μεταξύ πράκτορα οικείων και επισκεπτών μπορεί να είναι πολύ μεγάλη
 - Καθυστέρηση και jitter
- Η εγγραφή επιφέρει επιπλέον φορτία
 - Οι πόροι στα ασύρματα δίκτυα είναι σπάνιοι
 - Κινητός και πράκτορας επισκεπτών
 - Στην υποδομή (δίκτυο κορμό)
 - Πράκτορας επισκεπτών και πράκτορας οικείων
- Στο Mobile IP, η επιβάρυνση εγγραφής υπάρχει ακόμη και εάν ο κινητός δε στέλνει δεδομένα ενώ κινείται
 - Ανάγκη κατηγοριοποίησης των κινητών σε ενεργούς και ανενεργούς



Η προσέγγιση του Κυψελωτού IP

- Χρησιμοποίηση τεχνικών της κινητής τηλεφωνίας...
 - Διαχείριση διαπομπών
 - **Αποδοτικές διαπομπές** με μικρή καθυστέρηση και λίγες απώλειες πακέτων
 - Παρακολούθηση (tracking) της θέσης
 - Η ακριβής θέση των ενεργών κινητών είναι γνωστή
 - Η θέση των ανενεργών κινητών είναι γνωστή *κατά προσέγγιση*
 - Χρησιμοποιείται **αναζήτηση (Paging)** για να βρεθεί η ακριβής θέση του ανενεργού κινητού
 - Παθητική συνδεσιμότητα
- ... βασισμένες στις αρχές του IP (το δίκτυο κορμού είναι IP)
- Δεν χρειάζονται
 - Νέες μορφές πακέτων
 - Ενθυλάκωση
 - Νέος χώρος διευθύνσεων



Cellular IP

- Το Cellular IP υποστηρίζει μικρο-κινητικότητα σε
 - Δίκτυο με Pico- ή micro-κυψέλες
 - Personal Area Networks ή ασύρματα LAN
 - Δίκτυα πρόσβασης με πολλαπλές κυψέλες
 - Σε γειτονιές, πόλεις
- Μπορεί να συνδυασθεί με το Mobile IP για να υποστηρίξει μακρο-κινητικότητα
 - Κινητικότητα μεταξύ γειτονιών, πόλεων ή διαχειριστικών περιοχών

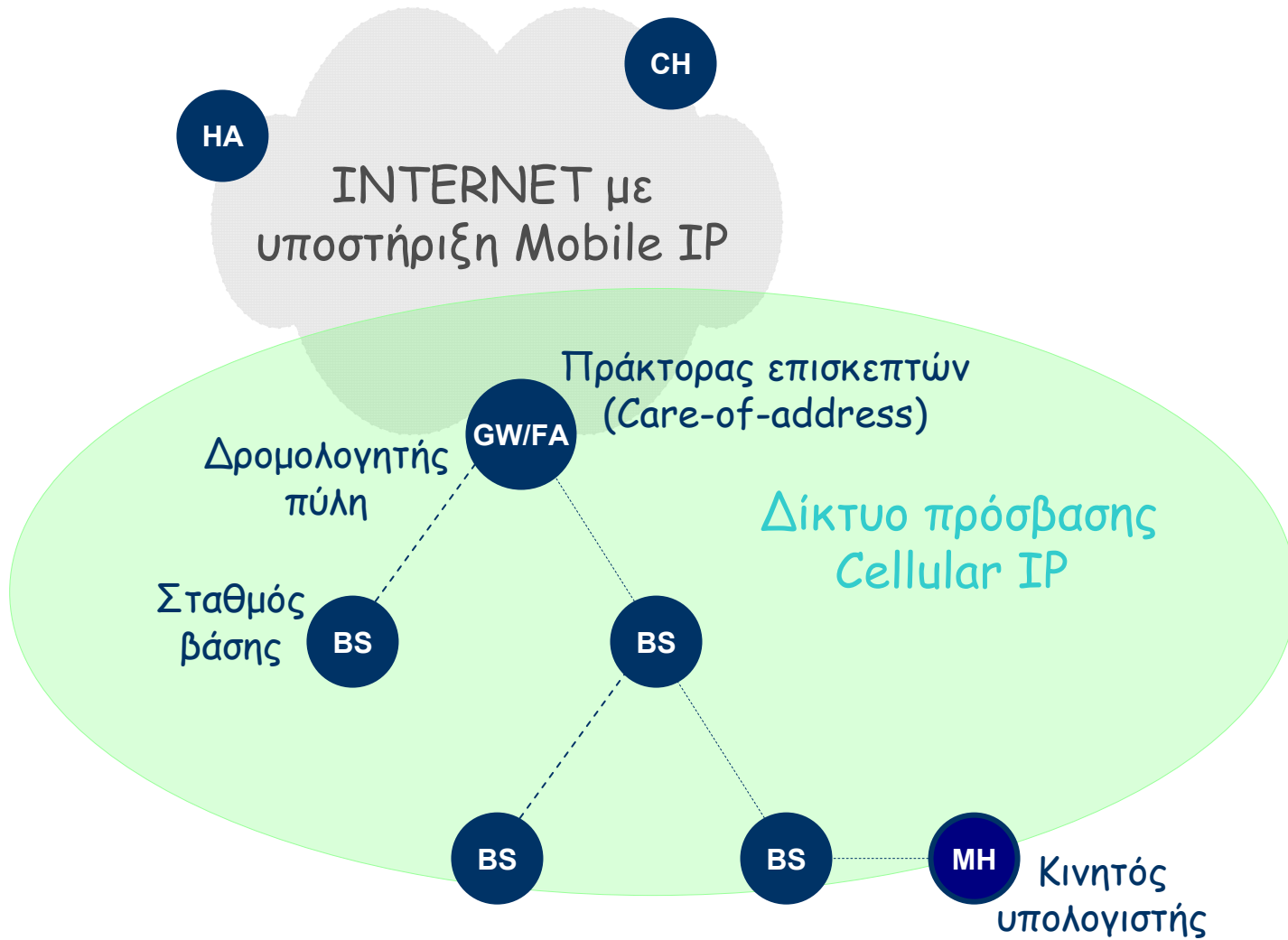


Cellular IP

- Είναι κυψελωτό δίκτυο IP
 - Η δρομολόγηση για τους κινητούς γίνεται με Cellular IP
 - Η διανομή διαδρομών και η ενημέρωσή τους γίνεται με το πρωτόκολλο Cellular IP
 - Δεν απαιτεί αλλαγή της μορφής του πακέτου IP ή του μηχανισμού προώθησης πακέτων IP
 - Η πληροφορία θέσης ανά κινητό εγγράφεται στους δρομολογητές του δικτύου cellular IP
- Σχετικά θέματα:
 - Ιεραρχία πρακτόρων επισκεπτών
 - Αυτό-εκπαίδευση των διακοπών Ethernet
 - Οι διακόπτες μαθαίνουν τη θέση των πηγών κίνησης ενώ προωθούν τα πλαίσια Ethernet

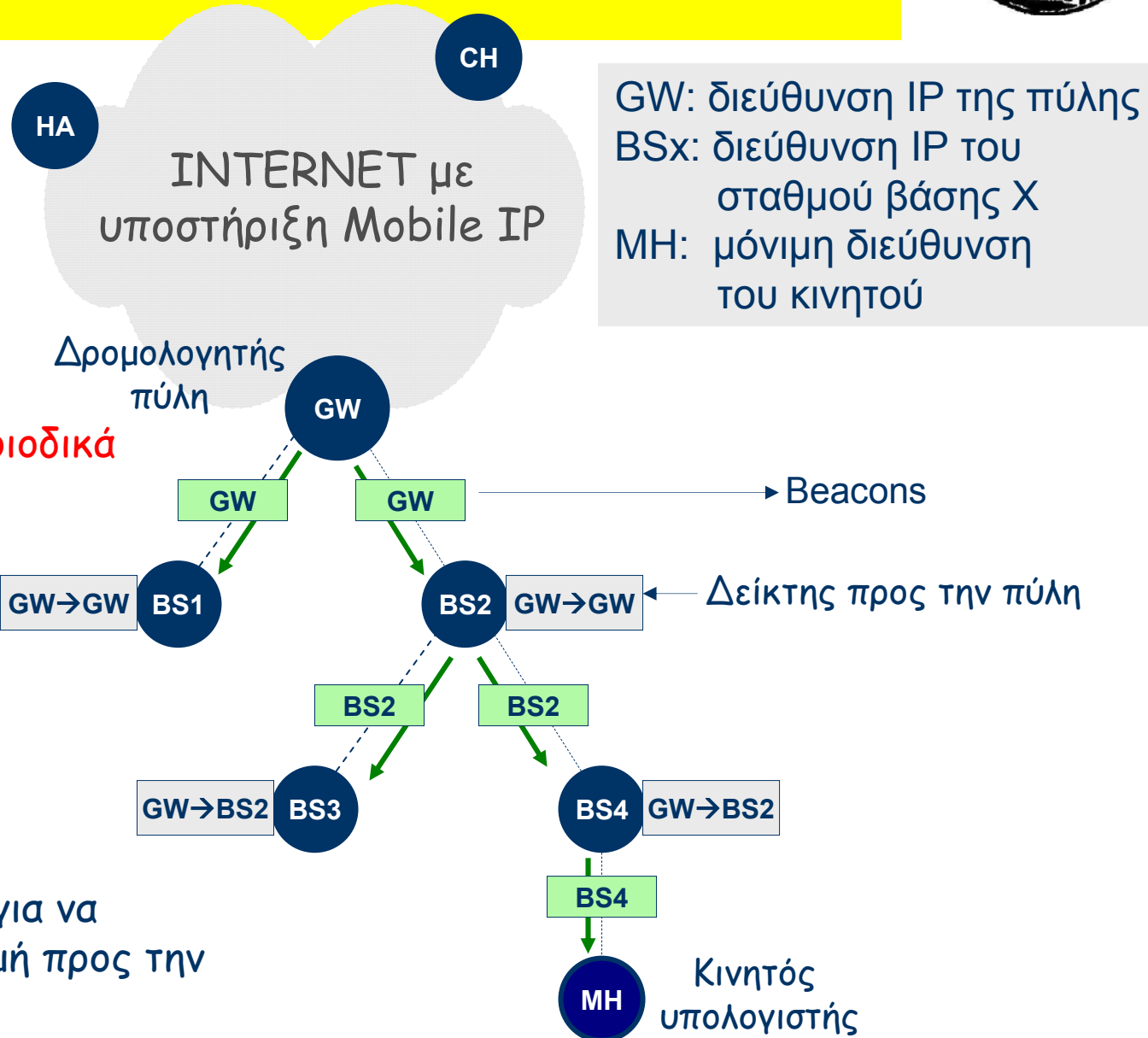


Το μοντέλο δικτύου Cellular IP





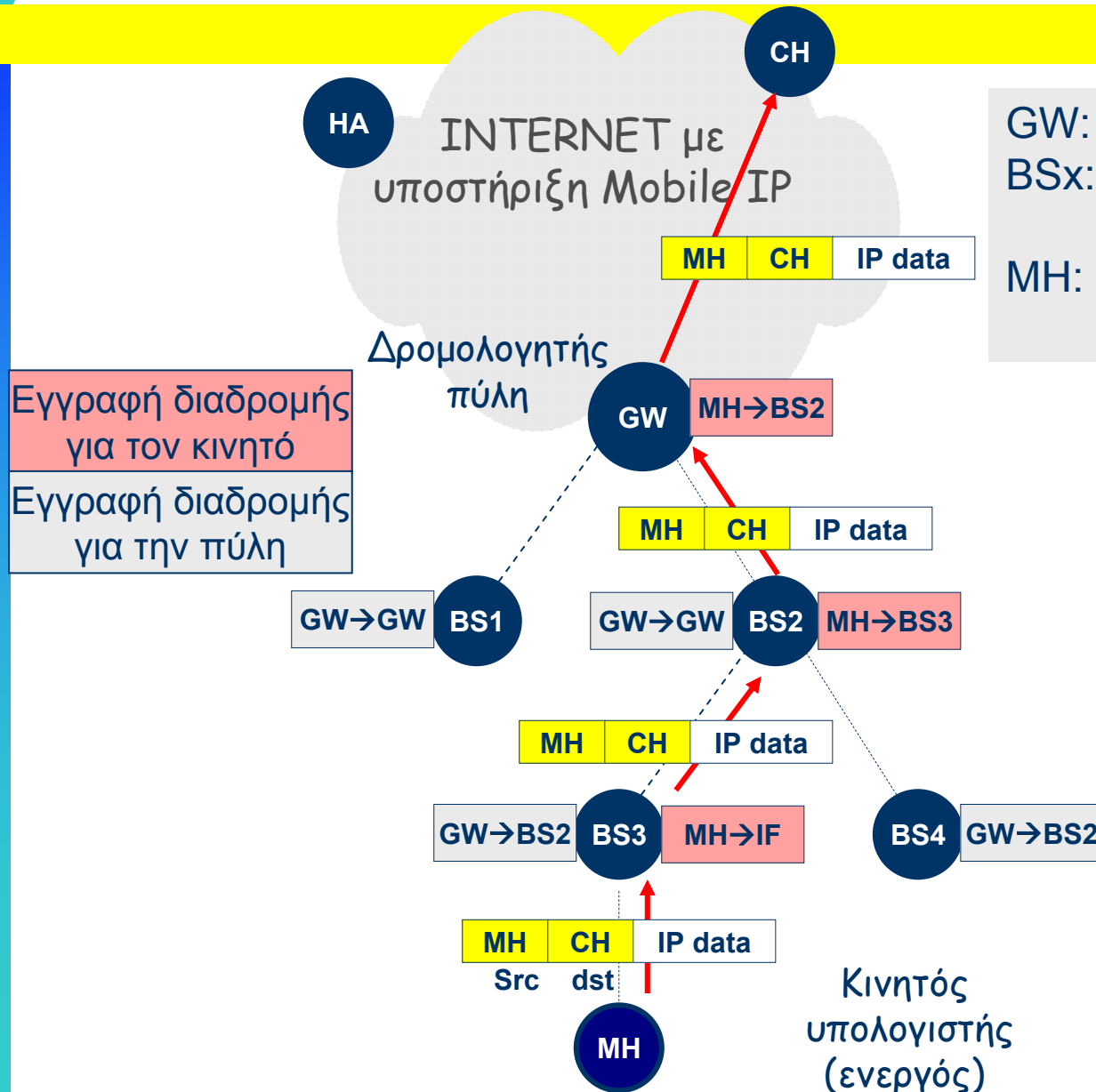
Φάροι (beacons)



Τα **πακέτα φάροι** αποστέλλονται **περιοδικά** από την πύλη

Τα **πακέτα φάροι** χρησιμοποιούνται για να μαθευτεί η διαδρομή προς την πύλη

Μετάδοση δεδομένων από τον κινητό στον καλούντα



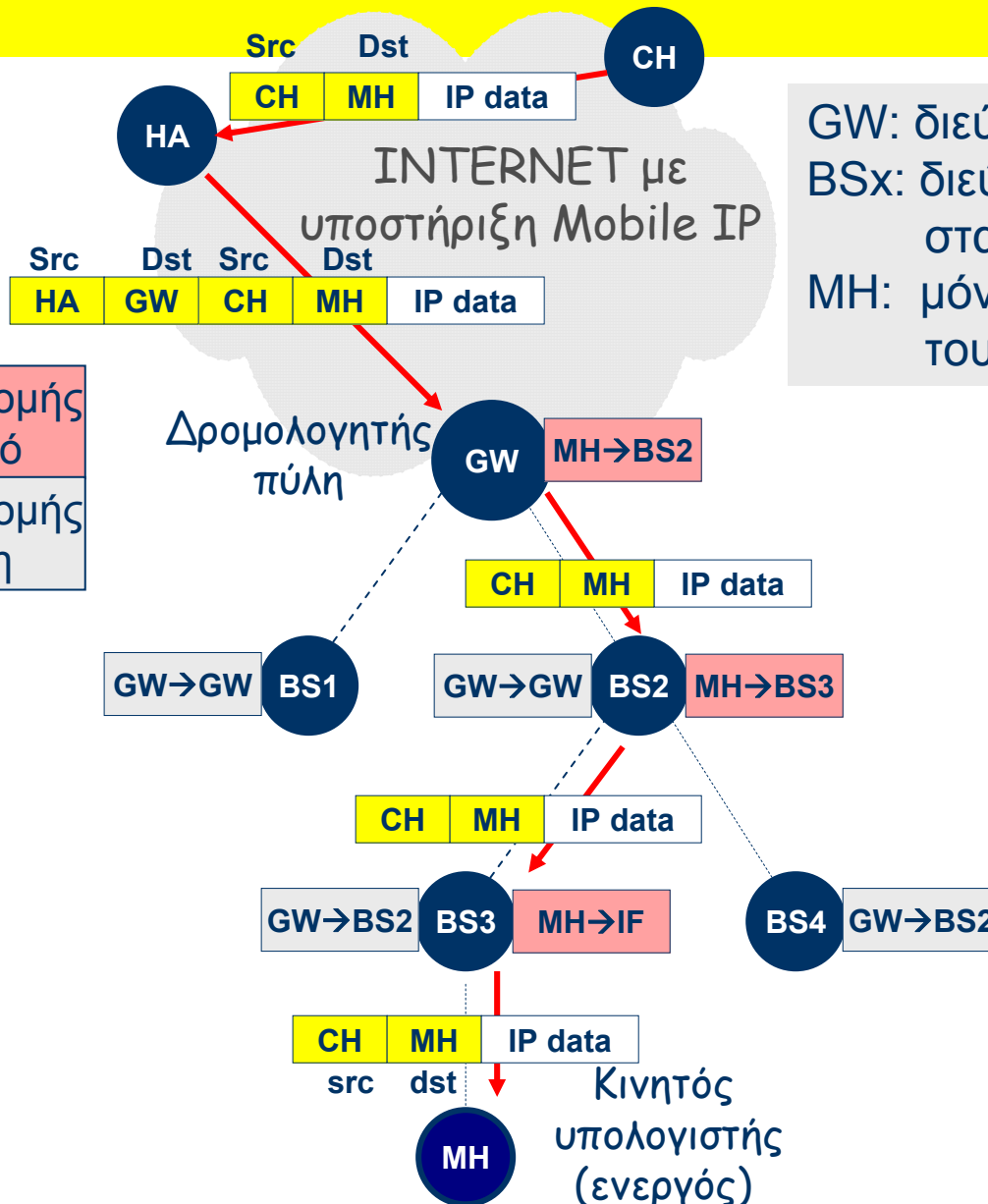
GW: διεύθυνση IP της πύλης
BSx: διεύθυνση IP του σταθμού βάσης X
MH: μόνιμη διεύθυνση του κινητού

Εγγραφή διαδρομής για τον κινητό
Εγγραφή διαδρομής για την πύλη

Δρομολογητής πύλη

Κινητός υπολογιστής (ενεργός)

Μετάδοση δεδομένων από τον καλούντα στον κινητό

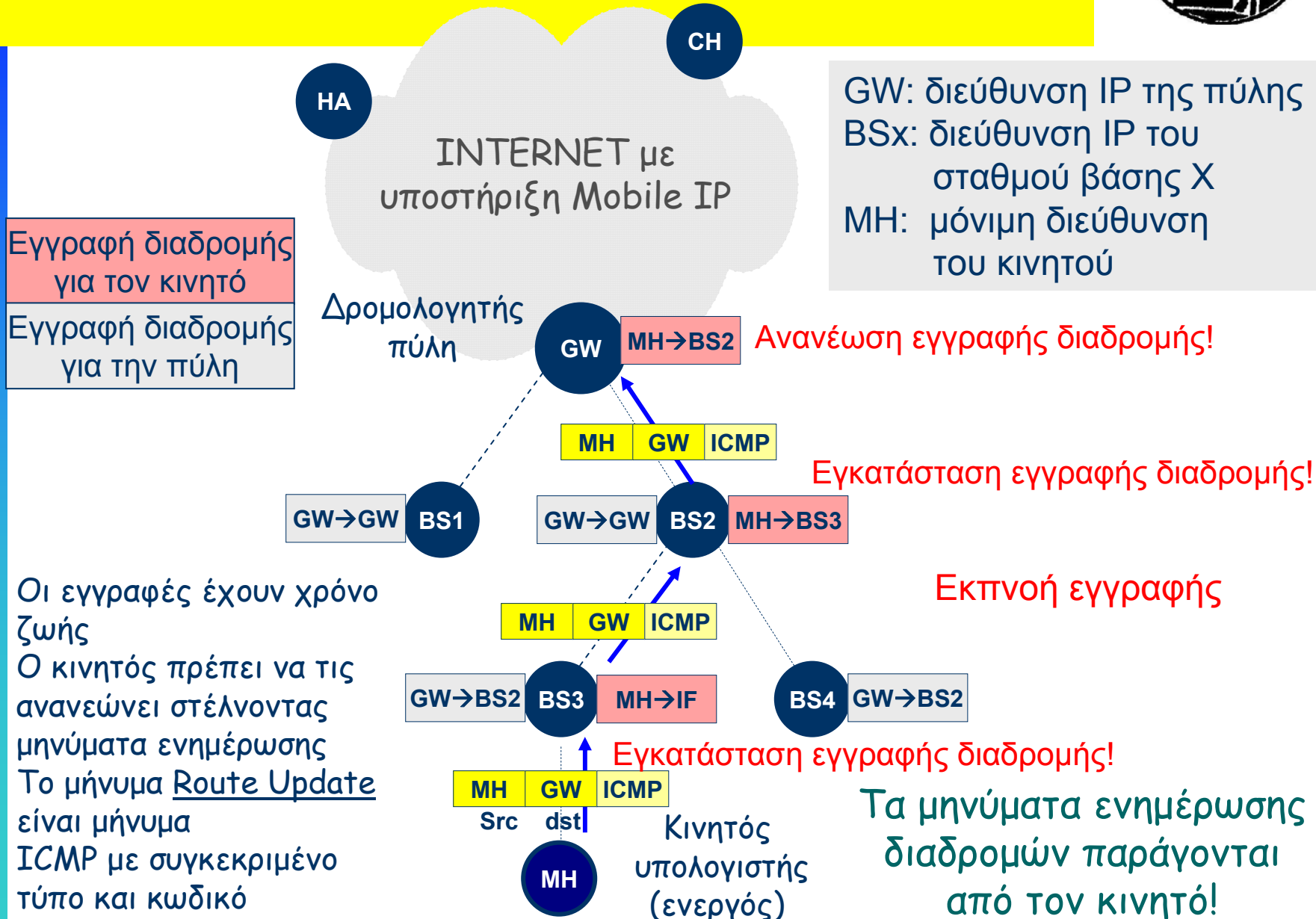


GW: διεύθυνση IP της πύλης
 BSx: διεύθυνση IP του σταθμού βάσης X
 MH: μόνιμη διεύθυνση του κινητού

Εγγραφή διαδρομής για τον κινητό
 Εγγραφή διαδρομής για την πύλη



Ενημέρωση διαδρομών



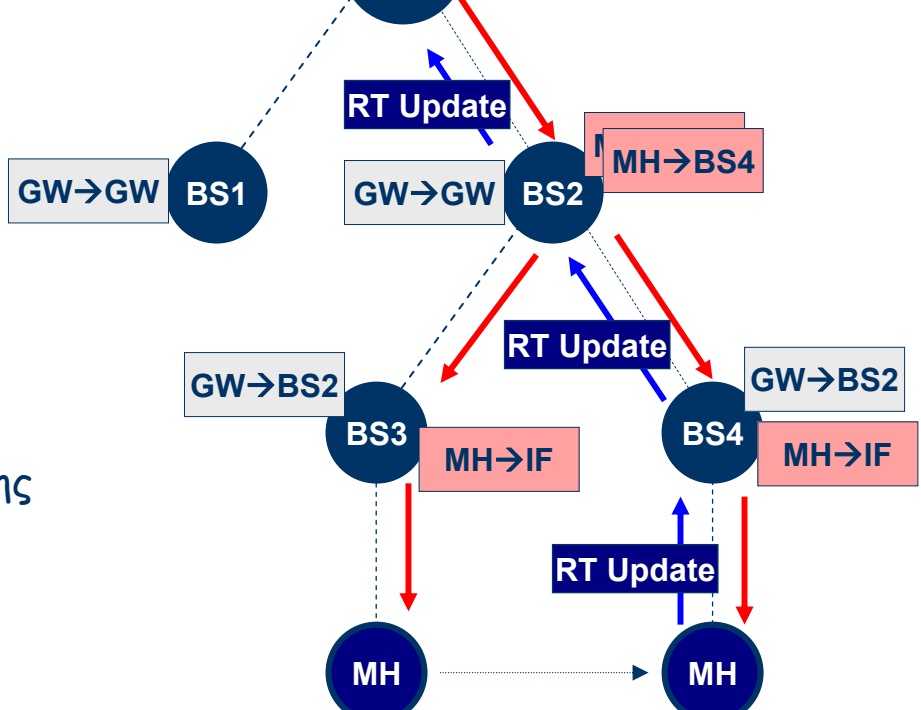


Διαπομπή



GW: διεύθυνση IP της πύλης
BSx: διεύθυνση IP του σταθμού βάσης X
MH: μόνιμη διεύθυνση του κινητού

Εγγραφή διαδρομής για τον κινητό
Εγγραφή διαδρομής για την πύλη



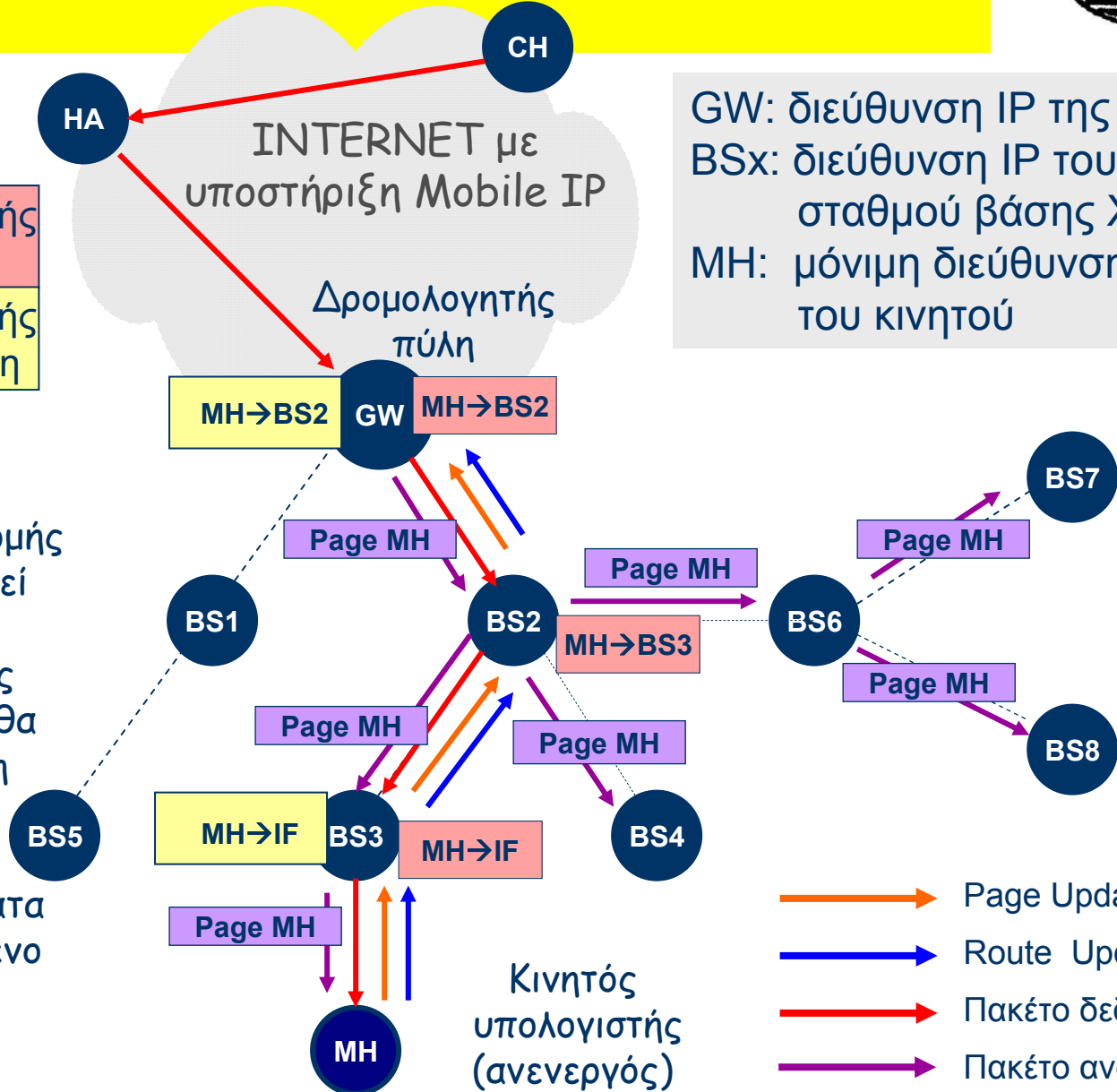
RT Update
Πακέτο ενημέρωσης διαδρομής

Αναζήτηση (Paging)



Εγγραφή διαδρομής για τον κινητό
Εγγραφή διαδρομής για την αναζήτηση

GW: διεύθυνση IP της πύλης
BSx: διεύθυνση IP του σταθμού βάσης X
MH: μόνιμη διεύθυνση του κινητού



Η ενημέρωση διαδρομής μπορεί να περιορισθεί στην πύλη και στον ακραίο σταθμό βάσης. Η πλήρης διαδρομή θα βρεθεί με αναζήτηση όταν απαιτηθεί. Τα μηνύματα Page Update είναι μηνύματα ICMP με συγκεκριμένο τύπο και κωδικό.

Κινητός υπολογιστής (ανενεργός)

- Page Update
- Route Update
- Πακέτο δεδομένων
- Πακέτο αναζήτησης



Κινητικότητα και TCP

Ασύρματα, κινητικότητα: επιπτώσεις στα πρωτόκολλα ανώτερων στρωμάτων



- λογικά, οι επιπτώσεις θα έπρεπε να είναι ελάχιστες ...
 - Το μοντέλο "καλύτερης προσπάθειας" δεν αλλάζει
 - Τα TCP και UDP μπορούν να τρέξουν πάνω από ασύρματες ζεύξεις και λειτουργούν με κινητούς υπολογιστές
- ... όμως σε σχέση με την επίδοση:
 - Εμφανίζονται απώλειες πακέτων και καθυστερήσεις λόγω λαθών σε bit (απόρριψη πακέτων και καθυστέρηση λόγω αναμεταδόσεων), αλλά και λόγω διαπομπών
 - Το TCP ερμηνεύει την απώλεια ως συμφόρηση και μειώνει το παράθυρο συμφόρησης χωρίς λόγο
 - Η καθυστέρηση βλάπτει την κίνηση πραγματικού χρόνου
 - Το εύρος ζώνης στις ασύρματες ζεύξεις είναι περιορισμένο



Επίδραση της κινητικότητας στο TCP

- Το TCP υποθέτει συμφόρηση όταν χάνονται πακέτα
 - Λάθος όταν πρόκειται για ασυρματικά δίκτυα
 - Εδώ οι απώλειες πακέτων οφείλονται εν γένει σε λάθη μετάδοσης
 - Επιπλέον, η ίδια η *κινητικότητα* μπορεί να προκαλέσει απώλεια πακέτων
 - Όταν ο κινητός αλλάζει σταθμό βάσης υπάρχουν ακόμη πακέτα καθ' οδό προς τον λάθος σταθμό βάσης
- Η επίδοση του TCP, εάν δε γίνουν αλλαγές, θα μειωθεί σημαντικά
 - Το TCP δε μπορεί να αλλαχθεί ουσιαστικά λόγω της σημαντικής εγκατεστημένης βάσης
 - Το TCP για κινητικότητα πρέπει να παραμείνει συμβατό
 - Οι βασικοί μηχανισμοί του TCP διατηρούνται



Πιθανές λύσεις

- Επέμβαση στο στρώμα ζεύξης δεδομένων
- Προσέγγιση από άκρο σε άκρο
- Διαχωρισμός της σύνδεσης



Επέμβαση στο στρώμα ζεύξης δεδομένων

- Απόκρυψη των απωλειών που δεν οφείλονται σε συμφόρηση
 - Το μέσο εμφανίζεται στον αποστολέα ως αξιόπιστο
 - Χρήση automatic retransmission request (ARQ)
 - Χρήση κωδίκων Forward error correction (FEC)
 - Υβριδικές λύσεις ARQ και FEC
- Προτερήματα
 - Δεν απαιτούνται αλλαγές στον αποστολέα
 - Ευθυγραμμίζεται με την έννοια της διαστρωμάτωσης πρωτοκόλλων
- Μειονέκτημα
 - Η καθυστέρηση που εισάγει το στρώμα ζεύξης δεδομένων μπορεί να προκαλέσει εκπνοές στο TCP



Επέμβαση στο στρώμα ζεύξης δεδομένων

- Οι αρνητικές επιδράσεις στο TCP μπορούν να μειωθούν καθιστώντας το πρωτόκολλο στο στρώμα ζεύξης δεδομένων ενήμερο για το TCP
 - Παράδειγμα: το Snoop TCP
- Προτερήματα
 - Τοπικές αναμεταδόσεις και φιλτράρισμα διπλών επιβεβαιώσεων
 - Δεν υπάρχει ανάγκη για διατήρηση πληροφορίας κατάστασης → ευκολία στη διαπομπή
- Μειονέκτημα
 - Δεν απομονώνει πλήρως το TCP από τα επακόλουθα της ασύρματης ζεύξης και της κινητηκότητας

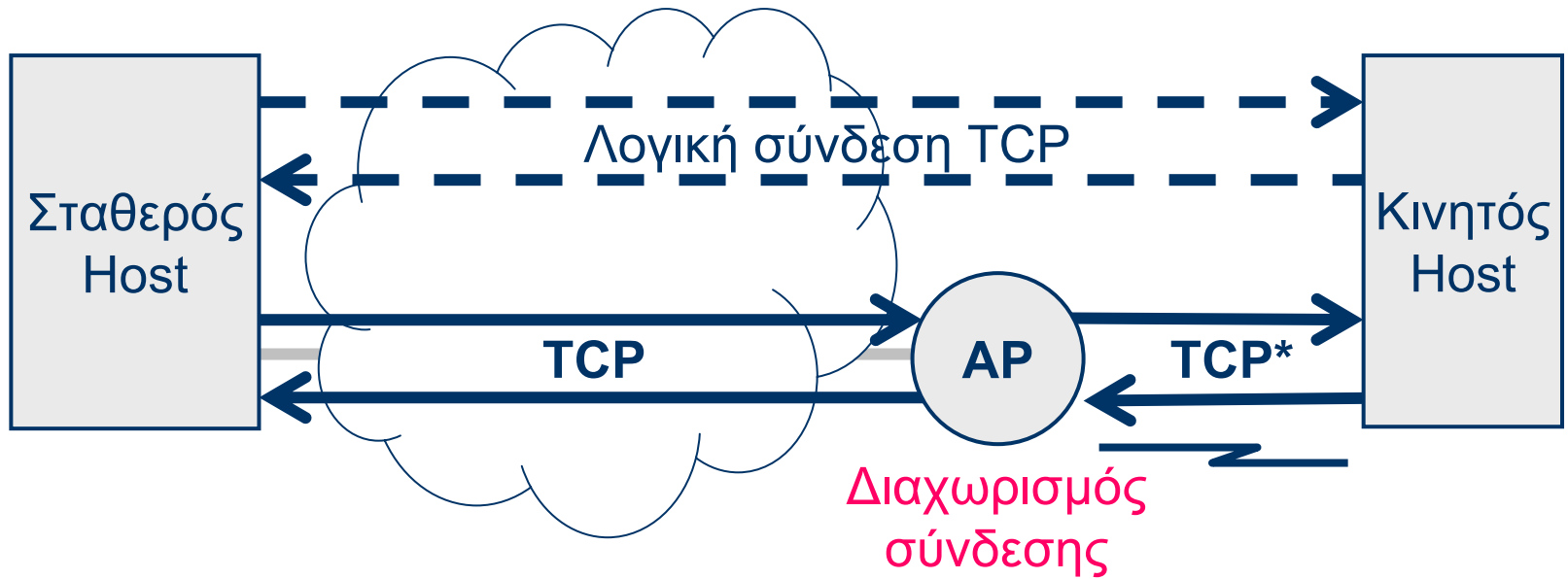


Πρωτόκολλα διαχωρισμού σύνδεσης

- Η ύπαρξη της ασύρματης ζεύξης αποκρύπτεται τελείως
 - Το TCP τερματίζει πριν την ασύρματη ζεύξη στον σταθμό βάσης ή στο σημείο πρόσβασης
- Χρήση ειδικού πρωτοκόλλου ή του συνήθως TCP στην ασύρματη ζεύξη
 - Παράδειγμα: Indirect TCP
- Προβλήματα
 - Επιπλέον επιβάρυνση πρωτοκόλλων
 - Παραβίαση της αρχής από άκρο σε άκρο
 - Δυσκολία χειρισμού της διαπομπής
 - Απαιτείται η διατήρηση πληροφορίας κατάστασης στο σημείο που διακόπτεται η σύνδεση



Πρωτόκολλα διαχωρισμού σύνδεσης





Πρωτόκολλα από άκρο σε άκρο

- Ειδοποίηση του αποστολέα TCP ότι κάποιες απώλειες δεν οφείλονται σε συμφόρηση και έτσι δεν απαιτείται προσφυγή στις μεθόδους αποφυγής συμφόρησης
- Χρήση επιλεκτικών επιβεβαιώσεων (Selective Acknowledgement - SACK)
- Χρήση άμεσης ειδοποίησης απώλειας (Explicit Loss Notification - ELN) για διαφοροποίηση μεταξύ της συμφόρησης και των απωλειών



Πρωτόκολλα από άκρο σε άκρο

- Πλεονεκτήματα

- Διατηρεί την από άκρο σε άκρο αρχή
- Δεν επιφέρει επιπλέον επιβάρυνση στους σταθμούς βάσης
 - Για την προώθηση πακέτων ή τη διαπομπή

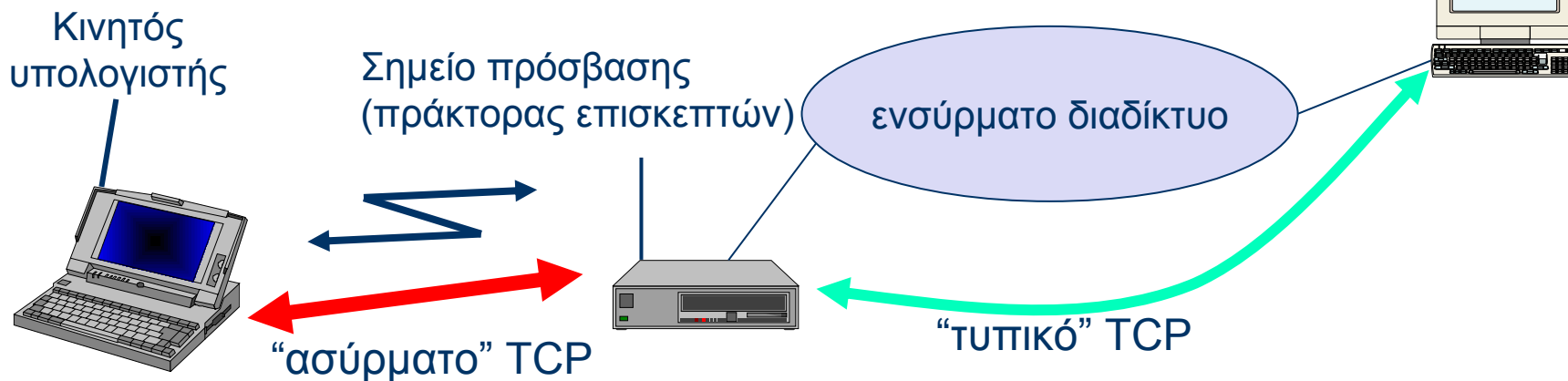
- Μειονεκτήματα

- Απαιτεί αλλαγή του TCP
- Δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική, πχ, αναδιάταξη πακέτων αντί απώλειας

Έμμεσο TCP (Indirect TCP)

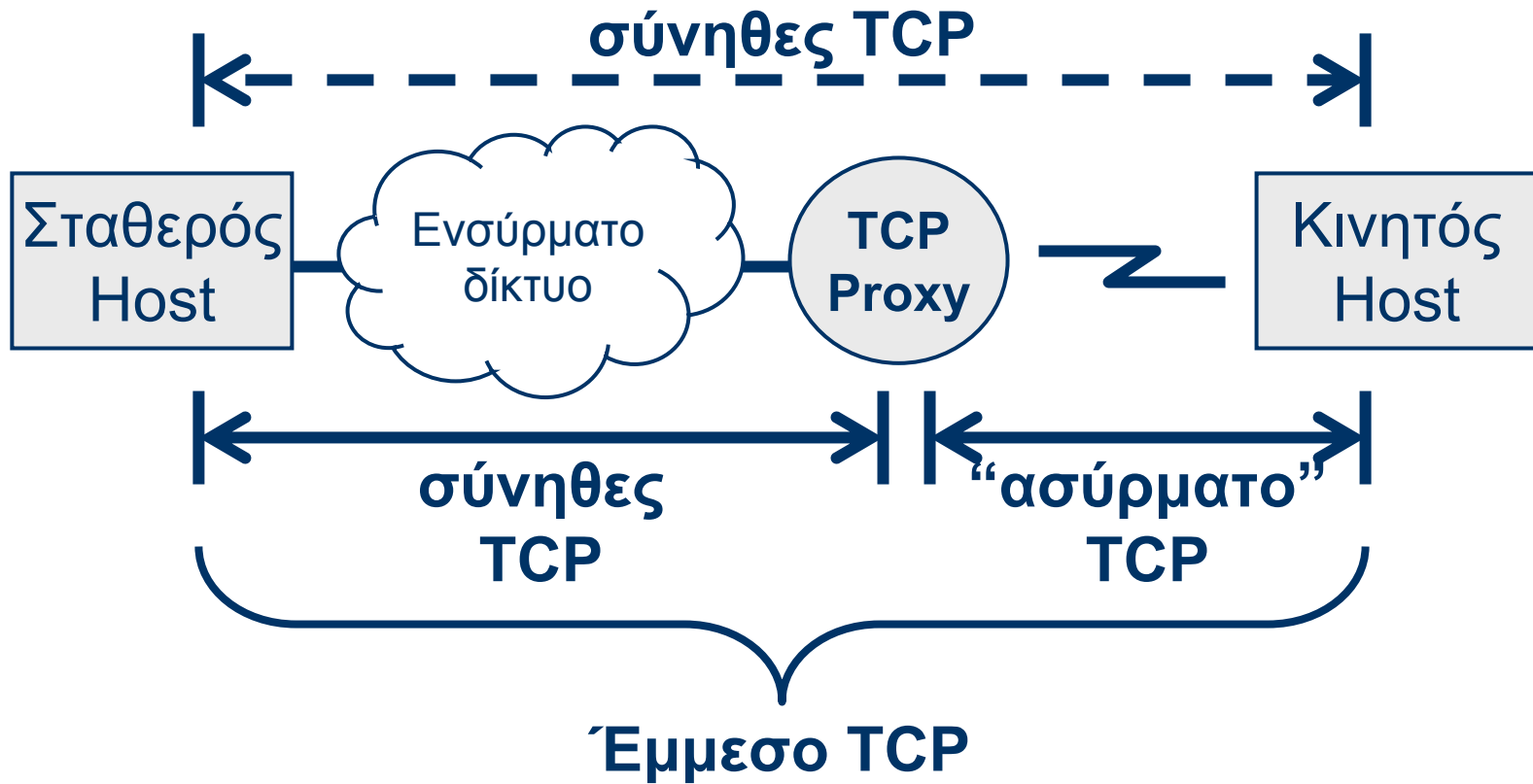


- Το έμμεσο TCP ή I-TCP χωρίζει τη σύνδεση
 - Δεν χρειάζονται αλλαγές στο πρωτόκολλο TCP για τους υπολογιστές που συνδέονται στο σταθερό μέρος του διαδικτύου
 - Τροποποιημένο πρωτόκολλο TCP για κινητούς υπολογιστές
- Χωρίζοντας τη σύνδεση TCP πχ στον πράκτορα επισκεπτών σε δύο (2) συνδέσεις TCP δεν υπάρχει πραγματική σύνδεση από άκρο σε άκρο πλέον
 - Οι υπολογιστές της σταθερής πλευράς δε παρατηρούν τα χαρακτηριστικά του ασύρματου μέρους



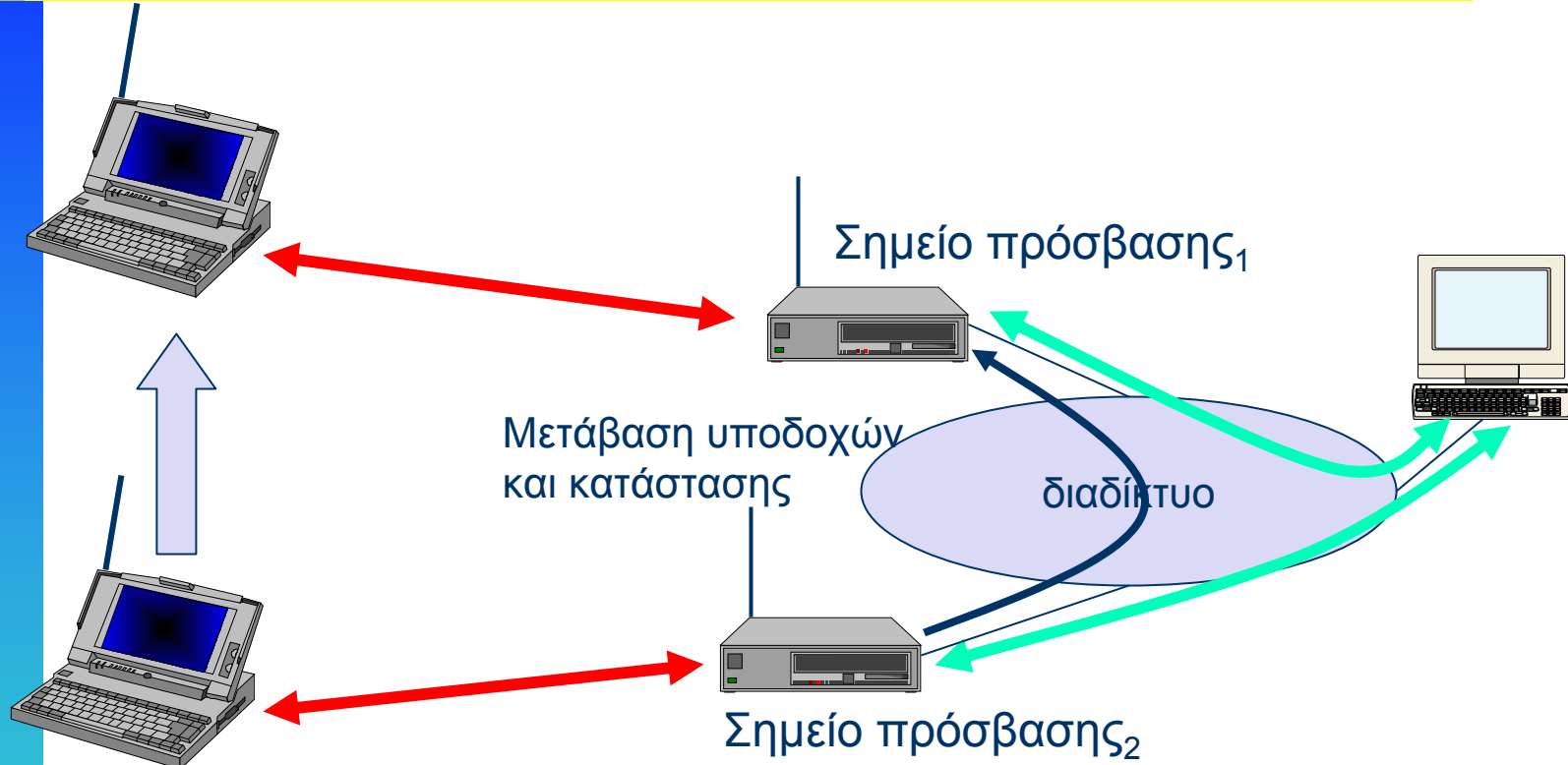


Γενική Θεώρηση I-TCP





Μετάβαση υποδοχών και κατάστασης



Εάν ο κινητός μετακινηθεί σε άλλο proxy, απαιτείται μετάβαση της πλήρους κατάστασης του TCP

- Αποθηκευμένα δεδομένα
- Αύξοντες αριθμοί
- Θύρες



Πλεονεκτήματα Ι-TCP

- Δεν απαιτούνται αλλαγές στο σταθερό δίκτυο
 - Το πρωτόκολλο TCP συνεχίζει να δουλεύει
- Τα λάθη μετάδοσης στην ασύρματη ζεύξη δεν διαδίδονται στο σταθερό δίκτυο
- Το βελτιστοποιημένο κινητό TCP περιορίζεται σε μία ζεύξη
- Είναι δυνατή η βελτιστοποίηση για την ασύρματη ζεύξη
 - Είναι δυνατή η ταχεία αναμετάδοση των πακέτων
 - Η καθυστέρηση είναι γνωστή και μικρή
 - Συμπίεση επικεφαλίδων



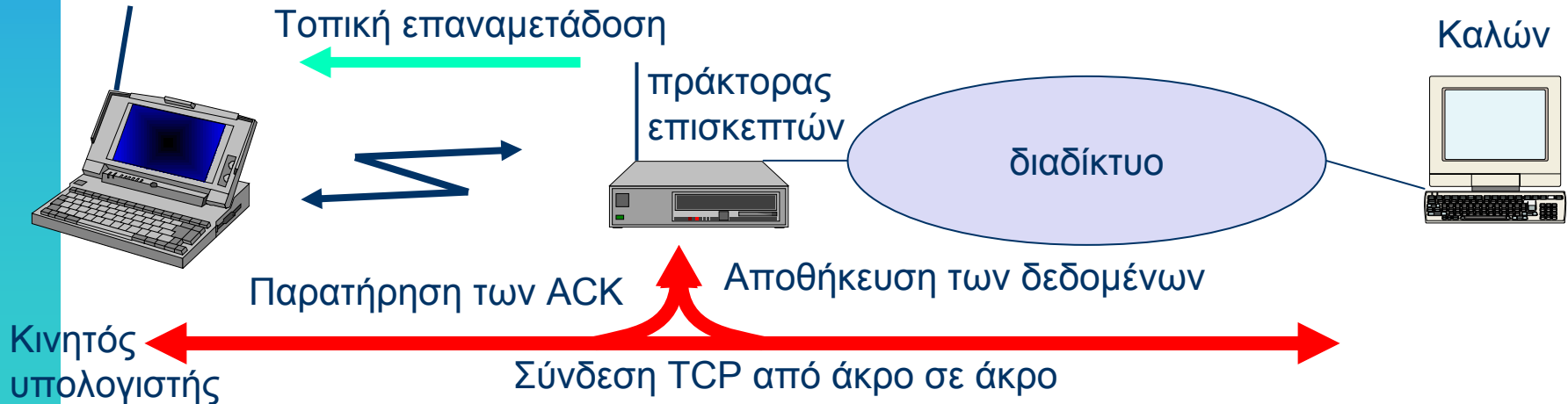
Μειονεκτήματα I-TCP

- Εγκατάλειψη της αρχής από άκρο σε άκρο
 - Η επιβεβαίωση στον πομπό δε σημαίνει ότι ο δέκτης πράγματι έλαβε το πακέτο (οι πράκτορες επισκεπτών μπορεί να καταρρεύσουν)
- Μεγάλη λανθάνουσα καθυστέρηση λόγω της αποθήκευσης δεδομένων στον πράκτορα επισκεπτών και της προώθησής τους
- Σημαντική επιβάρυνση για τις διαπομπές
- Επιβάρυνση του Proxy
- Πρέπει να εμπιστευθούμε τον TCP proxy



Αδιάκριτο TCP (Snooping TCP)

- Διαφανής επέκταση του TCP στην πλευρά του πράκτορα επισκεπτών
- Αλλαγές στο TCP μόνο εντός του πράκτορα επισκεπτών





Γενική Θεώρηση αδιάκριτου TCP

- Ο πράκτορας παρακολούθησης (Snoop agent) βρίσκεται στο σημείο πρόσβασης ή στον πράκτορα οικείων
- Ο πράκτορας επισκεπτών "κρυφακούει" τη ροή των πακέτων και αποθηκεύει προσωρινά
- Αναγνωρίζει τις επιβεβαιώσεις και φιλτράρει τα ACK





Λειτουργία αδιάκριτου TCP

- Ο SA παρακολουθεί και αποθηκεύει προσωρινά τα πακέτα που έρχονται από το σταθερό δίκτυο προς τον κινητό
- Ο SA παρακολουθεί τα ACK του κινητού υπολογιστή
 - Διαγράφει τα αποθηκευμένα πακέτα όταν επιβεβαιωθούν
 - Αναμεταδίδει πακέτα όταν ...
 - Καθυστερήσει το ACK
 - Εμφανισθούν διπλά ACK
 - Οι εκπνοές μπορεί να γίνονται σε σύντομο χρονικό διάστημα
 - γρήγορες αναμεταδόσεις
- Ο SA απορρίπτει τα διπλά ACK από τον κινητό
- Ο SA απορρίπτει τα διπλά πακέτα δεδομένων (αυτά που έχει ήδη στείλει και έχουν επιβεβαιωθεί)
- **Δεν παράγει** ACK προς τον σταθερό υπολογιστή
 - Διατηρεί την από άκρο σε άκρο επικοινωνία



Αδιάκριτο TCP (η αντίστροφη ροή)

- Ο SA παρακολουθεί την κίνηση από την πλευρά του κινητού προς τον σταθερό και ανιχνεύει ελλείποντα τεμάχια
- Στέλνει αμέσως αρνητικό ACK (NACK) στον κινητό
- Ο κινητός μπορεί να αναμεταδώσει αμέσως το ελλείπον τεμάχιο και έτσι μάλλον θα αποφευχθεί η εκπονή στο TCP του σταθερού υπολογιστή



Πλεονεκτήματα αδιάκριτου TCP

- Διατηρεί την βασική αρχή της από-άκρο-σε-άκρο επικοινωνίας
- Δεν απαιτεί αλλαγές στους σταθερούς υπολογιστές
- Δεν χρειάζεται αλλαγές στον κινητό, αλλά η αντίστροφη ροή θα επωφεληθεί από τέτοιες αλλαγές
- Δεν έχει ανάγκη διαπομπής
- Αυτόματη μεταγωγή στο κανονικό TCP
 - Δεν χρειάζεται να επιβεβαιωθεί ότι το φιλοξενούν δίκτυο παρέχει τον SA



Μειονεκτήματα αδιάκριτου TCP

- Δεν απομονώνει πλήρως τα λάθη της ασυρματικής ζεύξης από το σταθερό δίκτυο
- Ο κινητός πρέπει να τροποποιηθεί ώστε να χειρίζεται τα NACK της αντίστροφης ροής
- Δεν μπορεί να χειρισθεί κρυπτογραφημένη κίνηση
- Δεν μπορεί να πιστοποιηθεί η αυθεντικότητα της επαναμετάδοσης των πακέτων από τον SA

Ταχεία αναμετάδοση/ταχεία ανάκαμψη



- Η αλλαγή πράκτορα επισκεπτών μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια πακέτων
 - Το TCP καταφεύγει στην αργή αρχή παρότι δεν υπάρχει συμφόρηση
- Εξαναγκασμένη ταχεία αναμετάδοση
 - Μόλις γίνει η εγγραφή στον νέο πράκτορα επισκεπτών, ο κινητός στέλνει διπλές επιβεβαιώσεις επίτηδες
 - Αυτό προκαλεί τη λειτουργία ταχείας αναμετάδοσης στην άλλη πλευρά
 - Επιπλέον, στην πλευρά του κινητού το TCP συνεχίζει να στέλνει με το τρέχον παράθυρο και δεν εισέρχεται στην αργή αρχή μετά την εγγραφή
- Πλεονέκτημα
 - Απλές αλλαγές → σημαντική βελτίωση της επίδοσης
- Μειονέκτημα
 - Ανάμειξη των IP και TCP (για την εύρεση της νέας σύνδεσης) → μη διαφανής λύση



Πάγωμα μετάδοσης/εκπνοής

- Οι κινητοί μπορεί να αποσυνδεθούν για μεγάλα διαστήματα
 - Δεν είναι δυνατή η ανταλλαγή πακέτων, πχ, εντός σήραγγας
 - Το TCP διακόπτει
- Πάγωμα TCP
 - Το στρώμα MAC σε πολλές περιστάσεις είναι σε θέση να προειδοποιήσει για τη διακοπή
 - Το MAC μπορεί να ενημερώσει το TCP για την επερχόμενη διακοπή
 - Το TCP σταματά την αποστολή, αλλά δεν υποθέτει συμφόρηση
 - Το MAC σηματοδοτεί την επανασύνδεση
- Πλεονέκτημα
 - Ανεξάρτητα των μηχανισμών για δεδομένα και TCP
- Μειονέκτημα
 - Το TCP στην πλευρά του κινητού πρέπει να αλλάξει (ο μηχανισμός εξαρτάται από το στρώμα MAC)



Δυναμική εκχώρηση διευθύνσεων IP

RARP, BOOTP, DHCP

Πώς παίρνει ένας host μια διεύθυνση IP;



- Η διεύθυνση που εκχωρείται από τον διαχειριστή καταγράφεται σε αρχείο ή παραμέτρους του λειτουργικού συστήματος
- Λαμβάνεται δυναμικά μέσω δυναμικής εκχώρησης



Δυναμική εκχώρηση διευθύνσεων IP

- Η δυναμική εκχώρηση διευθύνσεων IP είναι επιθυμητή για πολλούς λόγους:
 - Οι διευθύνσεις IP αποδίδονται όταν ζητηθούν
 - Αποφεύγεται η χειροκίνητη διάρθρωση του IP
 - Υποστηρίζεται η κινητικότητα των υπολογιστών (laptops)
- Τρία πρωτόκολλα:
 - **RARP** (μέχρι 1985, δεν χρησιμοποιείται πια)
 - **BOOTP** (1985-1993)
 - **DHCP** (από 1993)
- Σήμερα το DHCP χρησιμοποιείται ευρέως

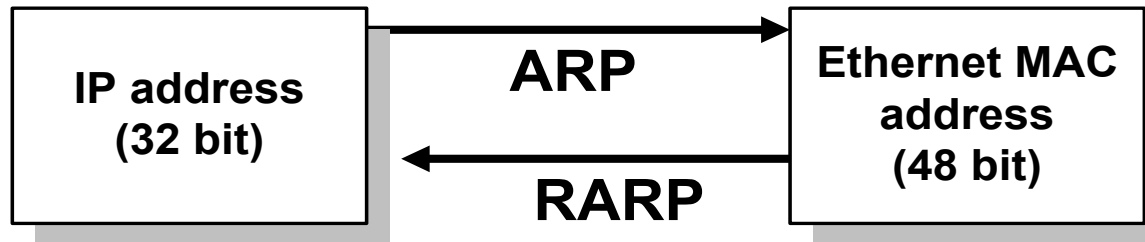


Πρωτόκολλο RARP

- Ποια είναι η διεύθυνση IP για δοθείσα διεύθυνση Ethernet;
 - π.χ., κατά την εκκίνηση ενός σταθμού εργασίας χωρίς δίσκο (π.χ., X-terminals)
- Πρωτόκολλο αντίστροφης επίλυσης διευθύνσεων, RARP
- Το RARP χρησιμοποιεί εκπομπή στο τοπικό δίκτυο. Τέτοιες εκπομπές δεν προωθούνται από τους δρομολογητές, οπότε χρειάζεται
 - Ένας εξυπηρετητής RARP σε κάθε δίκτυο



Πρωτόκολλο RARP



- Λειτουργεί όπως το ARP
- Το πακέτο RARP είναι ίδιο με το ARP
 - Operation: αίτηση RARP (3) ή απάντηση RARP (4)
- Το RARP δεν χρησιμοποιείται πλέον
- Δίνει μόνο διευθύνσεις IP (όχι τον default δρομολογητή ούτε την μάσκα του υποδικτύου)



Εκκίνηση (Bootstapping)

- Ο υπολογιστής εκκινεί με ένα απλό πρόγραμμα (boot program)
- Το πρόγραμμα boot φορτώνει το λειτουργικό σύστημα
- Σε μηχανές χωρίς δίσκο (diskless), ο υπολογιστής χρειάζεται την διεύθυνση IP του εξυπηρετητή όπου βρίσκεται η εικόνα του λειτουργικού συστήματος
- Χρειάζεται επίσης την δικιά του διεύθυνση IP
- Γνωρίζει μόνο την δικιά του φυσική διεύθυνση



Μια λύση

- Reverse ARP: Ποια είναι η διεύθυνση IP για τη φυσική διεύθυνση xx:xx:... ;
- ICMP: Ποια είναι η μάσκα του υποδικτύου;
- ICMP: Ποιος είναι ο default δρομολογητής;
- Πρόβλημα: Που είναι το αρχείο για τη διεύθυνση IP nnn.nnn....;



BOOTP (Bootstrap Protocol)

- Το πρωτόκολλο εκκίνησης (bootstrap) BOOTP χρησιμοποιεί μηνύματα UDP
- Ο υπολογιστής μπορεί να διαρθρώσει τις παραμέτρους IP κατά την εκκίνηση
- Διαχωρισμός της διάρθρωσης (configuration) από το φόρτωμα (download) αρχείων
- Τρεις υπηρεσίες:
 - Εκχώρηση διεύθυνσης IP
 - Εύρεση της διεύθυνσης IP του εξυπηρετητή BOOTP
 - Το όνομα του αρχείου που θα φορτώσει και εκτελέσει ο πελάτης (boot file name)



BOOTP

- Η απάντηση στην αίτηση BOOTP δεν εκχωρεί μόνο τη διεύθυνση IP, προσδιορίζει επίσης τον Default Router και τη μάσκα υποδικτύου
- Χρησιμοποιεί δεδομενογράμματα UDP
 - UDP Port 67 (server)
 - UDP Port και 68 (host)
 - με διευθύνσεις εκπομπής (255.255.255.255)
 - Αυτές οι διευθύνσεις δεν προωθούνται



BOOTP

- Η boot image λαμβάνεται με το πρόγραμμα TFTP (Trivial File Transfer Protocol)
- Η αντιστοίχιση διευθύνσεων IP είναι στατική!
- Πρόβλημα: Γιατί να χάνεται μια διεύθυνση που δεν χρησιμοποιείται;

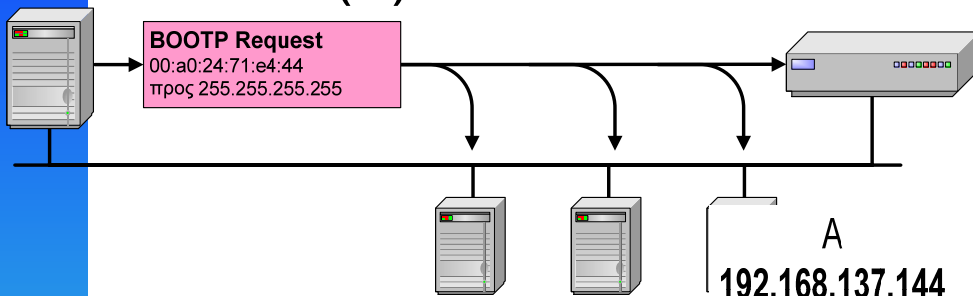


Λειτουργία BOOTP

A
00:a0:24:71:e4:44

(α)

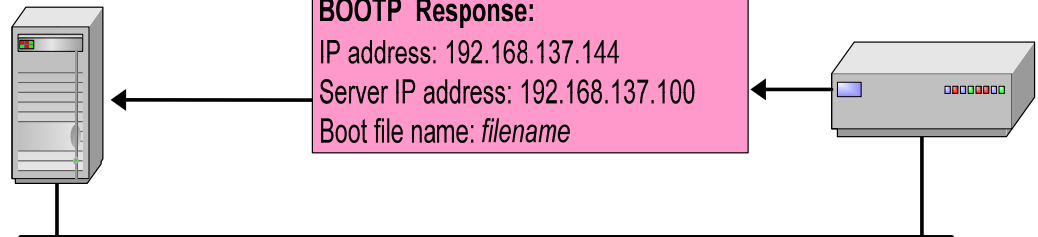
Εξυπηρετητής BOOTP



A
192.168.137.144
00:a0:24:71:e4:44

(β)

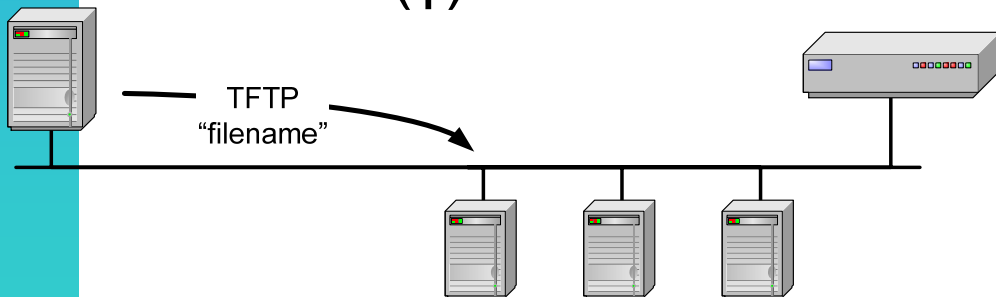
Εξυπηρετητής BOOTP



A
192.168.137.144
00:a0:24:71:e4:44

(γ)

Εξυπηρετητής BOOTP



192.168.137.100



DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

Επιτρέπει σε κάποιο host, όταν εκκινεί, να αποκτήσει δυναμικά την IP διεύθυνσή του, τη μάσκα υποδικτύου, τον default gateway, τον εξυπηρετητή DNS, κ.α. από εξυπηρετητή του δικτύου

- Μέσω του DHCP οι host μπορούν να μοιράζονται μια ομάδα διευθύνσεων IP
- Οι διευθύνσεις μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν αφού δίδονται στον host όταν εισέρχεται στο δίκτυο και διατηρούνται μόνο όσο είναι συνδεδεμένος
- Μπορεί να υποστηριχθεί κινητικότητα των host

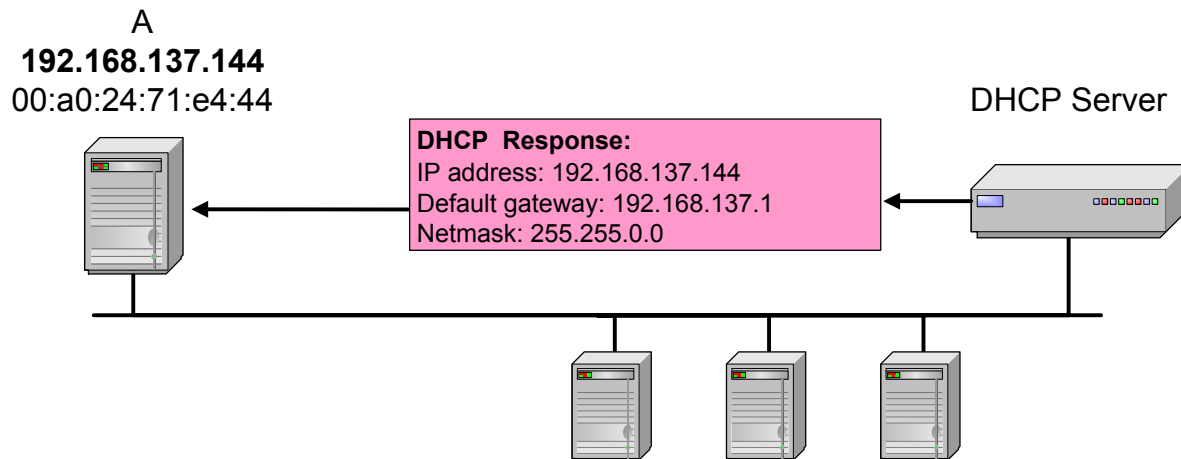
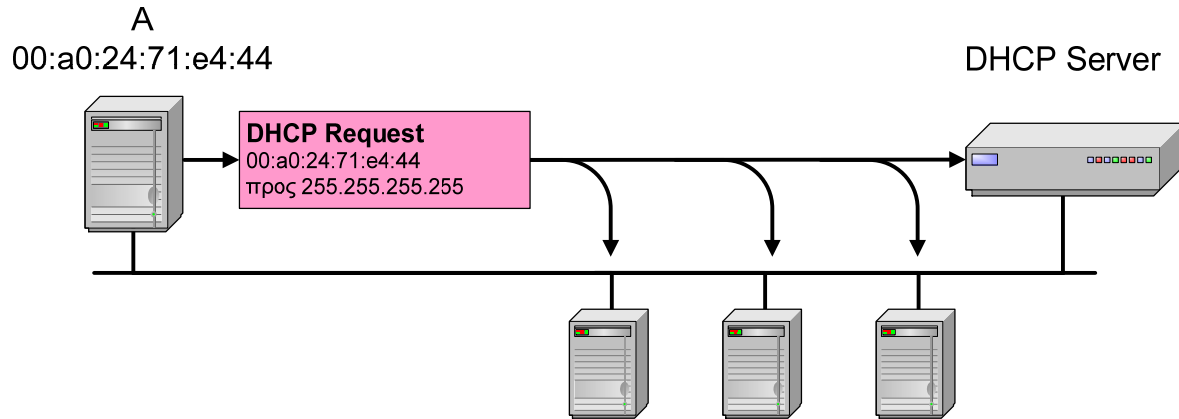


DHCP

- Επέκταση του BOOTP (πολλές ομοιότητες)
 - Σχεδιάστηκε το 1993
 - Χρησιμοποιεί τις ίδιες πόρτες με το BOOTP
 - Επεκτάσεις:
 - Υποστηρίζει προσωρινές εκχωρήσεις ("δάνεια") διευθύνσεων IP
 - Ο πελάτης DHCP μπορεί να λάβει όλες τις σχετικές με το IP παραμέτρους
 - Το DHCP είναι ο προτιμώμενος μηχανισμός
 - Το DHCP υποστηρίζει και πελάτες BOOTP



Λειτουργία DHCP (γενικά)





Συνοπτική λειτουργία DHCP:

- ο host εκπέμπει το μήνυμα **DHCP discover**
- ο εξυπηρετητής DHCP απαντά με **DHCP offer**
- ο host ζητά διεύθυνση IP με το **DHCP request**
- ο εξυπηρετητής DHCP στέλνει διεύθυνση με **DHCP ack**



Πρωτόκολλο DHCP

- Οι εξυπηρετητές DHCP διαθέτουν ομάδες διευθύνσεων IP
- Το DHCP επιτρέπει τον δανεισμό διευθύνσεων IP για κάποιες χρονικές περιόδους
- Όταν το δάνειο λήξει, ο εξυπηρετητής μπορεί να την ξαναδανίσει
 - Τα δάνεια ανανεώνονται όταν παρέλθει το 50% της χρονικής τους διάρκειας



Μήνυμα BOOTP/DHCP

OpCode	Τύπος υλικού	Μήκος διεύθυνσης υλικού	Μετρητής βημάτων
Δευτερόλεπτα		Αχρησιμοποίητο (BOOTP) Σημαίεις (DHCP)	
Transaction ID			
Διεύθυνση IP πελάτη			
Η IP διεύθυνσή σας			
Διεύθυνση IP εξυπηρετητή			
Διεύθυνση IP πύλης			
Διεύθυνση υλικού πελάτη (16 byte)			
Όνομα εξυπηρετητή (64 byte)			
Όνομα boot file (128 byte)			
Επιλογές			



BOOTP/DHCP

- OpCode: 1 (Request), 2 (Reply)
 - Ο τύπος μηνύματος DHCP περιλαμβάνεται στις επιλογές
- Hardware Type: 1 (Ethernet)
- Hardware address length: 6 (Ethernet)
- Hop count: τίθεται στο 0 από τον πελάτη
- Transaction ID: Ακέραιος αριθμός (για να προσδιορισθεί η απάντηση στην αίτηση)
- Seconds: αριθμός δευτερολέπτων από την εκκίνηση (boot) του πελάτη
- Client IP address, your IP address, server IP address, Gateway IP address, client hardware address, server host name, boot file name: ο πελάτης συμπληρώνει ό,τι ξέρει και αφήνει τα άλλα κενά



Τύποι μηνυμάτων DHCP

- Ο τύπος μηνύματος στέλνεται ως επιλογή

Τιμή	Τύπος μηνύματος
1	DHCPDISCOVER
2	DHCROFFER
3	DHCPREQUEST
4	DHCPDECLINE
5	DHCPACK
6	DHCPNAK
7	DHCPRELEASE
8	DHCPINFORM



Άλλες επιλογές

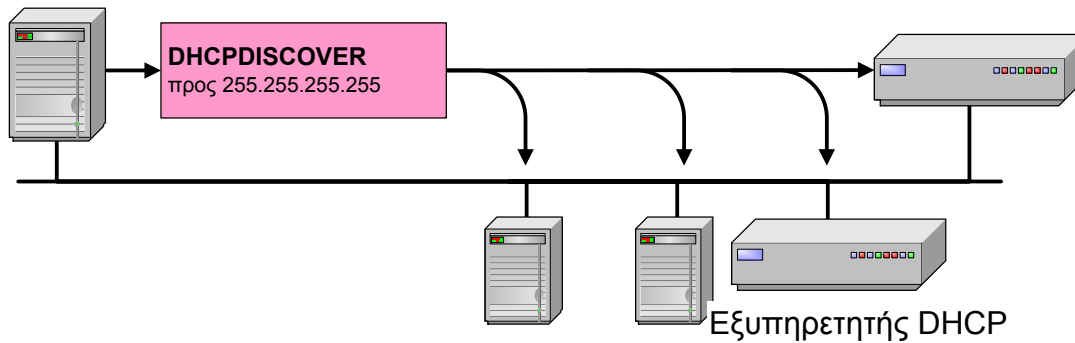
- Άλλες πληροφορίες που στέλνει το DHCP ως επιλογές:
Subnet Mask, Name Server, Hostname, Domain Name, Forward On/Off, Default IP TTL, Broadcast Address, Static Route, Ethernet Encapsulation, X Window Manager, X Window Font, DHCP Msg Type, DHCP Renewal Time, DHCP Rebinding, Time SMTP-Server, SMTP-Server, Client FQDN, Printer Name, ...



Λειτουργία DHCP (λεπτομέρειες)

Πελάτης DHCP
00:a0:24:71:e4:44

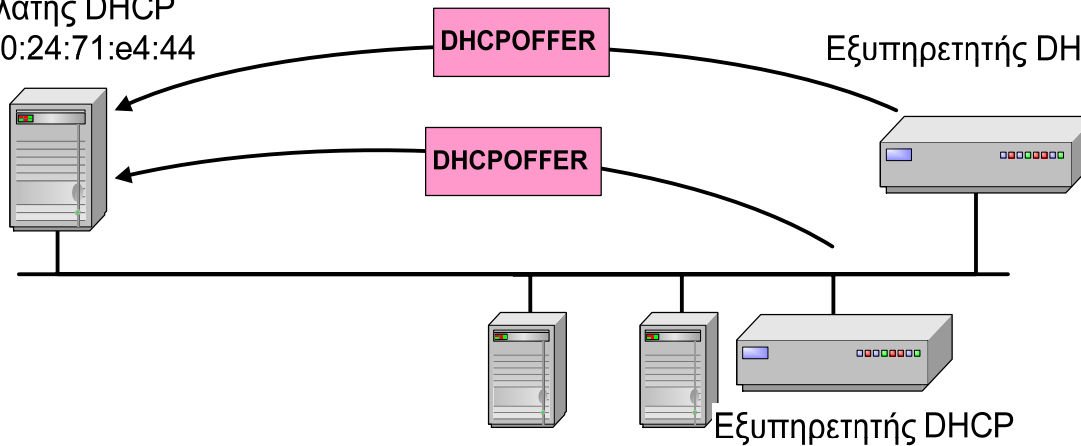
Εξυπηρετητής DHCP



Ανακάλυψη

Πελάτης DHCP
00:a0:24:71:e4:44

Εξυπηρετητής DHCP



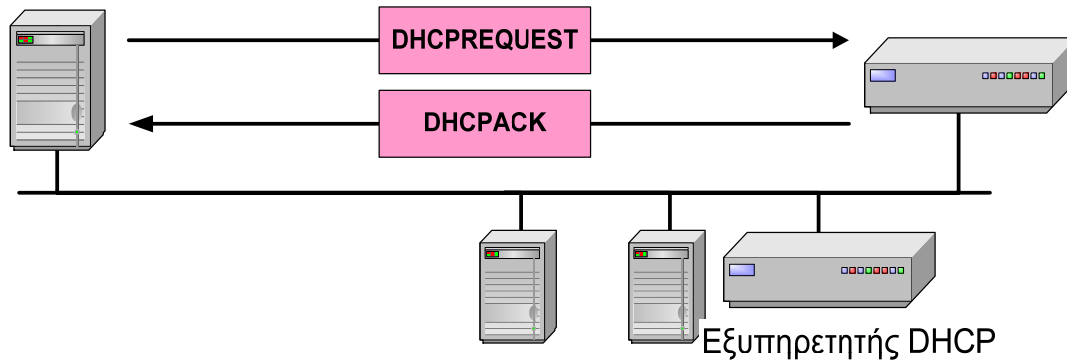
Προσφορές



Λειτουργία DHCP (λεπτομέρειες)

Πελάτης DHCP
00:a0:24:71:e4:44

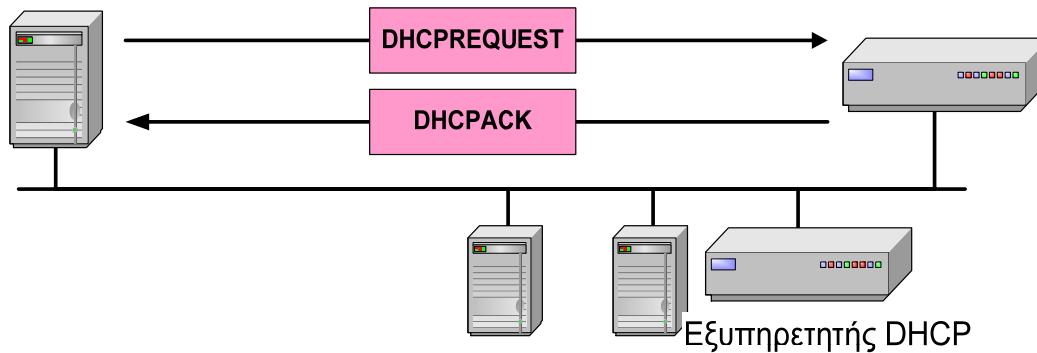
Εξυπηρετητής DHCP



Αίτηση για “δάνειο”

Πελάτης DHCP
00:a0:24:71:e4:44

Εξυπηρετητής DHCP



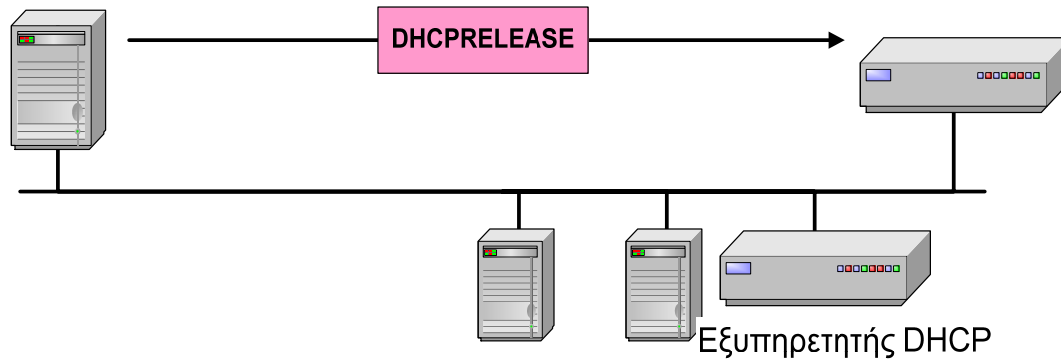
Ανανέωση “δανείου”



Λειτουργία DHCP (λεπτομέρειες)

Πελάτης DHCP
00:a0:24:71:e4:44

Εξυπηρετητής DHCP



Λήξη “δάνειου”

Λειτουργία DHCP (λεπτομέρειες)



- Μόλις ο host εκκινήσει εκπέμπει ένα μήνυμα *discover*
- Οι εξυπηρετητές DHCP απαντούν με το μήνυμα *offer* που ορίζει διευθύνσεις IP
- Ο host επιλέγει μία και εκπέμπει την αίτηση *request* προς τον εξυπηρετητή
- Όλοι οι άλλοι εξυπηρετητές αποχωρούν και ο επιλεγθείς εξυπηρετητής στέλνει *ack*
- Η διεύθυνση IP παραχωρείται με δάνειο για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα
- Ο host πρέπει να το ανανεώσει με μήνυμα *lease* εάν ο χρόνος λήξει
- Όταν ο host τελειώσει στέλνει ένα *release*
- Ο εξυπηρετητής επαναχρησιμοποιεί διευθύνσεις IP όταν το δάνειο λήξει

DHCP: σενάριο πελάτη εξυπηρετητή

