



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

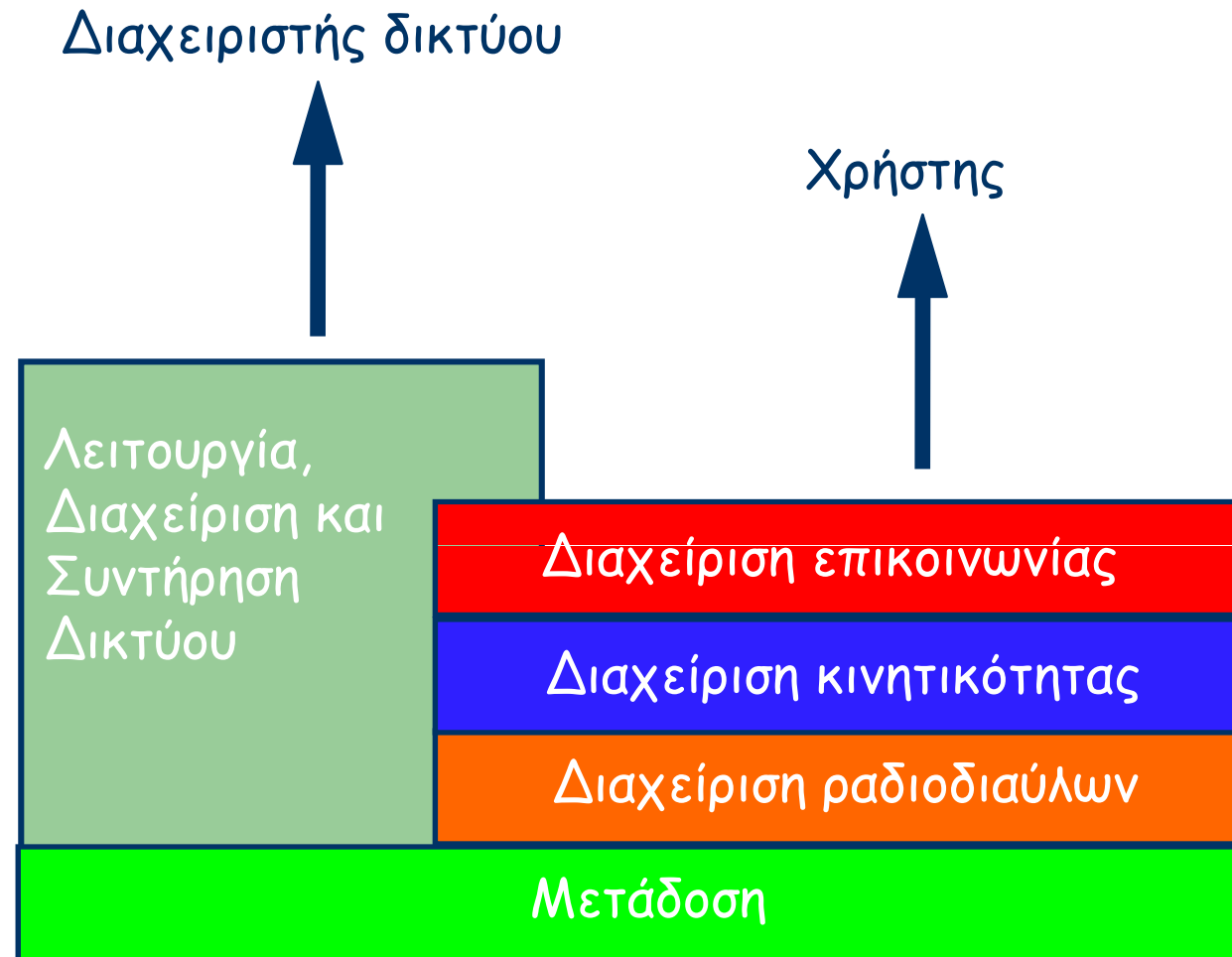
Διαχείριση κινητικότητας

Περίληψη



- Διαχείριση εντοπισμού
 - Ενημέρωση θέσης
 - Παράδοση κλήσης
- Ενημέρωση θέσης και εντοπισμός δεδομένων
 - Κεντρικές βάσεις δεδομένων
 - Κατανεμημένες βάσεις δεδομένων
- Ενημέρωση θέσης και Αναζήτηση
 - Δυναμικές μέθοδοι ενημέρωσης θέσης
 - Μέθοδοι αναζήτησης
- Διαχείριση εντοπισμού στο UMTS
- Διαχείριση ασφάλειας στο GSM

Μοντέλο αναφοράς

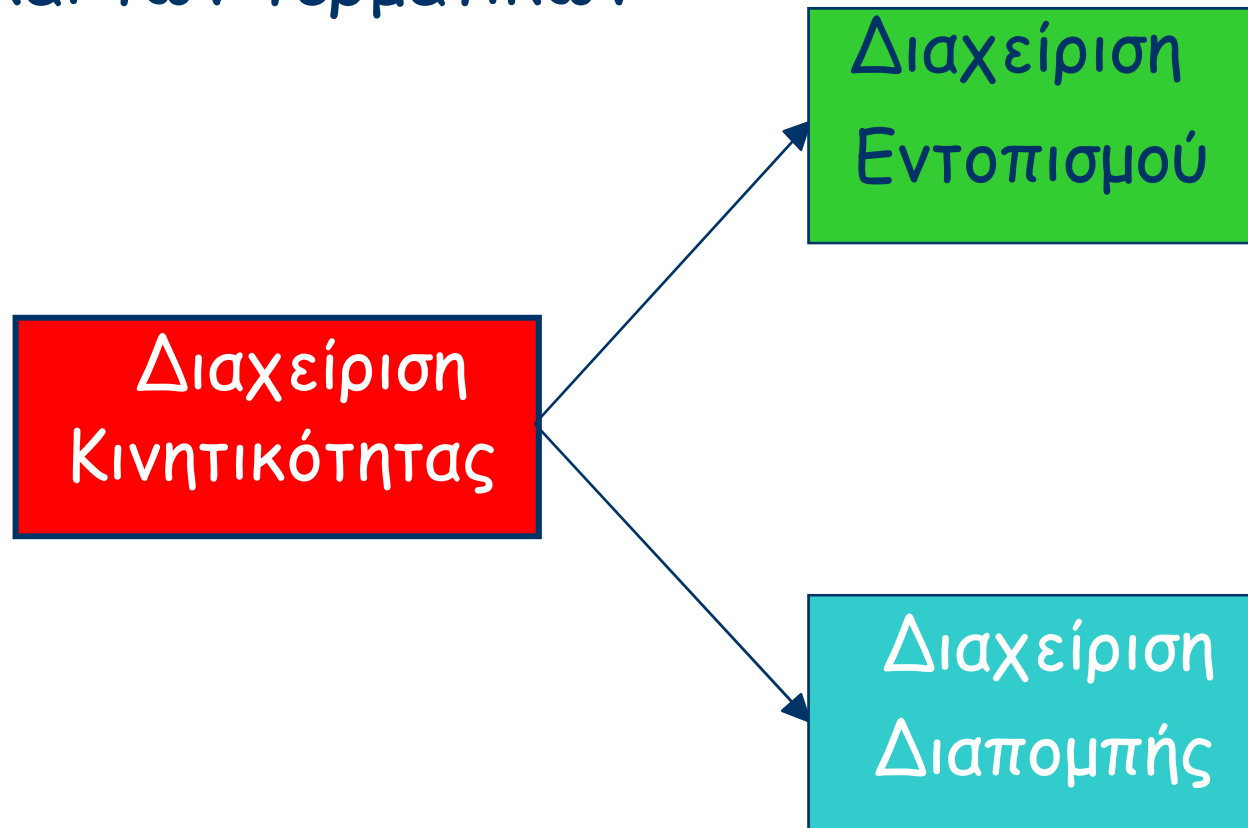


Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Διαχείριση κινητικότητας



Λειτουργίες και διαδικασίες που έχουν σχέση με την κίνηση των χρηστών και των τερματικών



Διαχείριση κινητικότητας



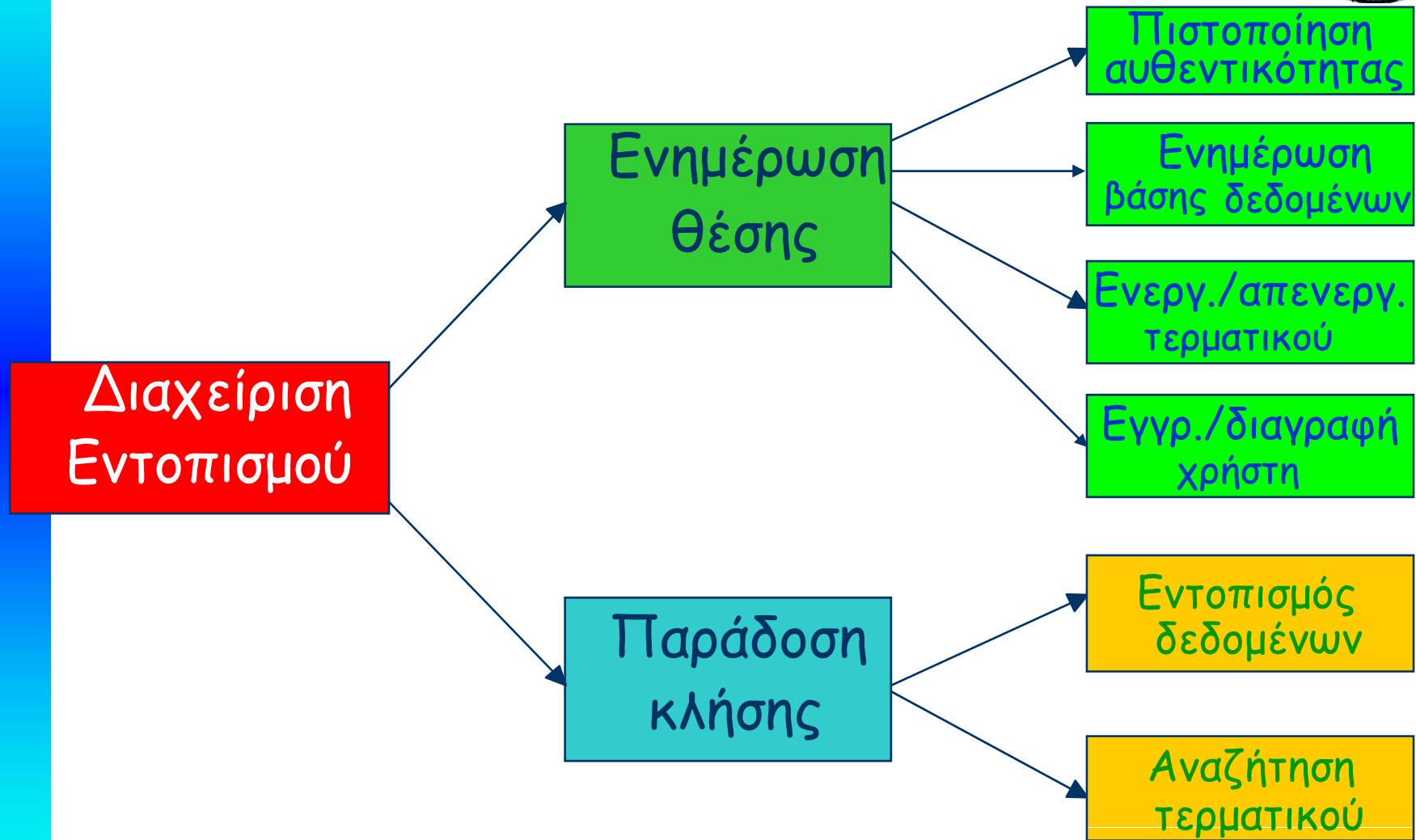
- Περιλαμβάνει το σύνολο των διαδικασιών που αφορούν:
 - την ενημέρωση του δικτύου για τη θέση και την κατάσταση των κινητών τερματικών (χρηστών)
 - τον προσδιορισμό της θέσης του καλούμενου για προώθηση της εισερχόμενης κλήσης
 - τη διαδικασία της διαπομπής

Διαχείριση εντοπισμού



- Η διαχείριση εντοπισμού έχει δύο όψεις:
- πώς ο κινούμενος χρήστης ή το κινούμενο τερματικό αντιμετωπίζει την αλλαγή περιβάλλοντος (της θέσης του)
- πώς η υποδομή του συστήματος διαχειρίζεται τα δεδομένα που αφορούν στη θέση των τερματικών (χρηστών), ώστε να καθιστά δυνατή την εγκατάσταση κλήσεων προς κινούμενα τερματικά (χρήστες).

Διαχείριση εντοπισμού



Διαδικασία ενημέρωσης θέσης



- Οι λειτουργίες που απαρτίζουν τη διαδικασία ενημέρωσης θέσης **δεν σχετίζονται με τις κλήσεις** και έχουν ως σκοπό να ενημερώνουν το δίκτυο για:
 - τη θέση των τερματικών που βρίσκονται σε λειτουργία
 - την παρούσα κατάσταση των τερματικών
 - την κατάσταση εγγραφής των χρηστών

Διαδικασία παράδοσης της κλήσης



- Οι λειτουργίες που απαρτίζουν τη διαδικασία παράδοσης της κλήσης ενεργοποιούνται μόνο όταν υπάρχει εισερχόμενη κλήση για κινητό τερματικό
 - εντοπισμός δεδομένων
 - αναζήτηση τερματικού

Διαχείριση εντοπισμού στα επίγεια δίκτυα κινητών επικοινωνιών



- Οι τρέχουσες τεχνικές βασίζονται σε ιεραρχική βάση δεδομένων δύο επιπέδων
- Οι πληροφορίες που αφορούν χρήστες/τερματικά αποθηκεύονται σε δύο τύπους καταχωρητών
 - καταχωρητής θέσης οικείων (Home Location Register, HLR)
 - καταχωρητής θέσης επισκεπτών (Visitors Location Register, VLR)

Διαχείριση εντοπισμού στα επίγεια δίκτυα κινητών επικοινωνιών



- Η στατική (μόνιμη) πληροφορία του HLR είναι:
 - ο αριθμός κλήσης του κινητού συνδρομητή (*Mobile Subscriber Number, MSN*)
 - η διεθνής ταυτότητα του συνδρομητή (*International Mobile Subscriber Identity, IMSI*)
 - το κλειδί ελέγχου αυθεντικότητας
 - οι πληροφορίες για τις βασικές και συμπληρωματικές υπηρεσίες (profile)

Διαχείριση εντοπισμού στα επείγεια δίκτυα κινητών επικοινωνιών



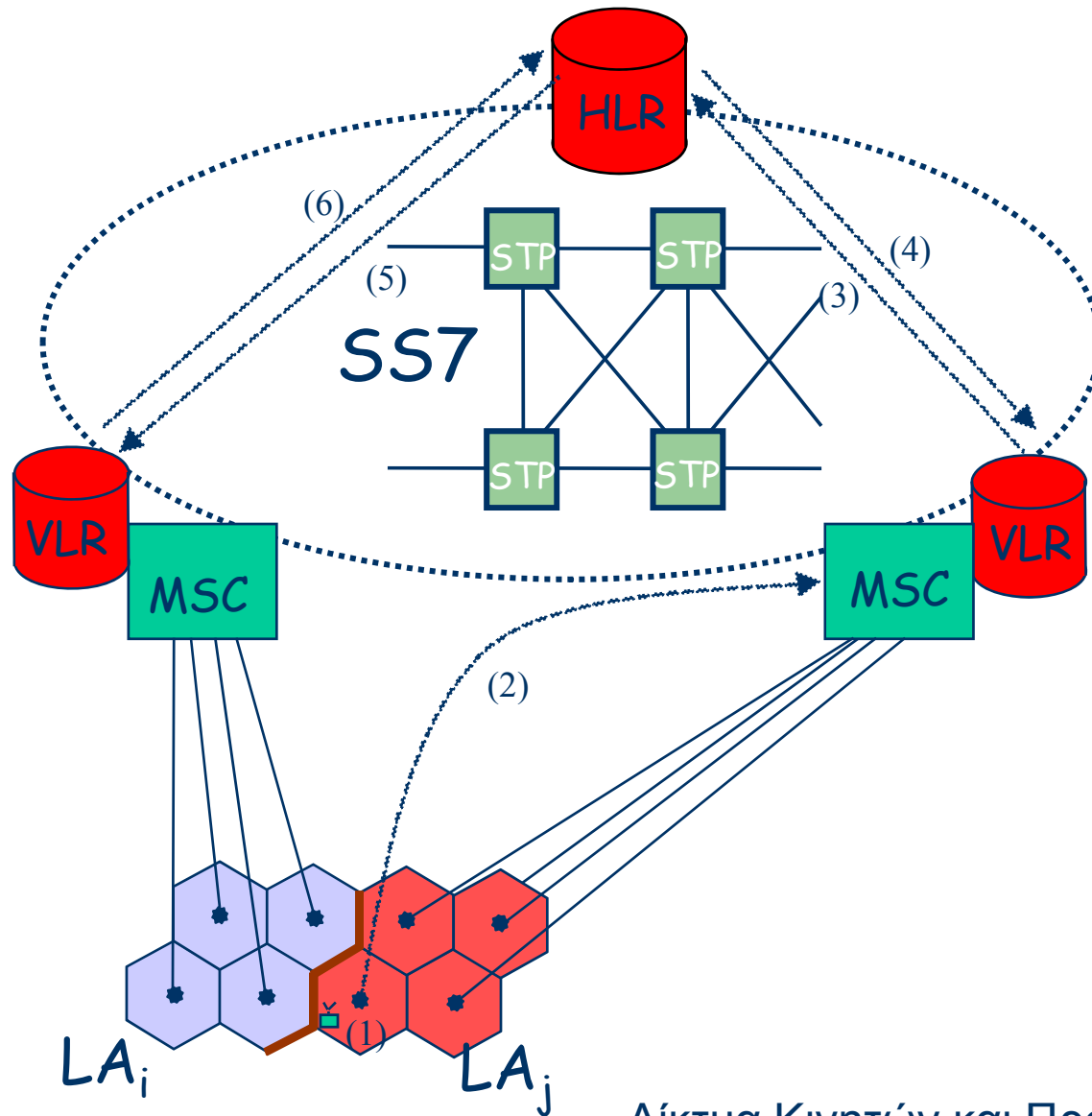
- Η δυναμική πληροφορία του HLR περιλαμβάνει:
 - τις παραμέτρους ελέγχου αυθεντικότητας και κρυπτογράφησης
 - τον αριθμό περιαγωγής κινητού σταθμού (*Mobile Station Roaming Number, MSRN*), ή
 - τη διεύθυνση του VLR ή αντίστοιχα την ταυτότητα της LA
 - την κατάσταση του κινητού τερματικού
 - προσωρινές πληροφορίες σχετικές με τις υπηρεσίες που χρησιμοποιεί

Διαχείριση εντοπισμού στα επίγεια δίκτυα κινητών επικοινωνιών



- Ο VLR περιέχει στατική και δυναμική πληροφορία ανάλογη με εκείνη του HLR
- περιέχει επιπλέον και την προσωρινή ταυτότητα κινητού συνδρομητή (*Temporary Mobile Subscriber Identity, TMSI*)

Διαδικασία ενημέρωσης θέσης



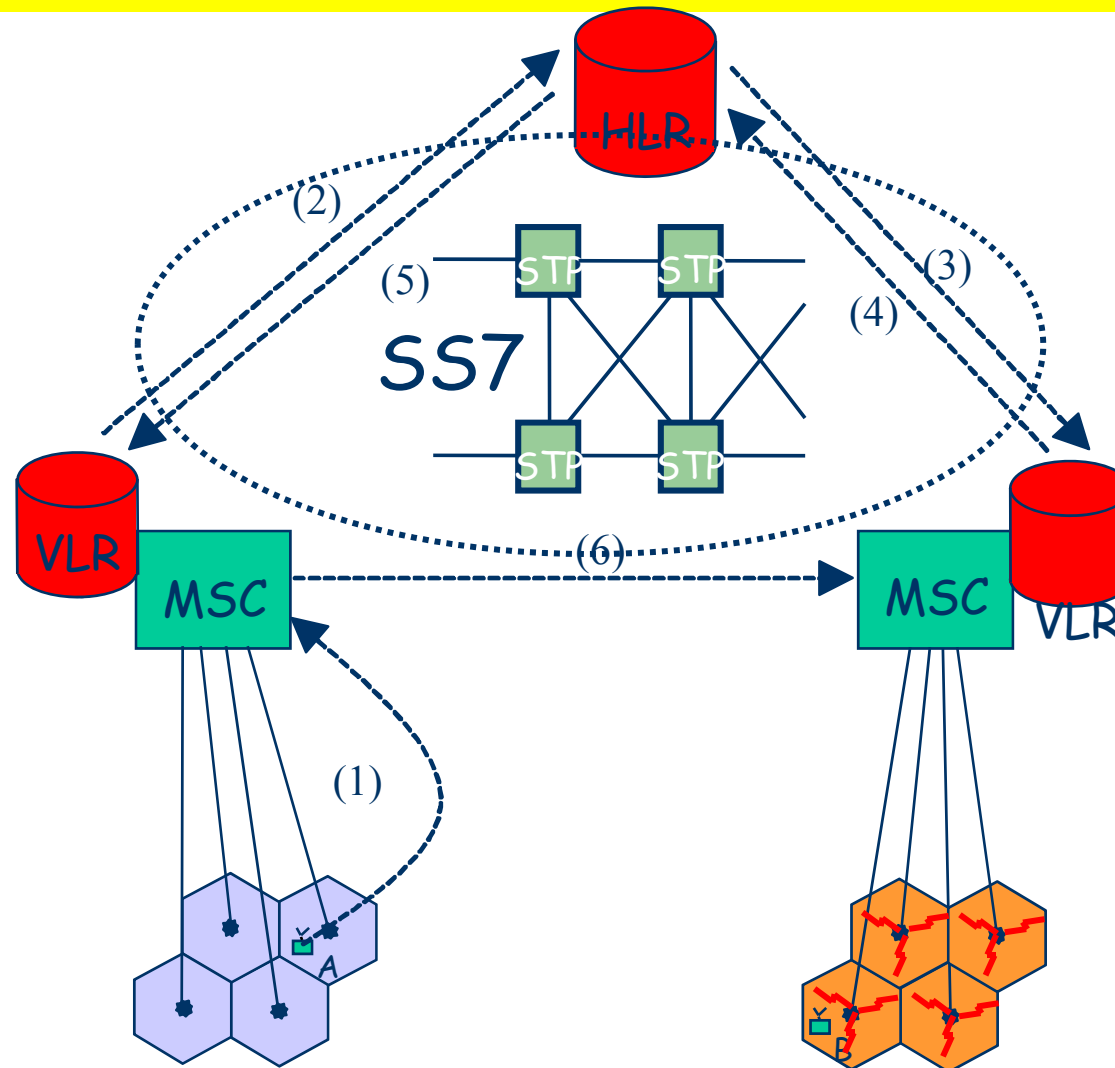
Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Διαδικασία παράδοσης της κλήσης



- Διακρίνουμε δύο κυρίως βήματα:
 1. προσδιορισμός του VLR που εξυπηρετεί το καλούμενο κινητό τερματικό (interrogation)
 2. εντοπισμός της τρέχουσας κυψέλης στην οποία περιφέρεται το καλούμενο κινητό τερματικό (paging).

Διαδικασία παράδοσης της κλήσης

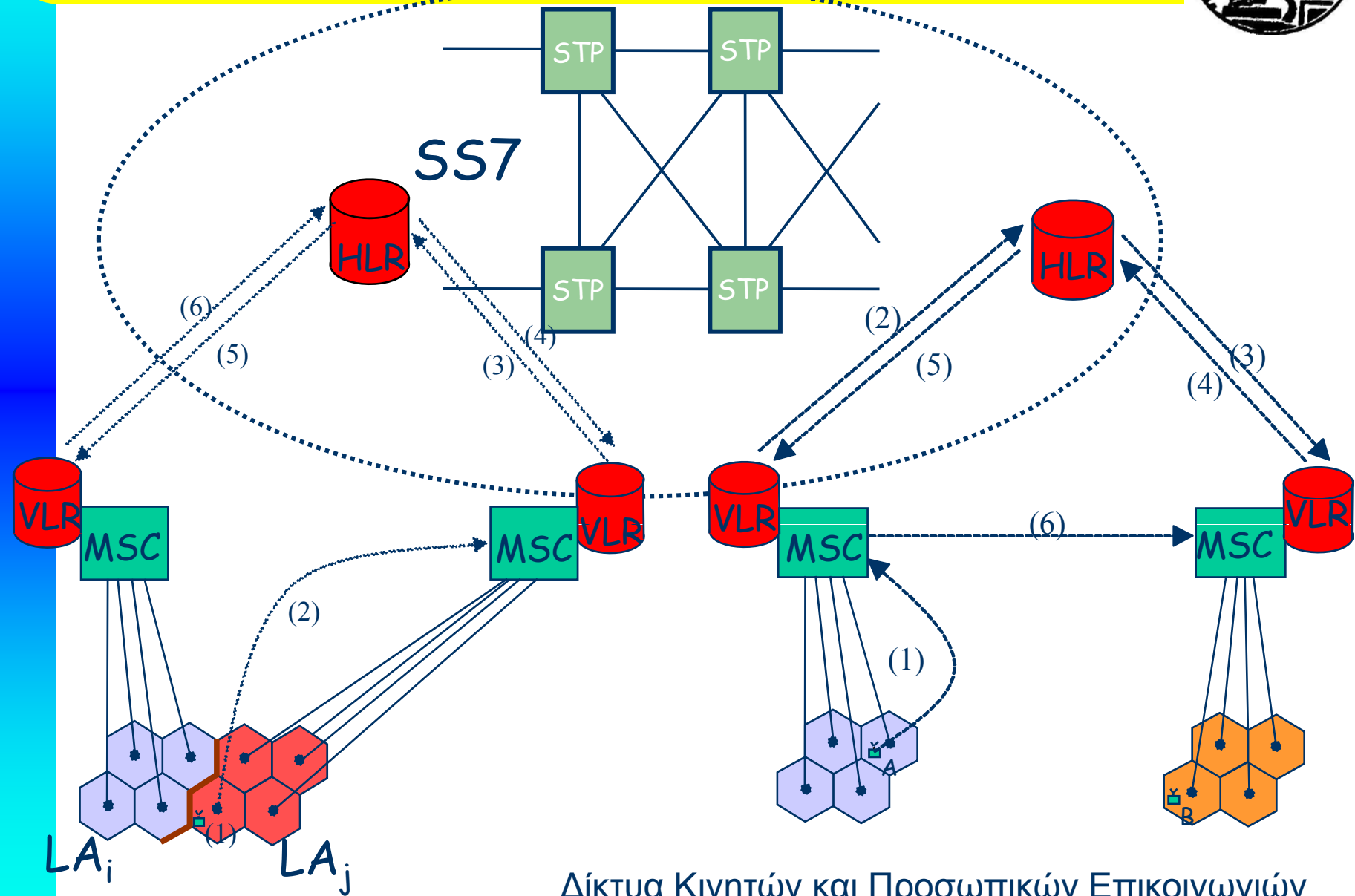


Διαδικασία παράδοσης της κλήσης



- Ο σχεδιασμός των LA (σχήμα, θέση, διάταξη) όσο και η στρατηγική αναζήτησης στην LA είναι μεγάλης σημασίας
 - καθορίζουν τις απαιτήσεις σε σηματοδοσία (διαδικασία ενημέρωσης θέσης, αναζήτηση)
 - επηρεάζουν σημαντικά τον ρυθμό προσβάσεων στη βάση δεδομένων (διαδικασία ενημέρωσης θέσης)
- Ο εντοπισμός δεδομένων και η αναζήτηση είναι **συμπληρωματικές** διαδικασίες.

Ενημέρωση θέσης και εντοπισμός δεδομένων

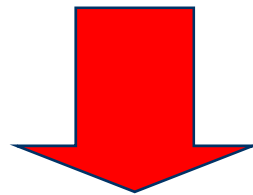


Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Ενημέρωση θέσης και εντοπισμός δεδομένων



- Οι διαδικασίες αυτές μπορεί να έχουν μεγάλο κόστος όταν το ΜΤ βρίσκεται μακριά από τον HLR
- Όσο αυξάνει ο αριθμός των χρηστών, το φορτίο σηματοδοσίας που οφείλεται στη διαδικασία εντοπισμού δεδομένων είναι υπερβολικά μεγάλο



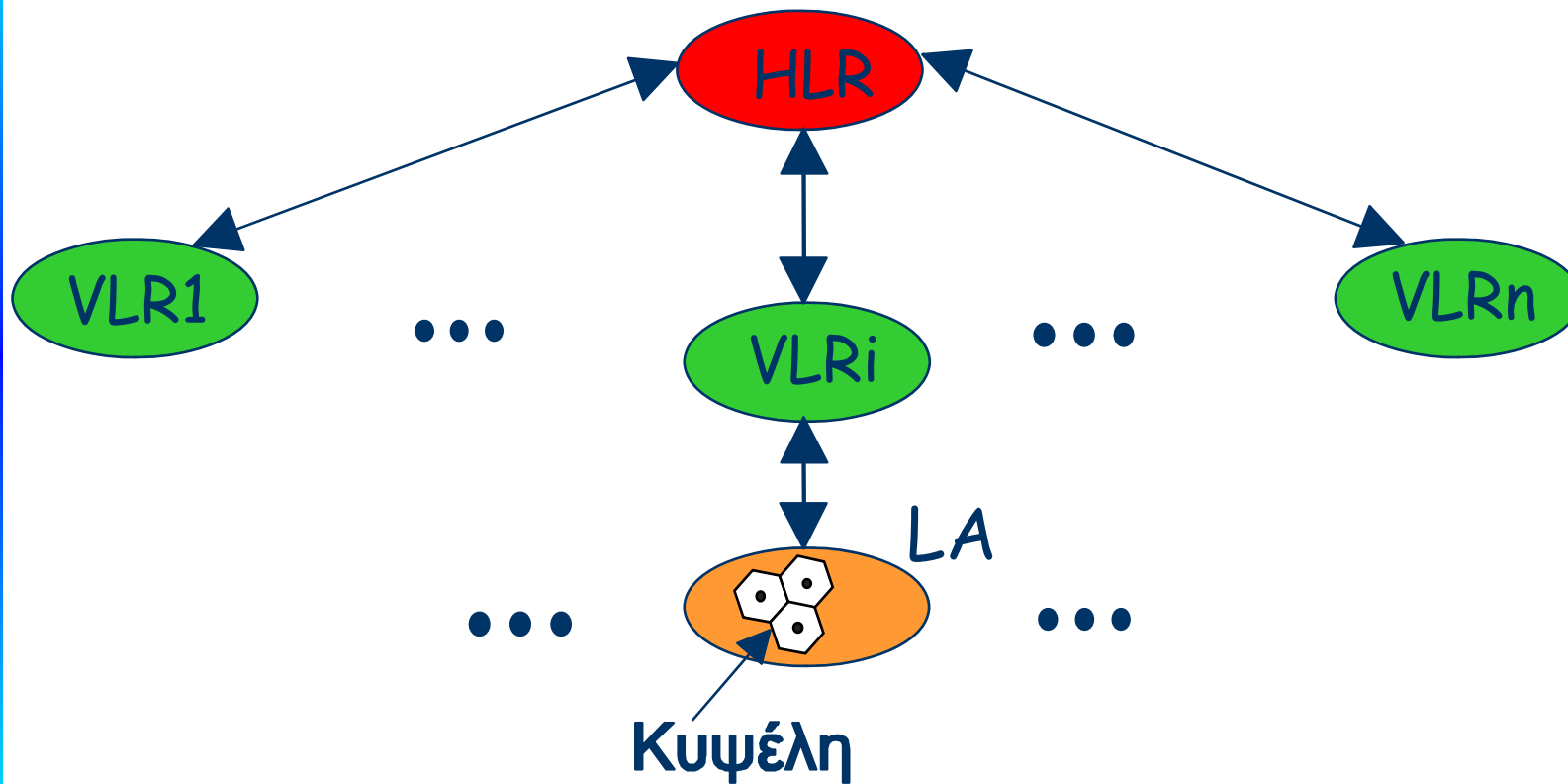
- μέθοδοι για τον περιορισμό του φορτίου σηματοδοσίας για τον εντοπισμό των δεδομένων

Ενημέρωση θέσης και εντοπισμός δεδομένων



- Η έρευνα στην περιοχή αυτή μπορεί γενικά να χωριστεί σε δύο κατηγορίες:
 1. επεκτάσεις της στρατηγικής εντοπισμού δεδομένων που εφαρμόζεται στα συστήματα δεύτερης γενιάς
 2. εντελώς νέες αρχιτεκτονικές, οι οποίες απαιτούν νέα σχήματα για τις διαδικασίες ενημέρωσης θέσης και παράδοσης κλήσης

Αρχιτεκτονικές κεντρικών βάσεων δεδομένων

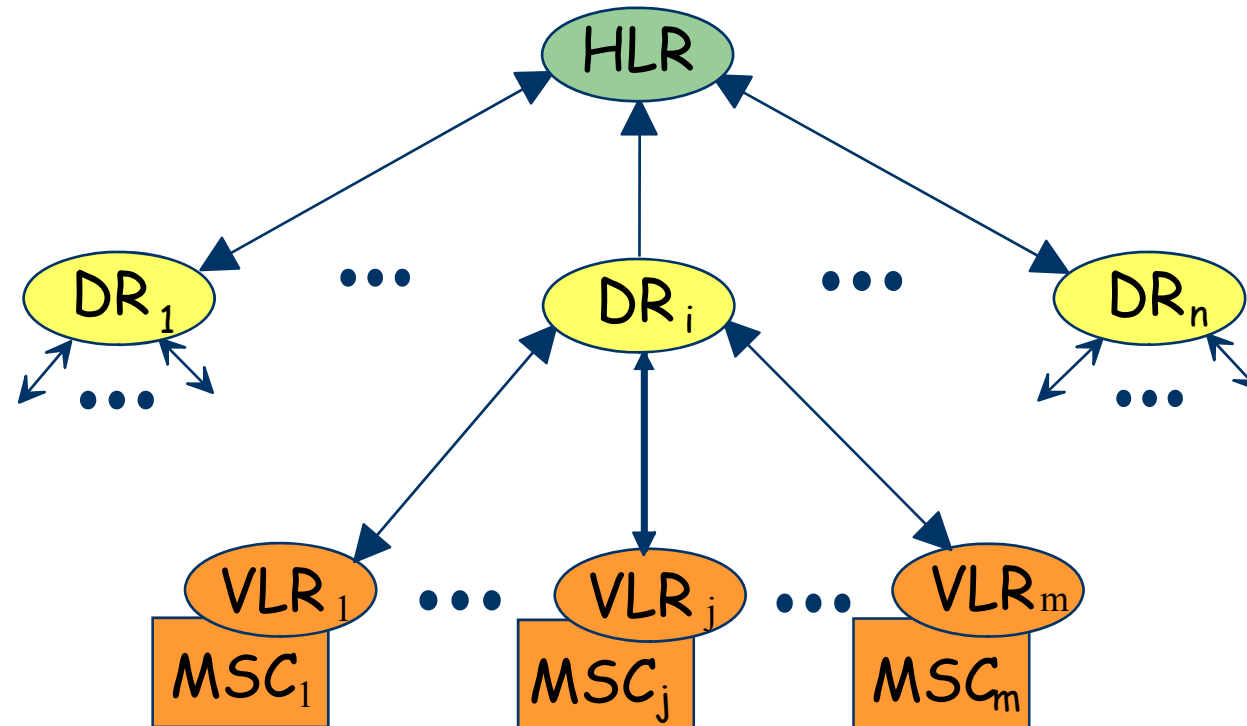


Αρχιτεκτονικές κεντρικών βάσεων δεδομένων



- Προσθήκη νέου ιεραρχικού επιπέδου με **καταχωρητές καταλόγου (DR)**, που ο καθένας τους καλύπτει μερικά MSC (VLR)
- Ο DR υπολογίζει και αποθηκεύει μια μορφή δείκτη θέσης για κάθε τερματικό που εξυπηρετεί
 - Τοπικός δείκτης (DR→MSC)
 - Άμεσος απόμακρος δείκτης (DR→MSC)
 - Έμμεσος απόμακρος δείκτης (DR→DR)
- Ο HLR μπορεί να τροποποιηθεί, ώστε να φυλάσσει έναν δείκτη είτε προς τον τρέχοντα DR είτε προς το τρέχον MSC

Καταχωρητές καταλόγου



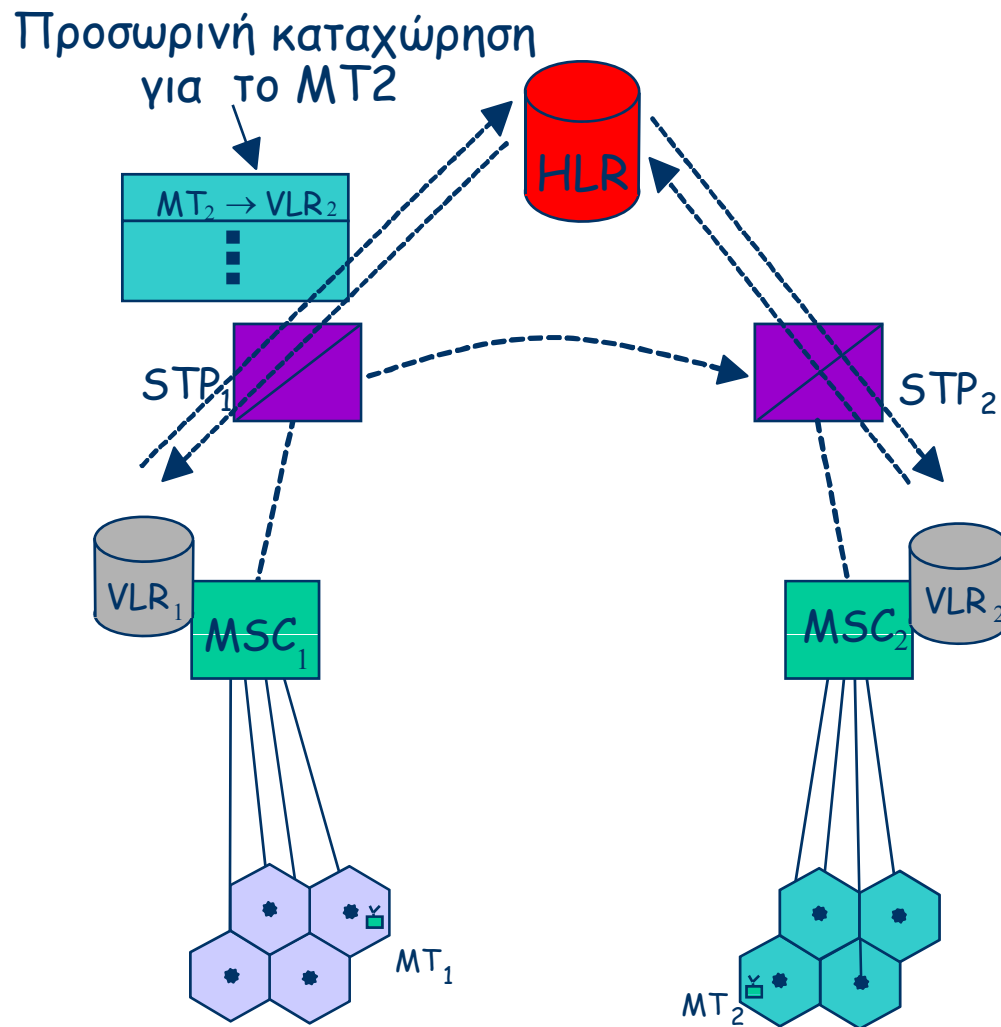
Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Αρχιτεκτονικές κεντρικών βάσεων δεδομένων



- Προσωρινή αποθήκευση της θέσης του ΜΤ
 - Διατήρηση προσωρινής πληροφορίας θέσης του ΜΤ στο πλησιέστερο STP
 - Προσπαθούμε να αποφύγουμε την ερώτηση προς τον HLR, όποτε είναι δυνατό

Αρχιτεκτονικές κεντρικών βάσεων δεδομένων

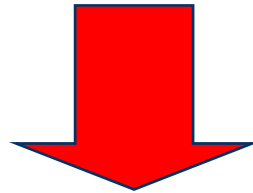


Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Αρχιτεκτονικές κεντρικών βάσεων δεδομένων



- Επανάληψη του προφίλ του χρήστη σε επιλεγμένες τοπικές βάσεις δεδομένων
- Ελέγχεται πρώτα αν υπάρχει διαθέσιμο τοπικό αντίγραφο, αν όχι ερωτάται ο HLR
- Σε μετακίνηση του ΜΤ ενημερώνονται όλα τα αντίγραφα

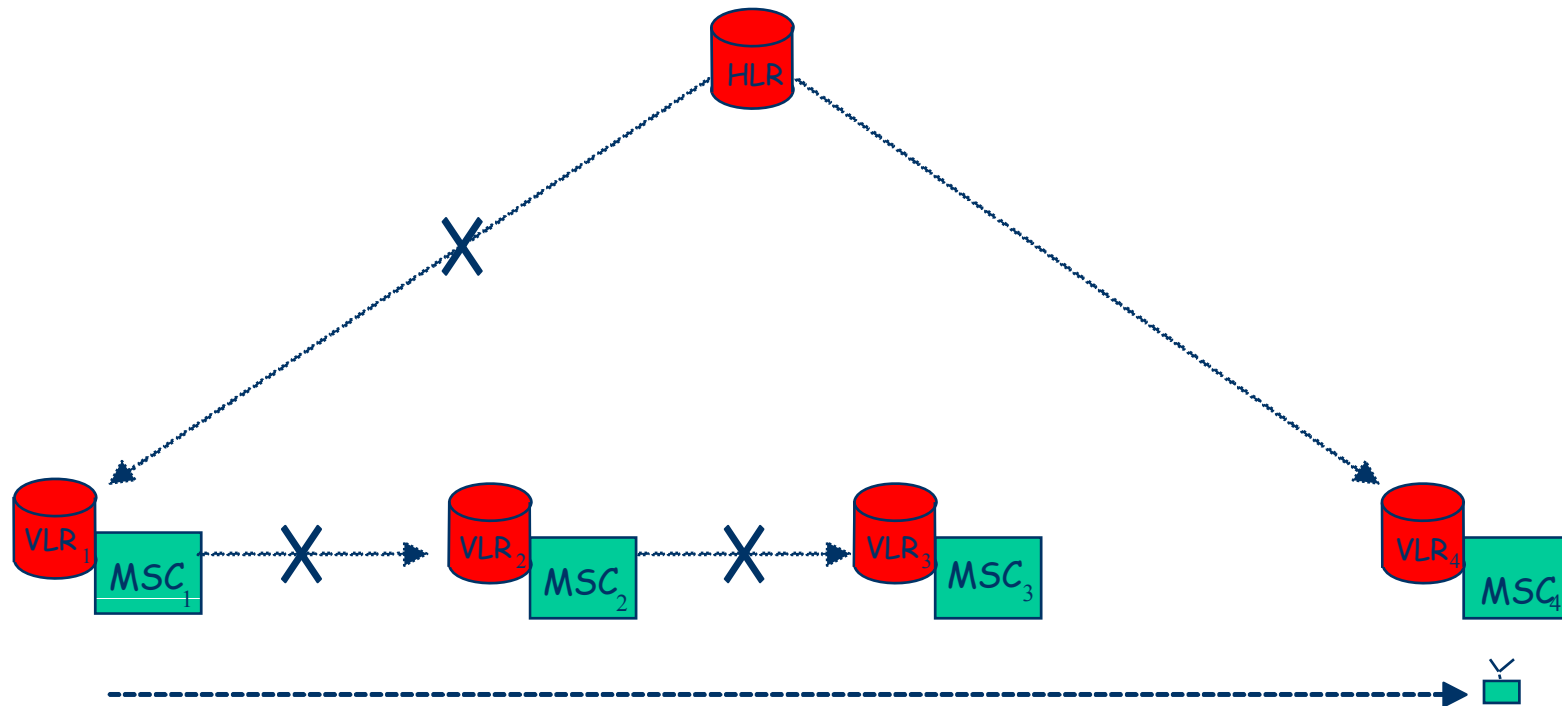


- Μεγαλύτερη σηματοδότηση ενημέρωσης θέσης
- Μέθοδος καθορισμού επανάληψης προφίλ

Αρχιτεκτονικές κεντρικών βάσεων δεδομένων



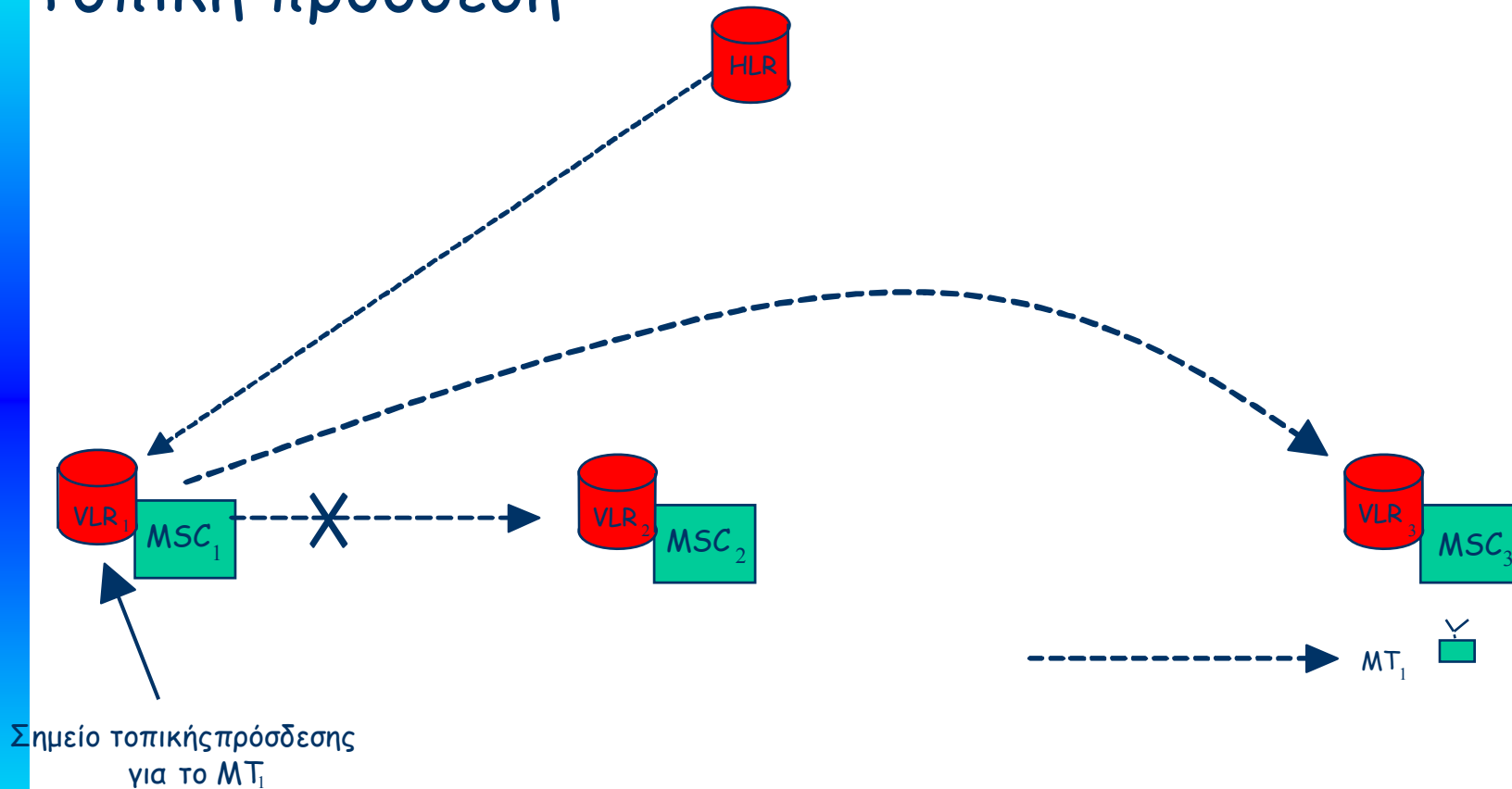
Πρώθηση του δείκτη για αναζήτηση δεδομένων



Αρχιτεκτονικές κεντρικών βάσεων δεδομένων



Τοπική πρόσδεση



Στατικό και δυναμικό σημείο πρόσδεσης

Αρχιτεκτονικές καταναμημένων βάσεων δεδομένων



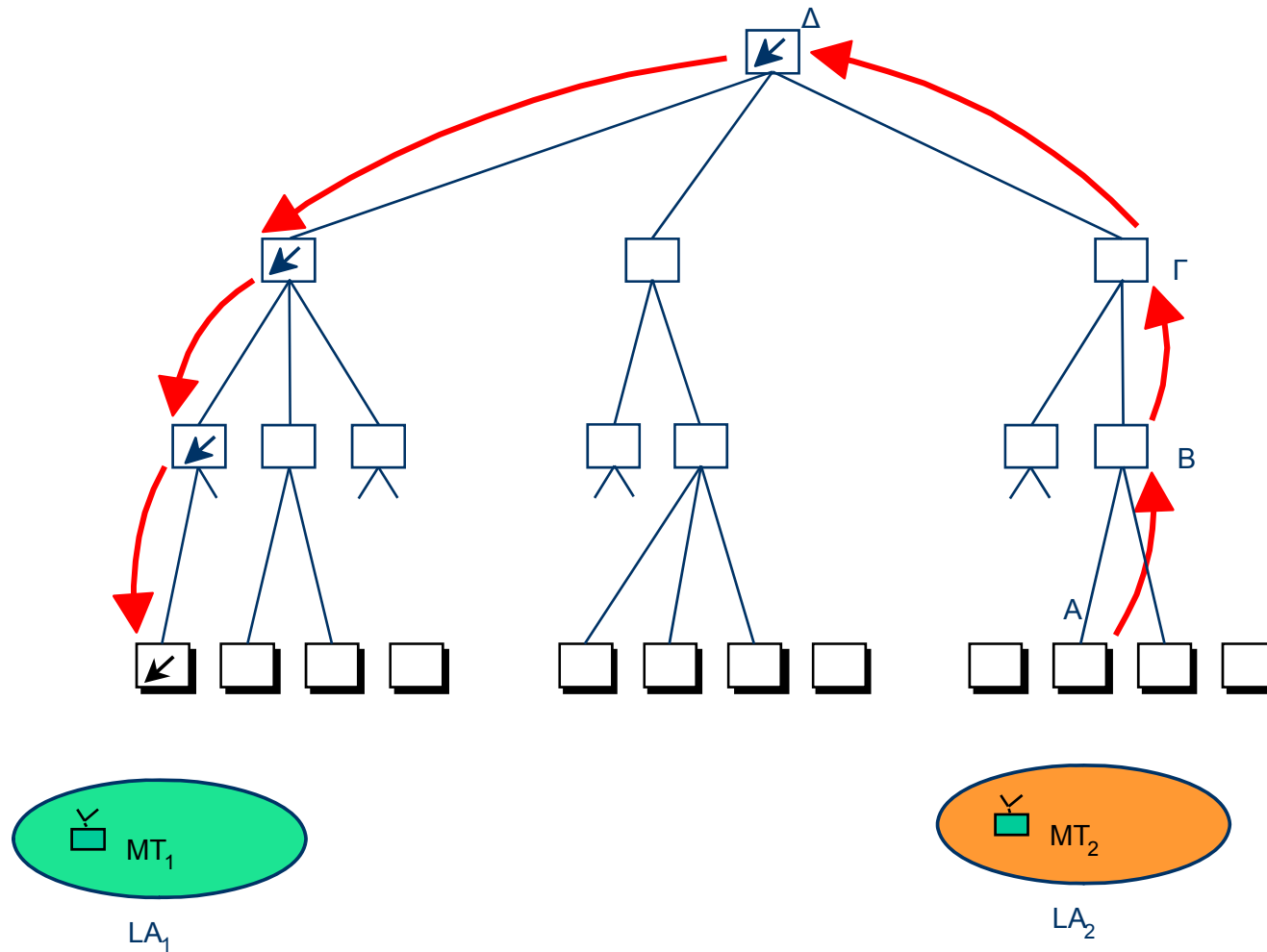
- Η καταναμημένη βάση δεδομένων (Distributed Data Base, DDB) αναμένεται ότι θα προσφέρει λύσεις:
 - στην ταχεία πρόσβαση στα δεδομένα
 - στον υψηλό αριθμό επικοινωνιών, με εκμετάλλευση της τοπικότητας της ζητούμενης πληροφορίας
 - στη σταδιακή απορρόφηση νέων συνδρομητών
 - στην αξιοπιστία του συστήματος και στη διαθεσιμότητα της πληροφορίας (αντίγραφα σε περισσότερους από έναν κόμβους)

Αρχιτεκτονικές κατανεμημένων βάσεων δεδομένων



- Τα μειονεκτήματα προέρχονται από την πολυπλοκότητα διαχείρισης των δεδομένων
 - η αναγνώριση της πληροφορίας που ακολουθεί τον χρήστη / συνδρομητή, ώστε να εξασφαλίζεται η τοπικότητα της πληροφορίας
 - η συνέπεια (consistency) της πληροφορίας
 - η διαχείριση κατανεμημένων λειτουργιών (συγχρονισμός)
 - η ασφάλεια της πληροφορίας και η προστασία του ιδιωτικού απόρρητου

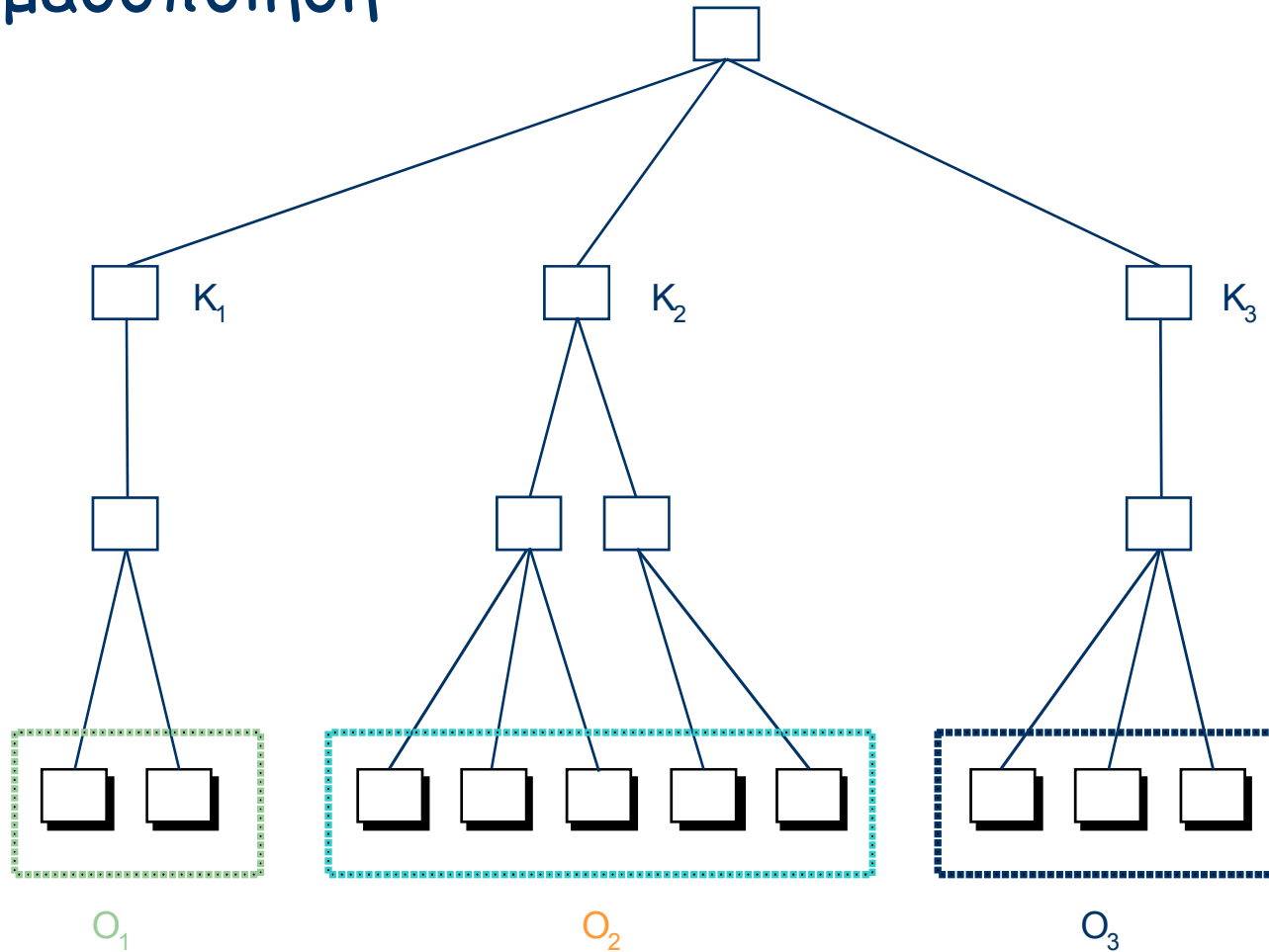
Αρχιτεκτονικές κατακεντρωμένων βάσεων δεδομένων



Αρχιτεκτονικές κατανεμημένων βάσεων δεδομένων



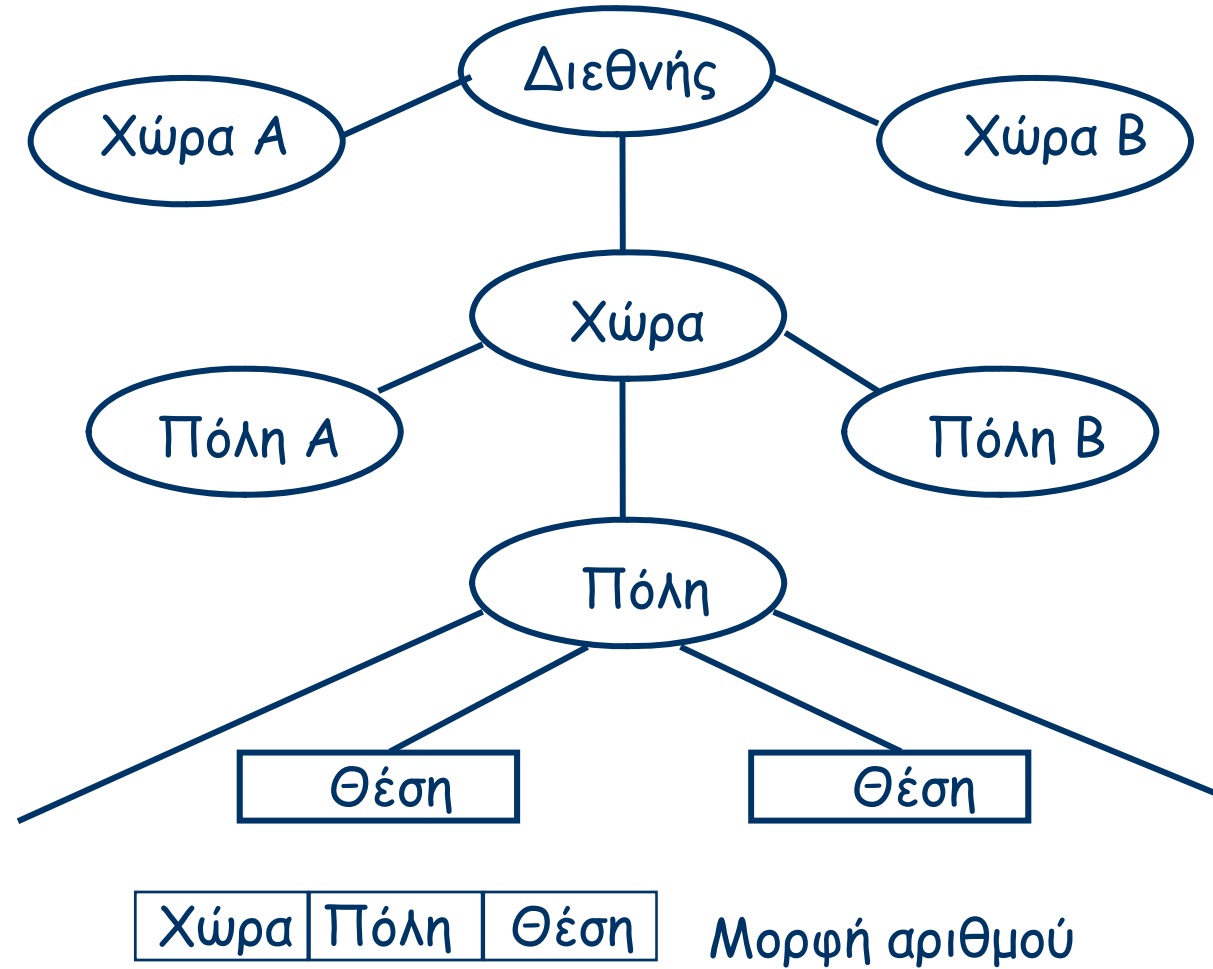
Ομαδοποίηση



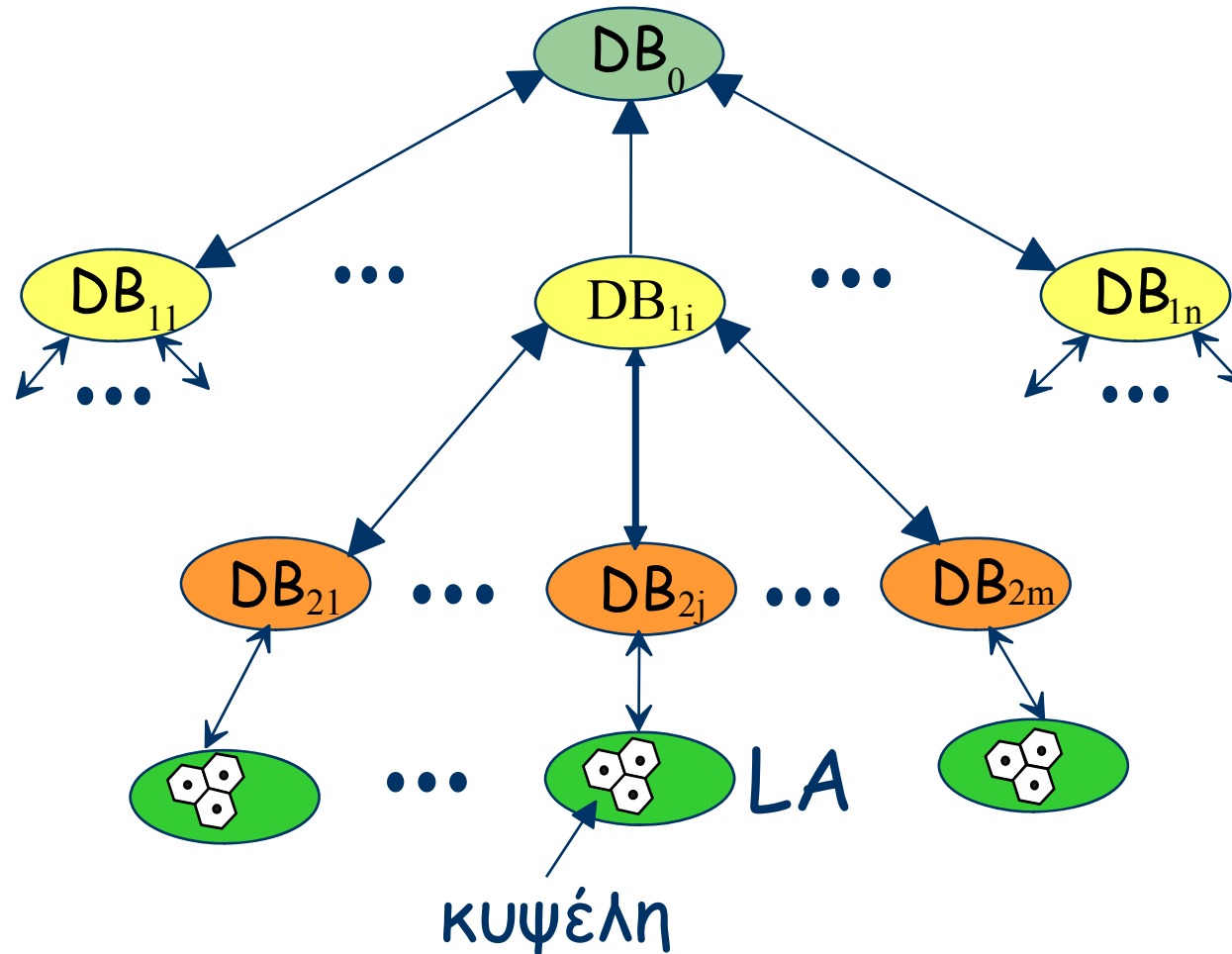
Αρχιτεκτονικές κατανεμημένων βάσεων δεδομένων



Ιεραρχικά κατανεμημένη DB



Αρχιτεκτονικές κατανεμημένων βάσεων δεδομένων



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Στρατηγικές εντοπισμού δεδομένων στην DDB



- Η υιοθέτηση μιας συγκεκριμένης στρατηγικής επηρεάζεται σημαντικά από τον τρόπο κατανομής της πληροφορίας της DDB στους κόμβους της.
- Η βασική παραδοχή είναι, ότι πληροφορία που αφορά χρήστες και τερματικά χρειάζεται σε δύο περιοχές της βάσης δεδομένων:
 - στην οικεία περιοχή (Resident Data Storage Node)
 - στην περιοχή που επισκέπτεται ο χρήστης (Visitors Data Storage Node).

Στρατηγικές εντοπισμού δεδομένων στην DDB



- Όσον αφορά τη συνολική επίδοση του συστήματος, η στρατηγική εντοπισμού δεδομένων επηρεάζει:
- την καθυστέρηση εντοπισμού δεδομένων (interrogation delay)
- την επίδοση της DDB
 - επηρεάζει τον αριθμό των κατανεμημένων κόμβων της DDB, που θα ερωτηθούν
 - καθορίζει τον μηχανισμό ενημέρωσης της πληροφορίας στους κατάλληλους κόμβους
 - επηρεάζει τον χώρο αποθήκευσης που χρειάζεται για τη σωστή λειτουργία της

Στρατηγικές εντοπισμού δεδομένων στην DDB

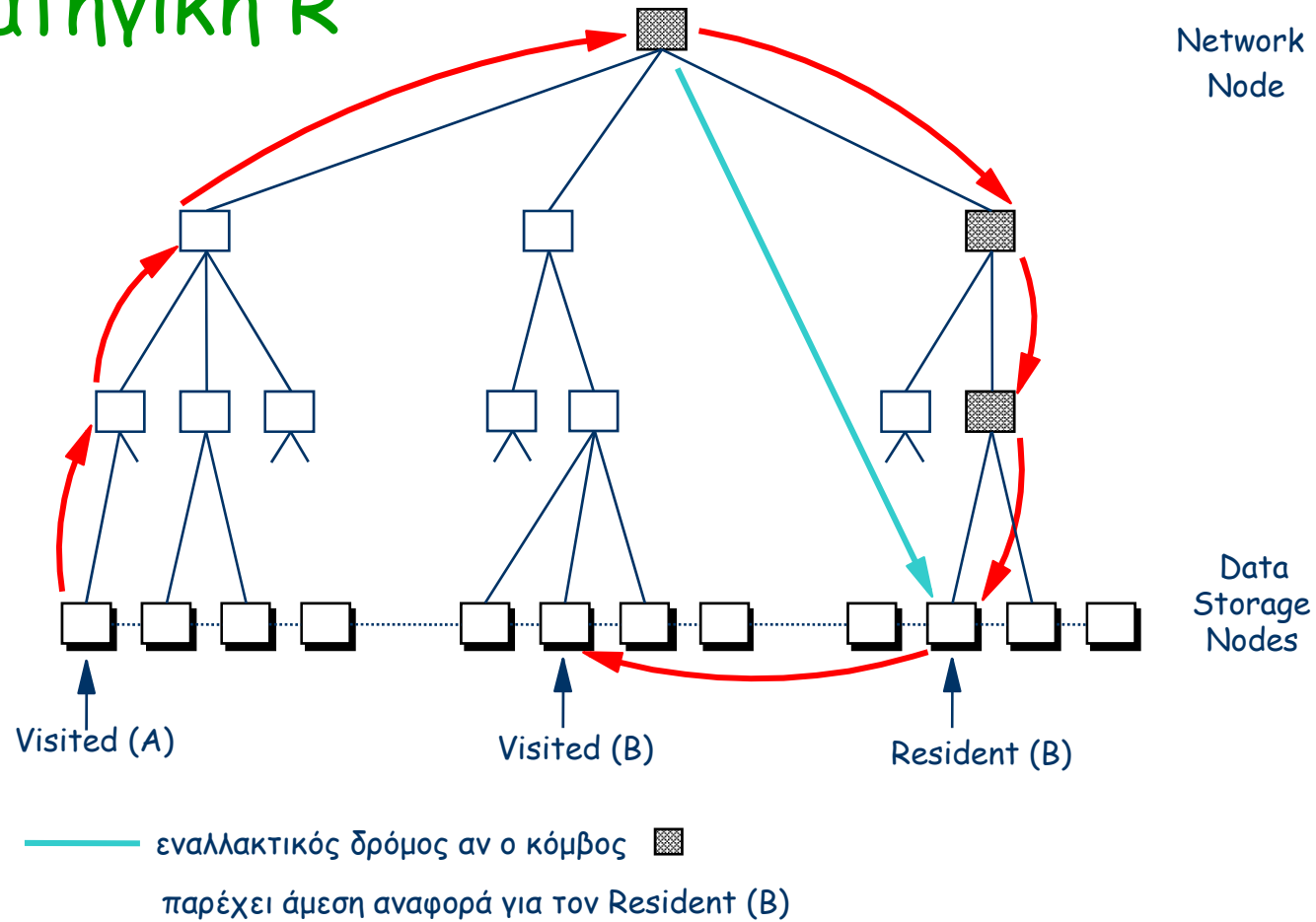


- Μια αποτελεσματική στρατηγική εντοπισμού δεδομένων πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:
 - να ελαχιστοποιεί, όσο είναι δυνατό, τον απαιτούμενο χώρο αποθήκευσης
 - να ελαχιστοποιεί τον ρυθμό άφιξης ερωτήσεων, κατά τη διάρκεια του εντοπισμού της ζητούμενης πληροφορίας
 - να ελαχιστοποιεί τον ρυθμό άφιξης αιτήσεων που αφορούν την ενημέρωση της πληροφορίας παραπομπών

Στρατηγικές εντοπισμού δεδομένων στην DDB



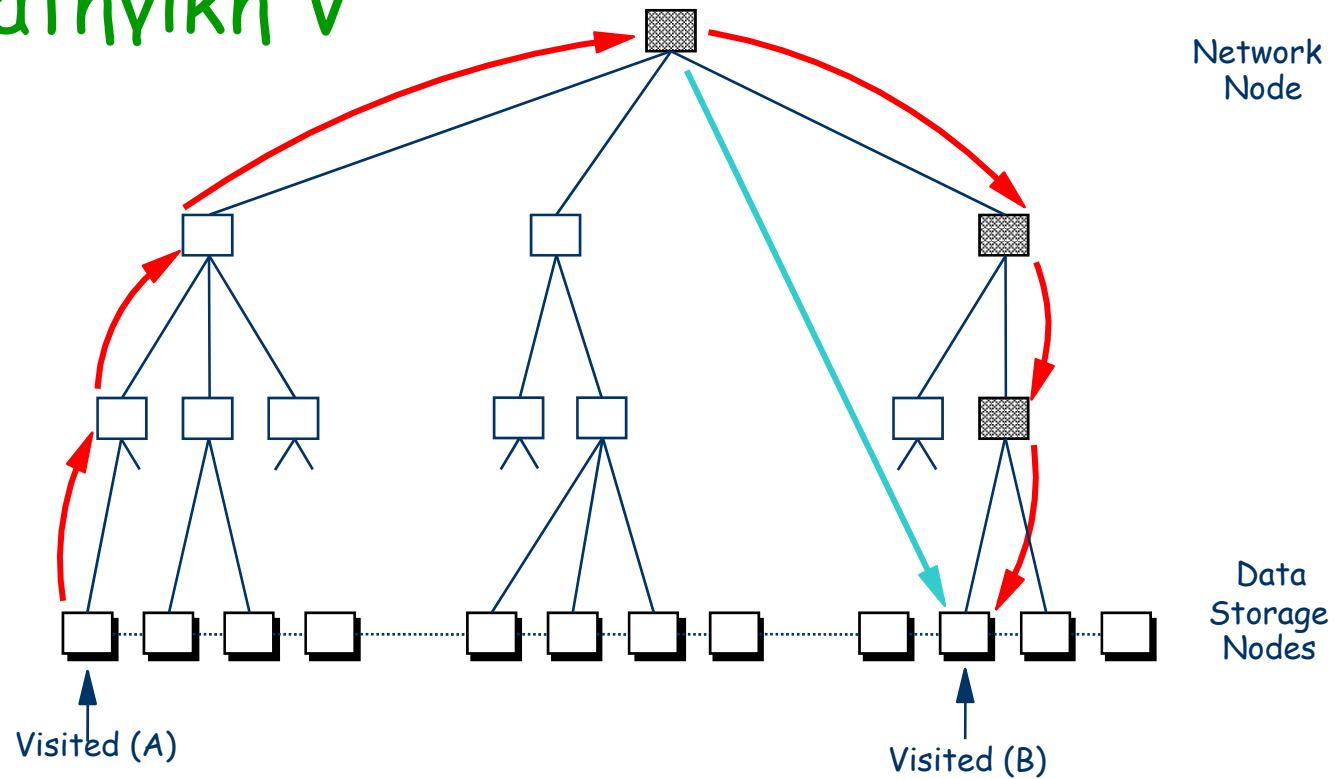
Στρατηγική R



Στρατηγικές εντοπισμού δεδομένων στην DDB



Στρατηγική V

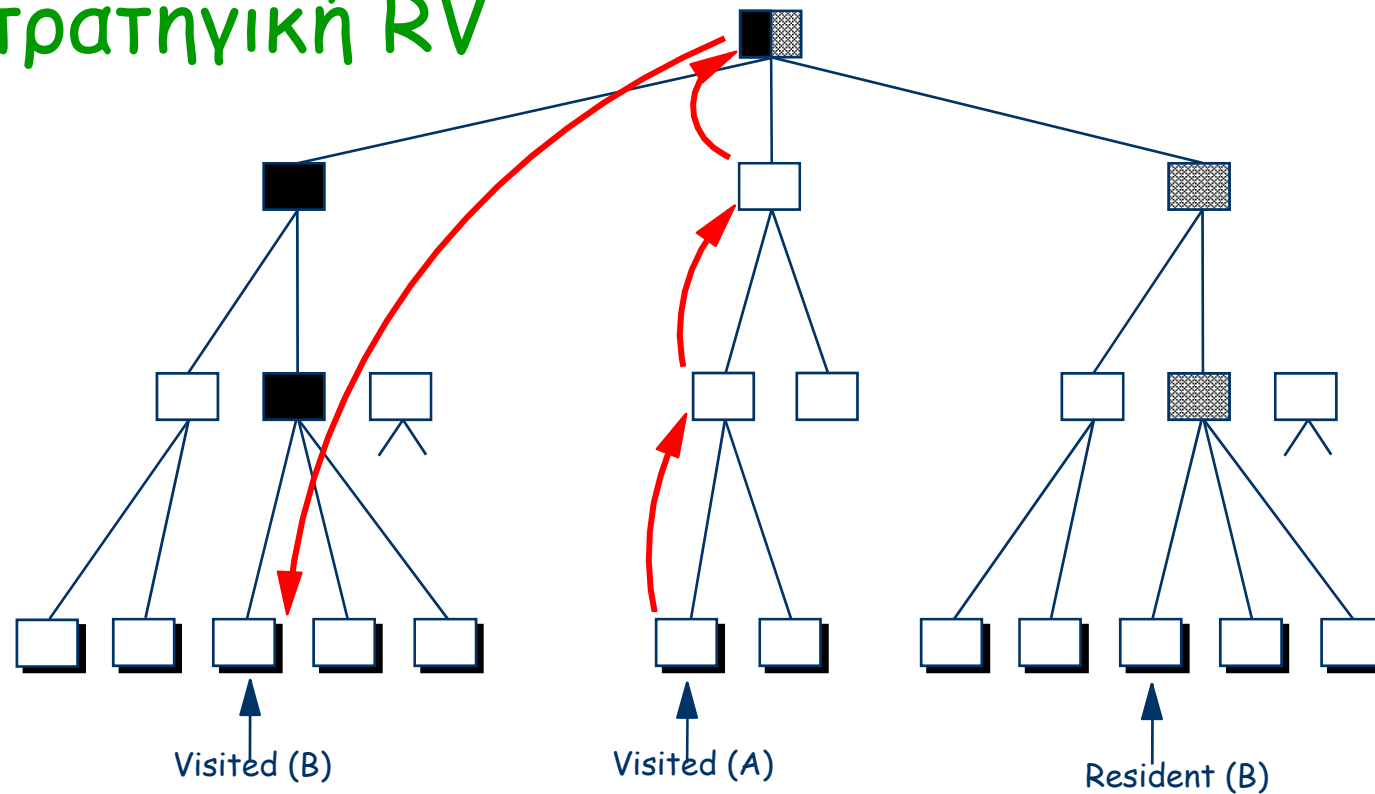


εναλλακτικός δρόμος αν ο κόμβος παρέχει άμεση αναφορά για τον Resident (B)

Στρατηγικές εντοπισμού δεδομένων στην DDB



Στρατηγική RV



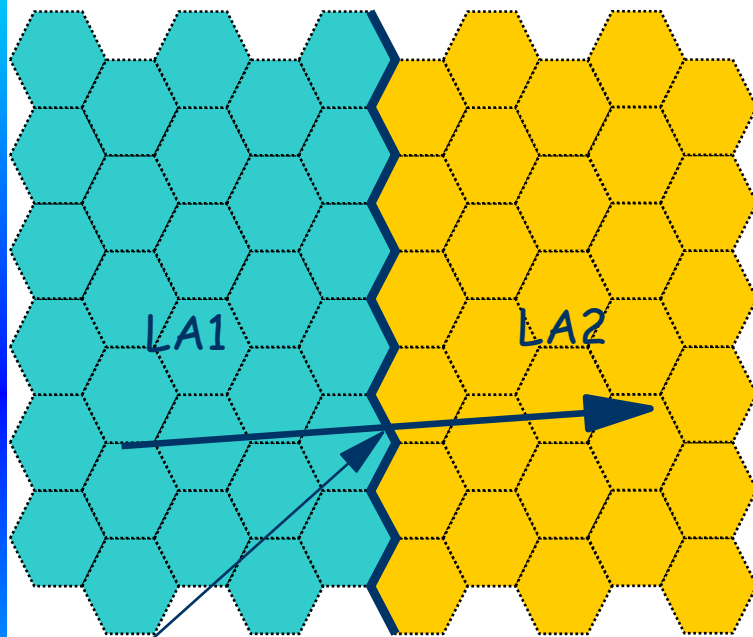
- Αυτοί οι κόμβοι παρέχουν άμεση αναφορά για τον Resident (B)
- Αυτοί οι κόμβοι παρέχουν άμεση αναφορά για τον Visited (B)
- Αυτοί οι κόμβοι παρέχουν άμεση αναφορά για τον Resident (B) και για τον Visited (B)

Ενημέρωση θέσης και αναζήτηση

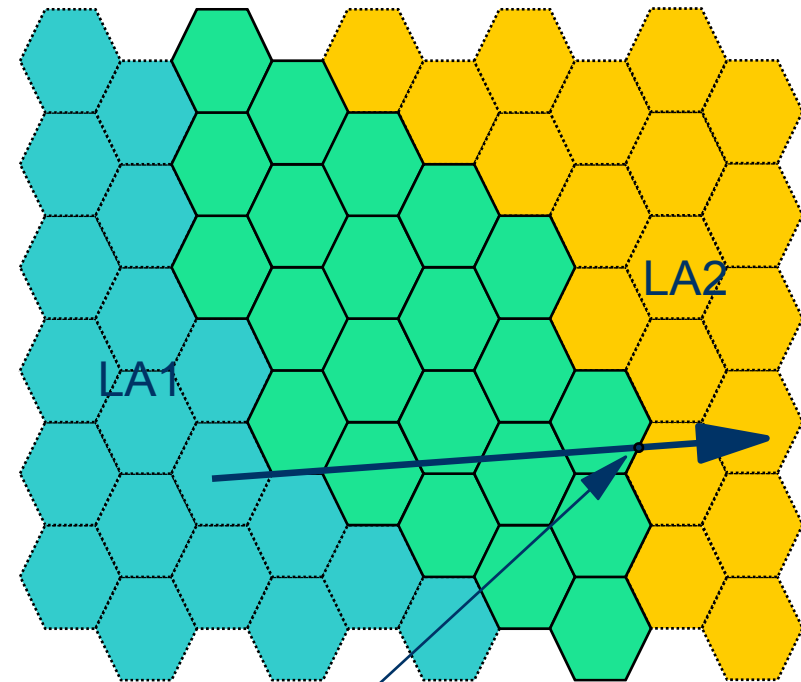


- Υπάρχουν μερικά μειονεκτήματα όσο αφορά την επίδοση των διαδικασιών ενημέρωσης θέσης και αναζήτησης που βασίζονται στις LA
 - Υπερβολικές ενημερώσεις θέσης από MT που μετακινούνται κατά μήκος των συνόρων δύο LA
 - Η αναζήτηση ενός MT σε όλην την LA, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα υπερβολικό όγκο κίνησης
 - Η κινητικότητα και ο ρυθμός άφιξης των κλήσεων των MT μεταβάλλονται και δεν υπάρχει ένα μέγεθος LA, το οποίο να είναι βέλτιστο για όλους τους χρήστες

Ενημέρωση θέσης και αναζήτηση

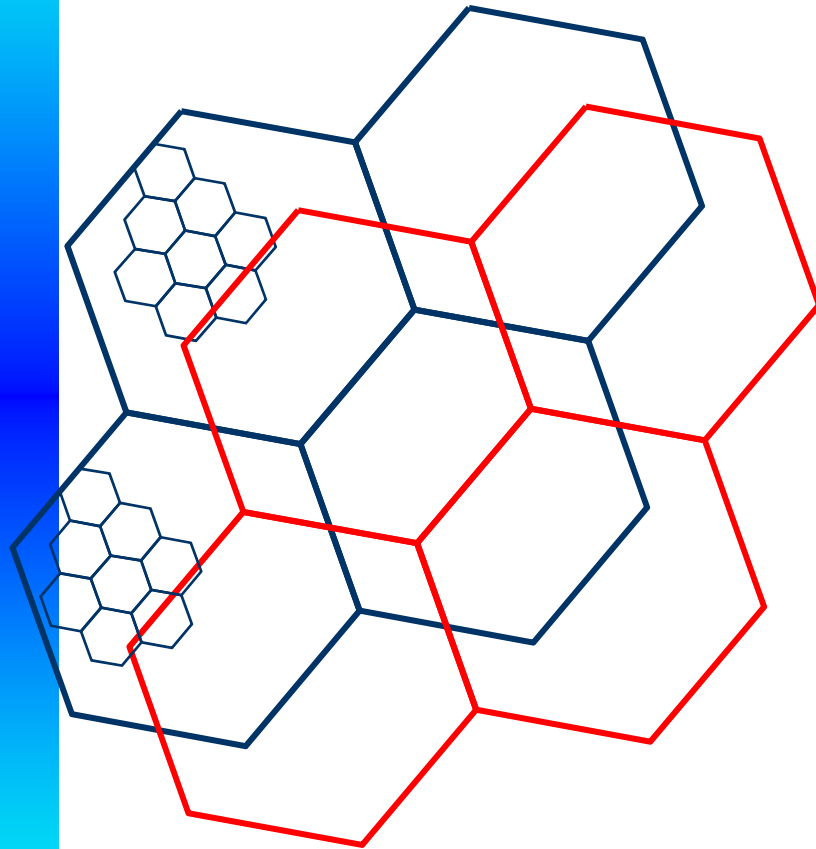


Ενημέρωση θέσης θα γίνει εδώ



Ενημέρωση θέσης θα γίνει εδώ

Ενημέρωση θέσης και αναζήτηση



- LA ομάδας 1
- LA ομάδας 2

Ενημέρωση θέσης και αναζήτηση

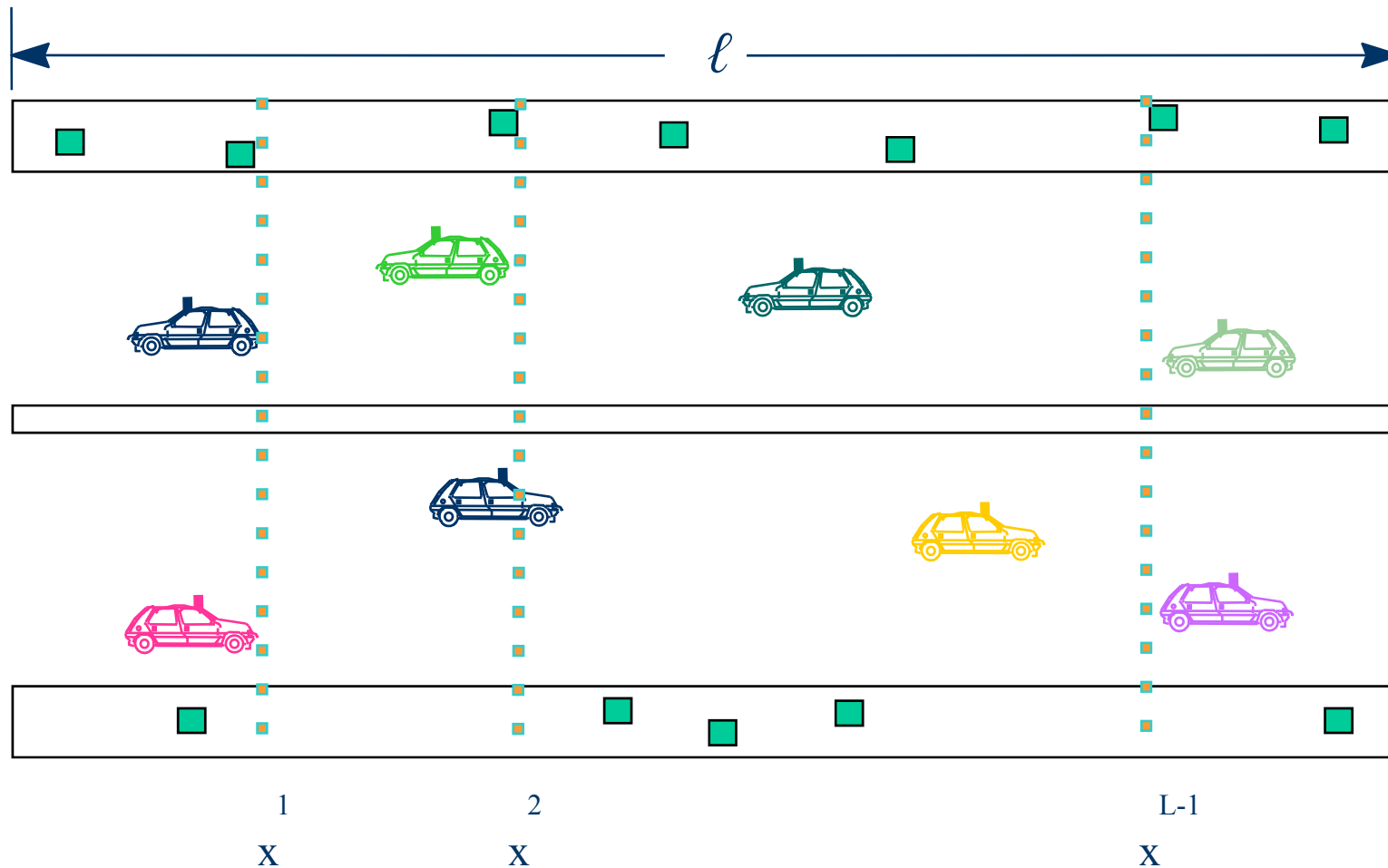


- Το κόστος του συστήματος για την ενημέρωση θέσης και για την αναζήτηση εξαρτάται από δύο παράγοντες:
1. Το φορτίο σηματοδότησης, που προκαλείται από τις ανταλλαγές μηνυμάτων κατά τη διάρκεια των διαδικασιών ενημέρωσης θέσης και αναζήτησης.
 2. Το πλήθος διεργασιών με τη βάση δεδομένων, που πραγματοποιείται κατά την ενημέρωση θέσης και την αναζήτηση.

Ενημέρωση θέσης και αναζήτηση



Παράδειγμα 10.2



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Ενημέρωση θέσης και αναζήτηση



Κόστος αναζήτησης

$$C_{pi} = P \cdot \lambda \cdot N_i \cdot B_i$$

$$N_i = \int_{x_{i-1}}^{x_i} \rho(x) dx$$

$$B_i = \int_{x_{i-1}}^{x_i} \beta(x) dx$$

$$C_p(\vec{x}) = P \cdot \lambda \cdot \sum_{i=1}^L N_i \cdot B_i$$

$$\vec{x} = (x_1, \dots, x_{L-1})$$

Κόστος ενημέρωσης θέσης

$$C_u(\vec{x}) = R \cdot \sum_{i=1}^{L-1} q(x_i)$$

Ενημέρωση θέσης και αναζήτηση



Βελτιστοποίηση

$$\min_L [\min_{\vec{x}} (P \cdot \lambda \cdot \sum_{i=1}^L B_i \cdot N_i + R \cdot \sum_{i=1}^{L-1} q(x_i))]$$

Εφαρμογή: $\rho(x) = \rho$, $q(x) = q$, $\beta(x) = \beta$

$$C(\vec{x}) = P \cdot \sum_{i=1}^L \beta \cdot \lambda \cdot \rho \cdot (x_i - x_{i-1})^2 + R \cdot (L-1)q$$

$$x_i = ix_L / L = i \ell / L$$

Ενημέρωση θέσης και αναζήτηση



Για σταθερό L

$$C(\vec{x}^*) = l^2 \cdot P \cdot \beta \cdot \lambda \cdot \rho / L + R \cdot (L - 1)q$$

$$L = l \cdot \sqrt{\frac{P \cdot \beta \cdot \lambda \cdot \rho}{R \cdot q}}$$

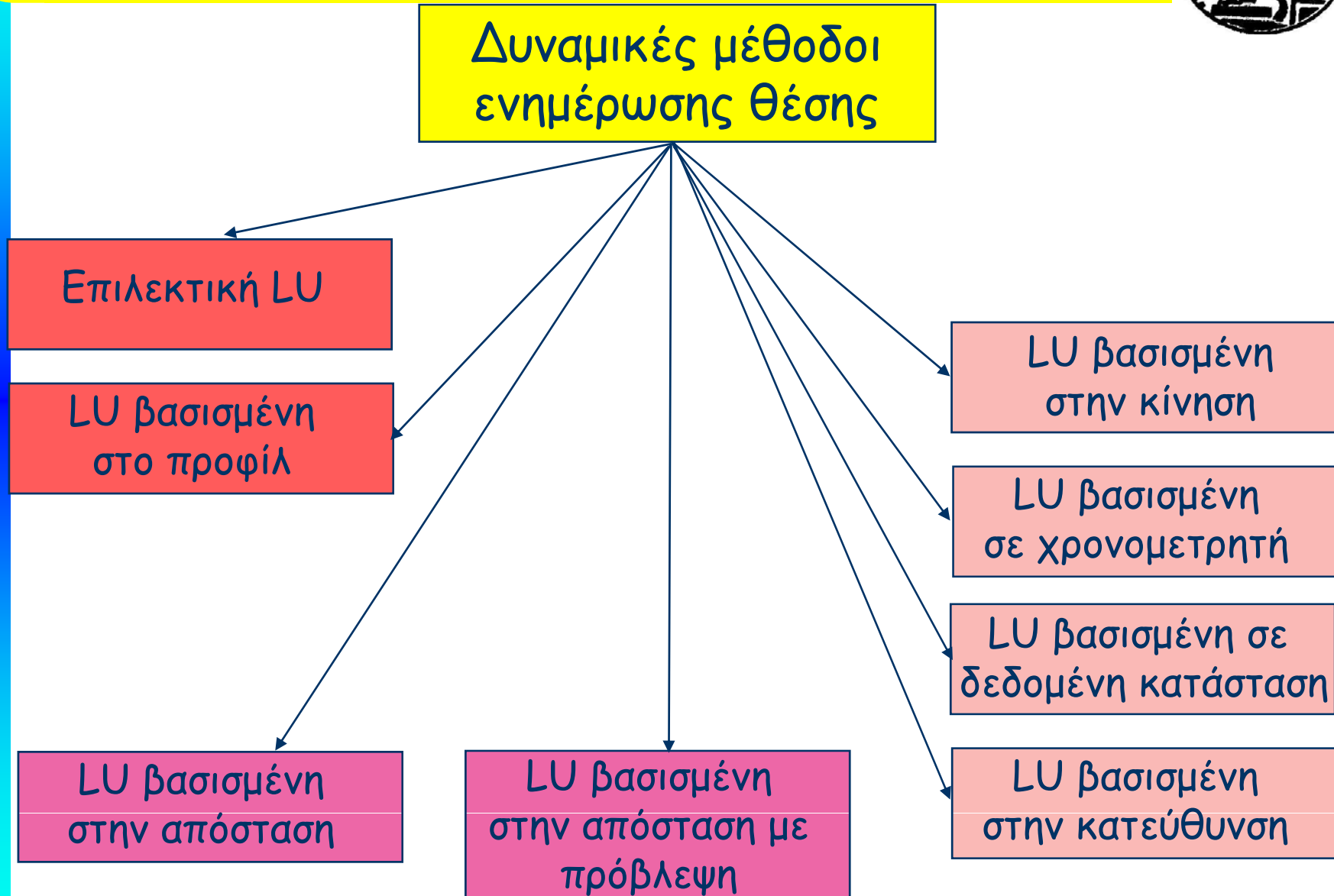
$$C_{\min} = 2l \sqrt{P \cdot \beta \cdot \lambda \cdot \rho \cdot R \cdot q} - R \cdot q$$

Δυναμικές μέθοδοι ενημέρωσης θέσης

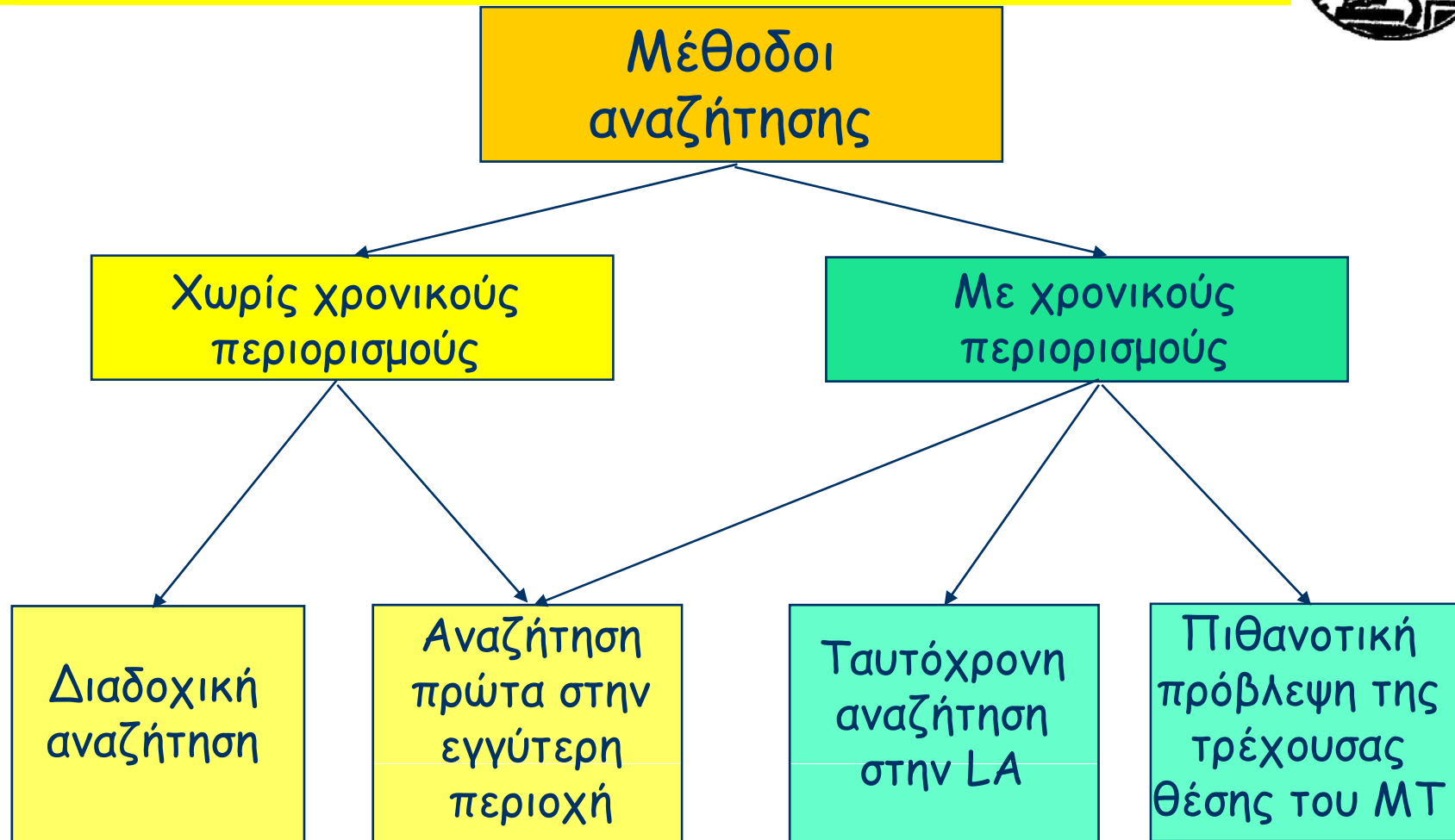


- Δυναμική ρύθμιση των παραμέτρων διαχείρισης εντοπισμού των επιμέρους χρηστών, ώστε να βελτιστοποιηθεί η επίδοση του συστήματος
 - μέθοδοι που βασίζονται στον *χρόνο*
 - μέθοδοι που βασίζονται στην *κίνηση*
 - μέθοδοι που βασίζονται στην *απόσταση*
 - μέθοδοι *πρόβλεψης*

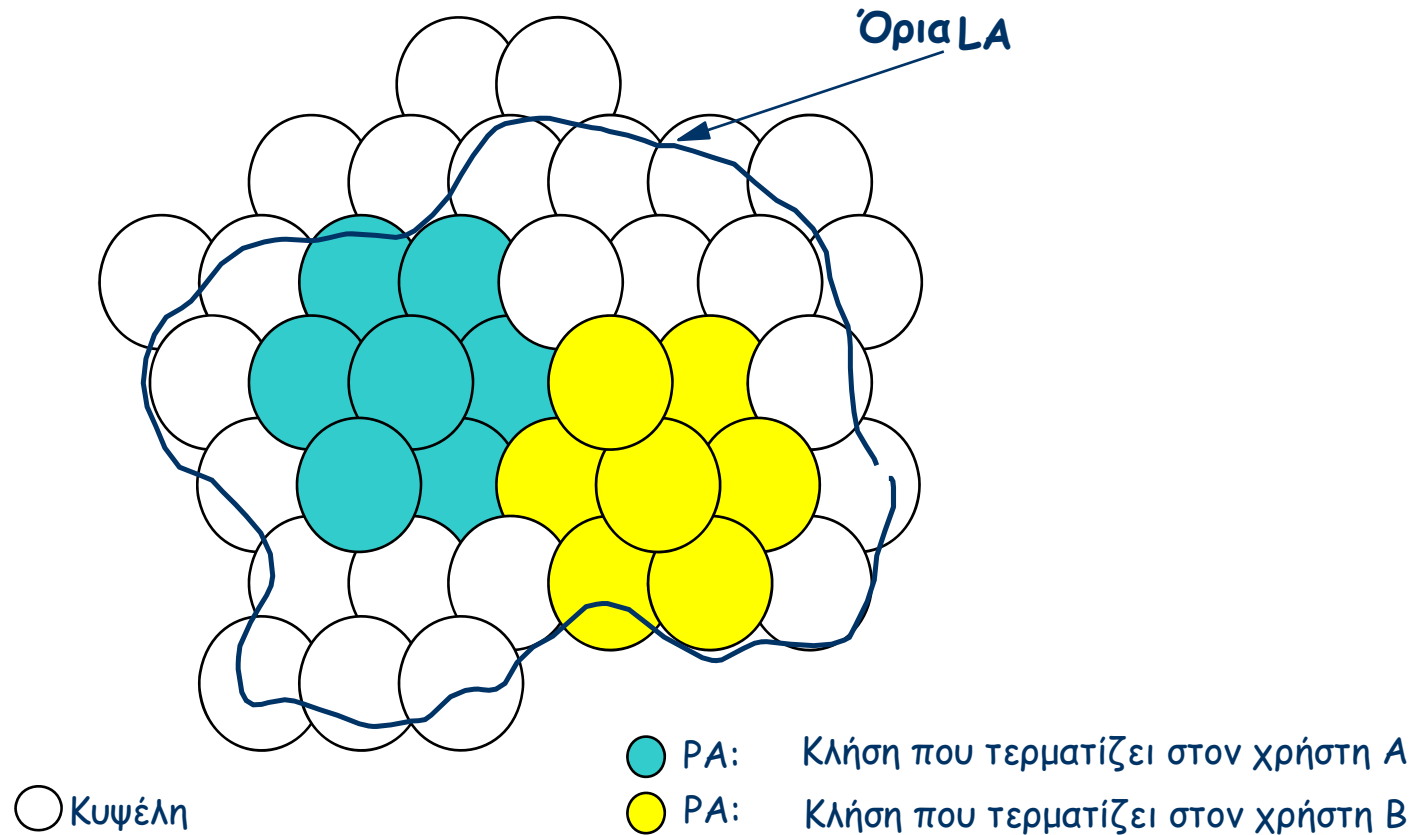
Δυναμικές μέθοδοι ενημέρωσης θέσης



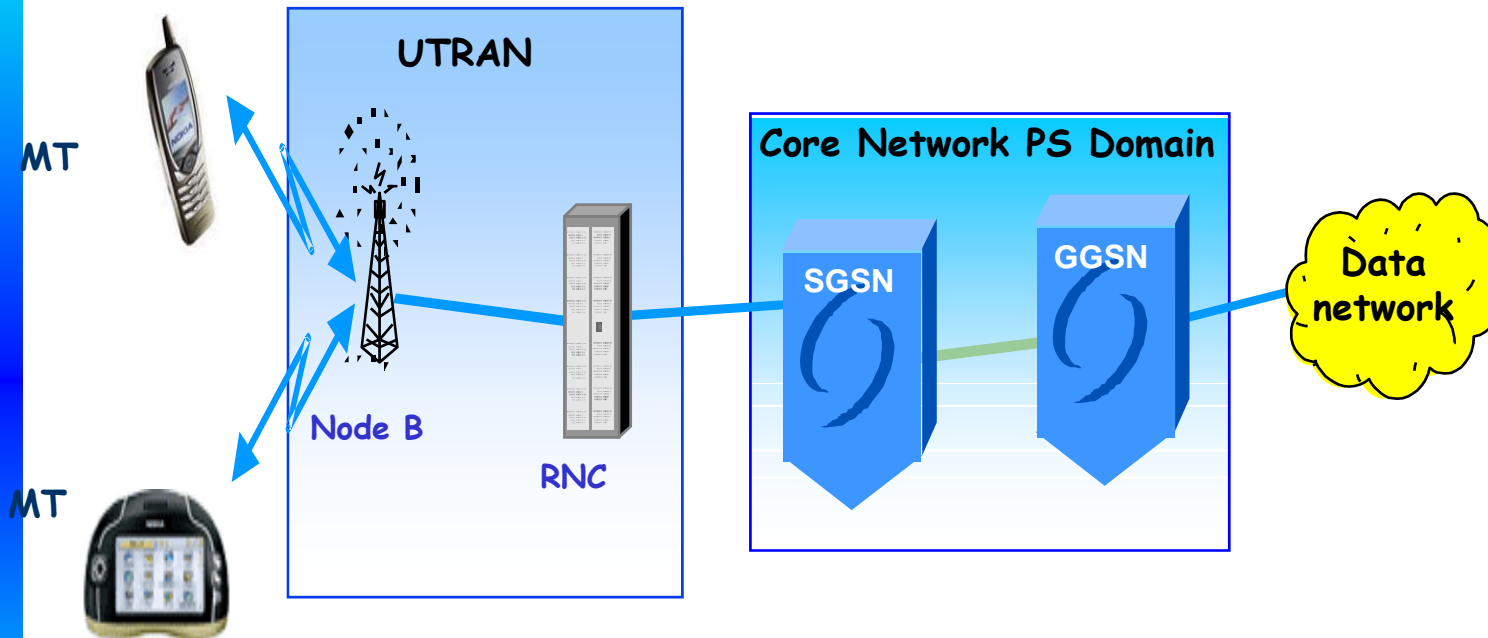
Μέθοδοι αναζήτησης



Ευφυής αναζήτηση



Διαχείριση εντοπισμού στο UMTS



Node B: Base station

RNC: Radio Network Controller

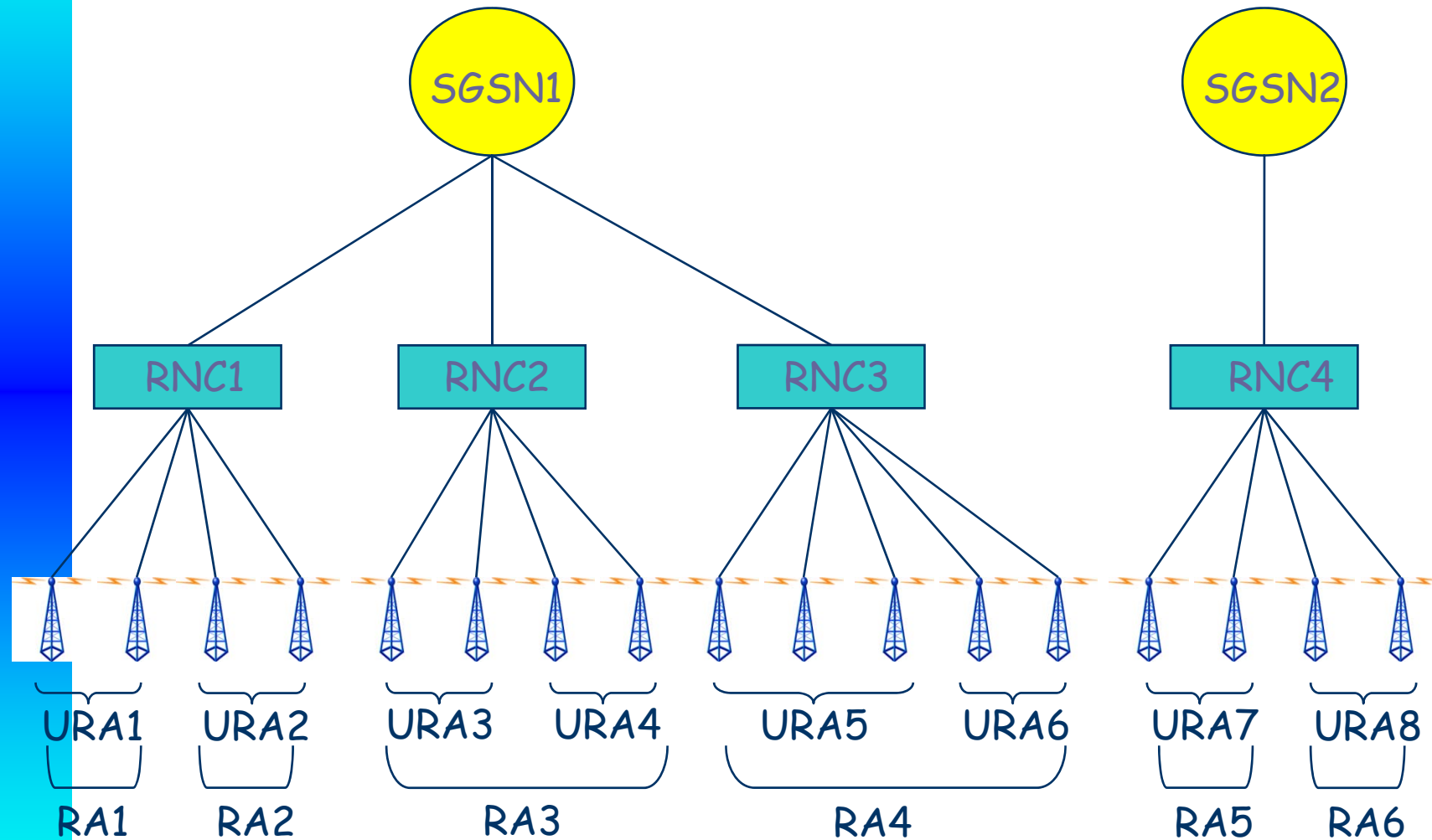
MT: Mobile Terminal

GGSN: Gateway GPRS Support Node

SGSN: Serving GPRS Support Node

UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network

Διαχείριση εντοπισμού στο UMTS



RA: Routing Area

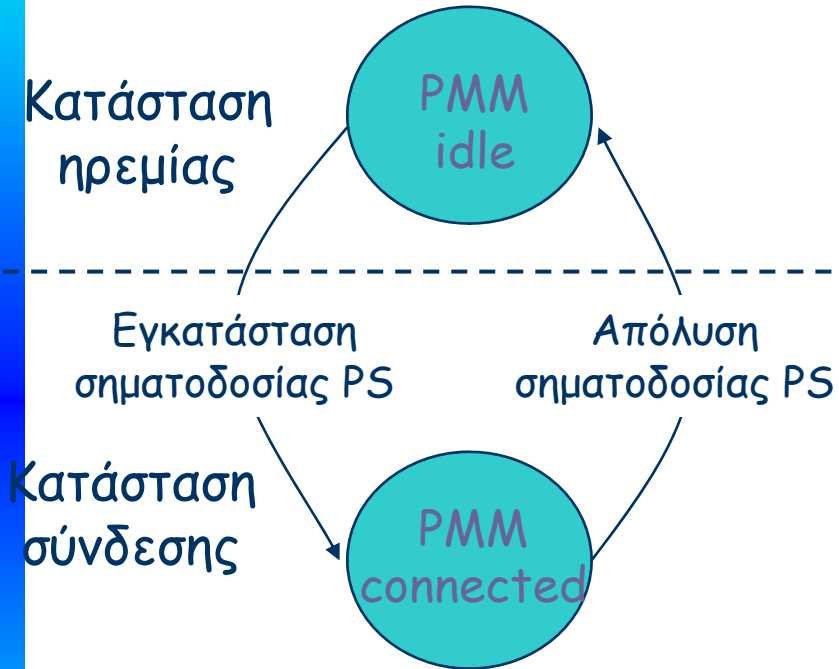
URA: UTRAN Registration Area

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Διαχείριση εντοπισμού στο UMTS

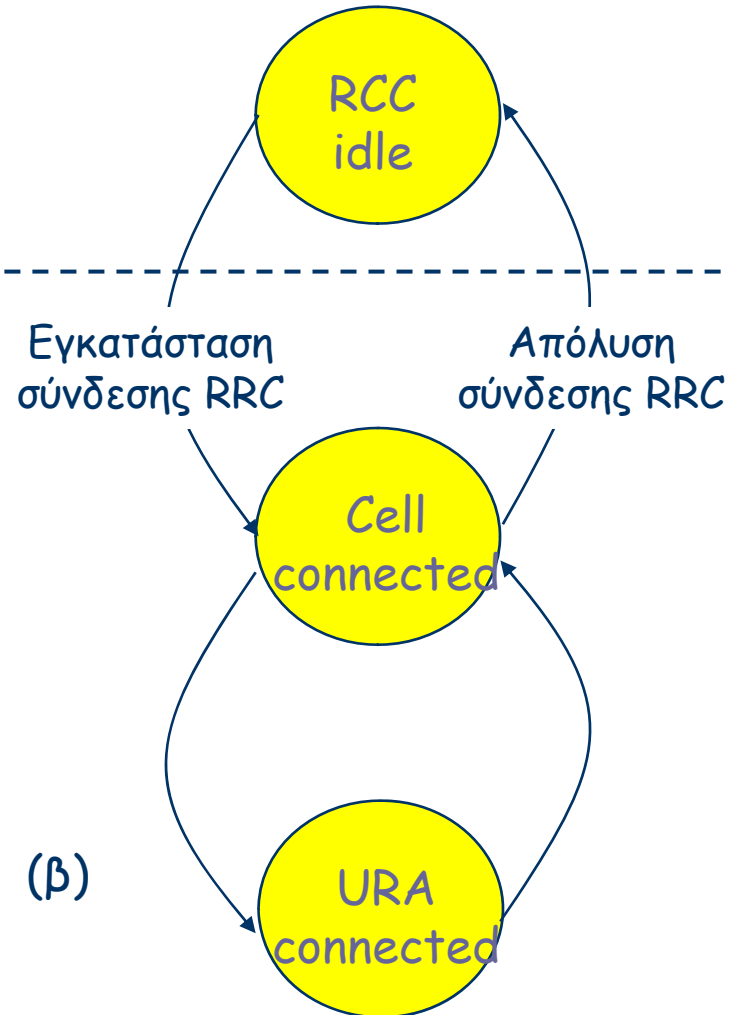


Διάγραμμα καταστάσεων PMM



(α)

Διάγραμμα καταστάσεων RRC



(β)

Διαχείριση ασφάλειας



Δύο στόχοι:

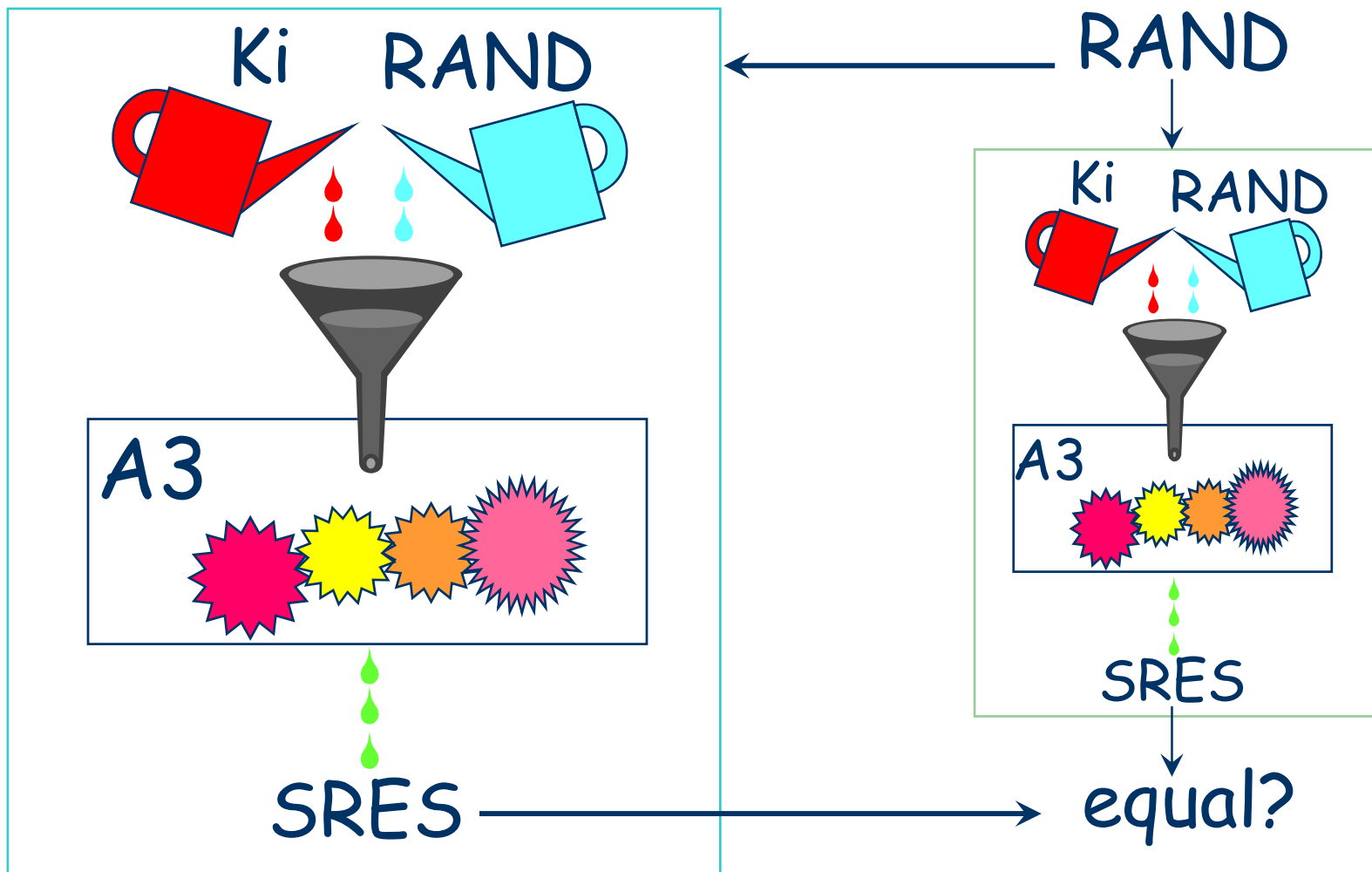
- προστασία δικτύου από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση
 - πιστοποίηση αυθεντικότητας
- προστασία του απορρήτου της επικοινωνίας
 - κρυπτογραφημένη μετάδοση στο ασύρματο τμήμα
 - προστασία σηματοδοσίας με τον ίδιο τρόπο
 - αντικατάσταση του IMSI με TMSI

Λειτουργίες ασφάλειας



- απλή πιστοποίηση αυθεντικότητας (χρήση PIN)
 - μικρή προστασία
 - στο GSM το PIN ελέγχεται από το SIM χωρίς να μεταδίδεται στο ασύρματο τμήμα
- μία πιο περίτεχνη τεχνική συνίσταται στο να γίνει κάποια ερώτηση, που μόνο ο σωστός χρήστης (ΜΤ με το SIM) μπορεί να απαντήσει
- υπάρχει ένας τεράστιος αριθμός ερωτήσεων και είναι απίθανο να χρησιμοποιηθεί δύο φορές η ίδια ερώτηση

Λειτουργίες ασφάλειας



MT

Δίκτυο

Λειτουργίες ασφάλειας



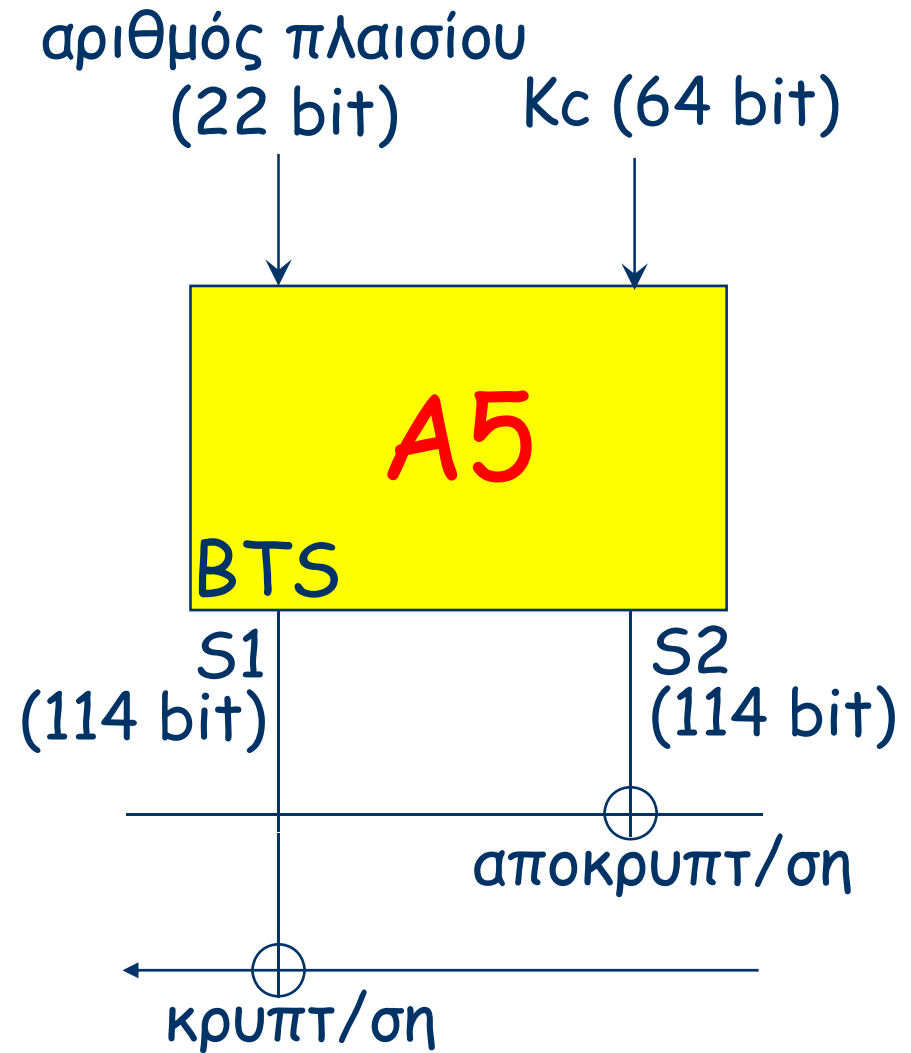
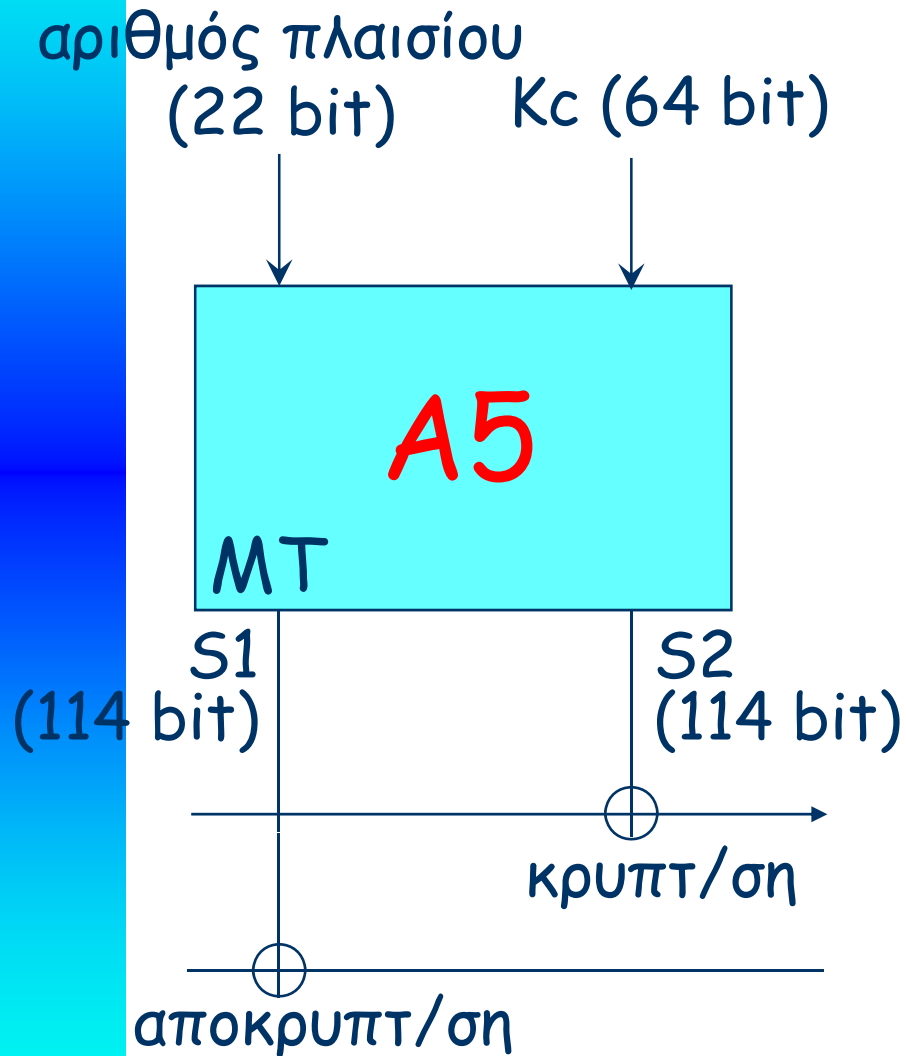
- $SRES = f(K_i, RAND)$: εύκολο
- $K_i = g(SRES, RAND)$: όσο το δυνατό πολύπλοκο
- Ακόμη και αν είναι γνωστά αρκετά ζεύγη $(RAND, SRES)$ για τον ίδιο χρήστη (δηλ. το ίδιο K_i), ο υπολογισμός πρέπει να παραμένει πολύ πολύπλοκος
- Ο μόνος περιορισμός είναι τα 128 bit του $RAND$ και τα 32 bit του $SRES$. Το K_i μπορεί να έχει οποιοδήποτε μήκος (αν μεταφέρεται, περιορίζεται στα 128 bit).

Κρυπτογράφηση



- Λειτουργία *exclusive OR* μεταξύ:
 - 114 κωδικοποιημένων bit μιας ριπής
 - 114 bit της ακολουθίας κρυπτογράφησης που παράγεται από ειδικό αλγόριθμο, τον A5
- Η ακολουθία κρυπτογράφησης για κάθε ριπή παράγεται από τον A5 με υπολογισμό δύο εισόδων:
 - αριθμός πλαισίου
 - Kc (συμφωνείται μεταξύ ΜΤ και δικτύου)

Κρυπτογράφηση

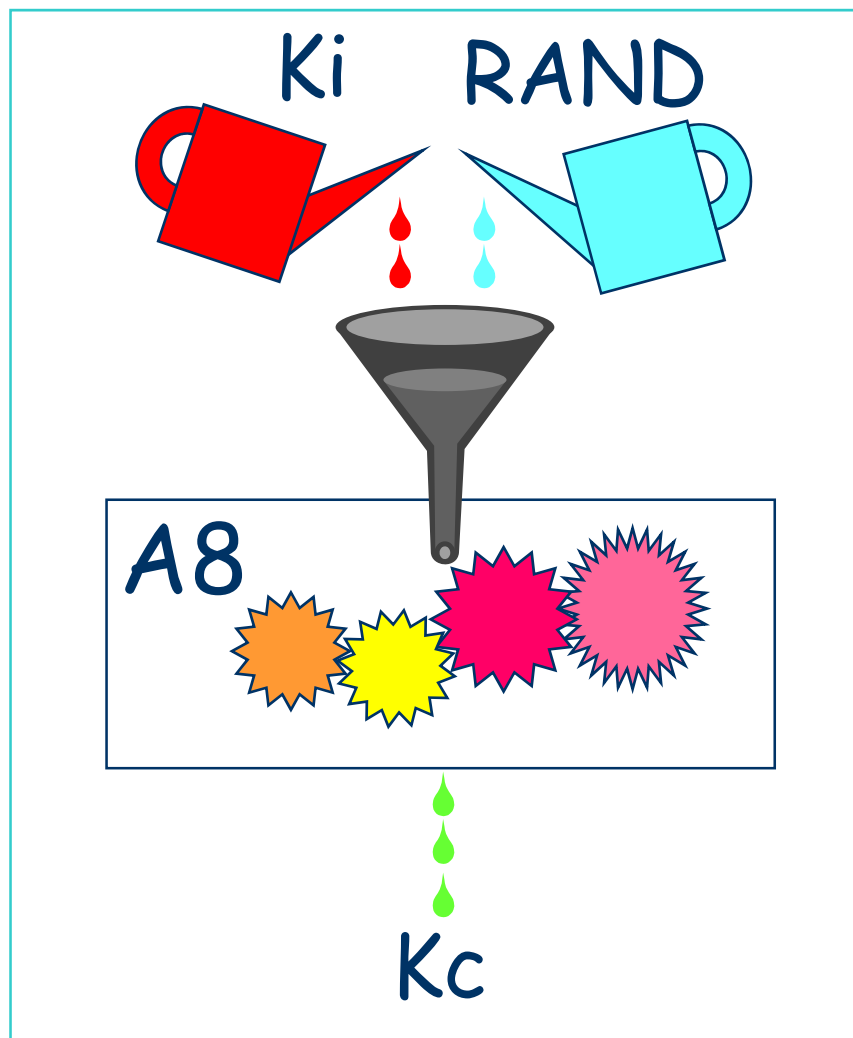


Διαχείριση κλειδιών

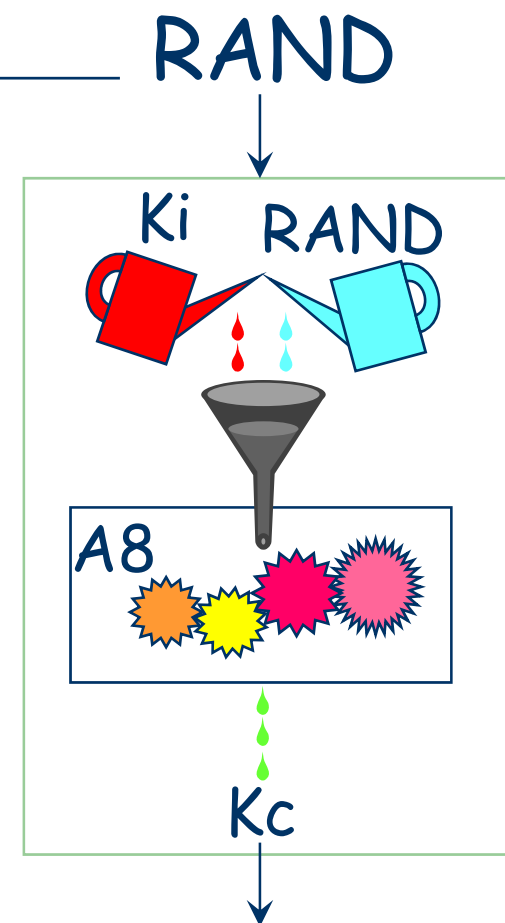


- Το K_c συμφωνείται μεταξύ ΜΤ και δικτύου πριν αρχίσει η κρυπτογράφηση
- Υπολογίζεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πιστοποίησης αυθεντικότητας
- Το K_c φυλάσσεται στο SIM για να υπάρχει και μετά το switch-off. Φυλάσσεται επίσης και στο MSC/VLR.
- Αλγόριθμος A8 για τον υπολογισμό του K_c από τον RAND

Διαχείριση κλειδιών



MT



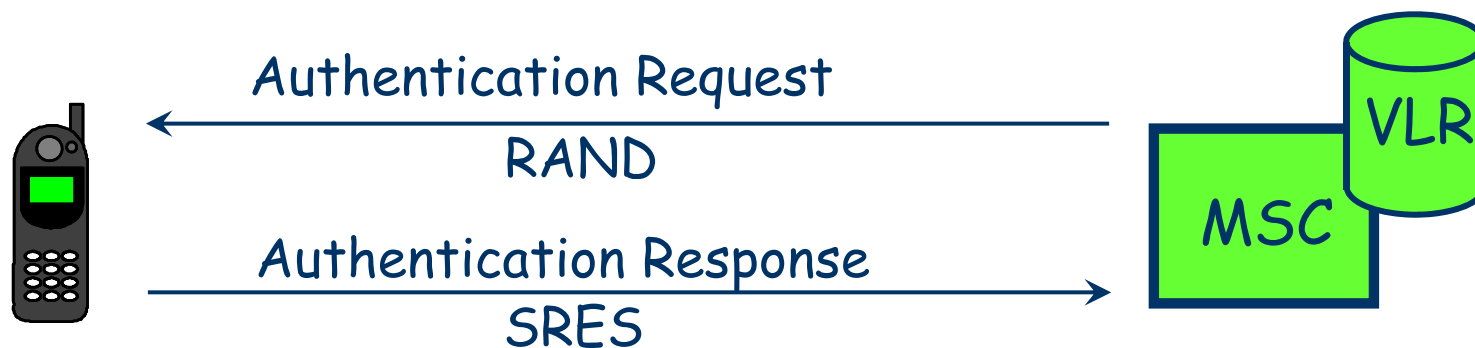
ΔΙΚΤΥΟ

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Διαχείριση κλειδιών



Πιστοποίηση αυθεντικότητας και παραγωγή κλειδιών



Μεταφορά δεδομένων ασφαλείας

