



# Κινητές επικοινωνίες

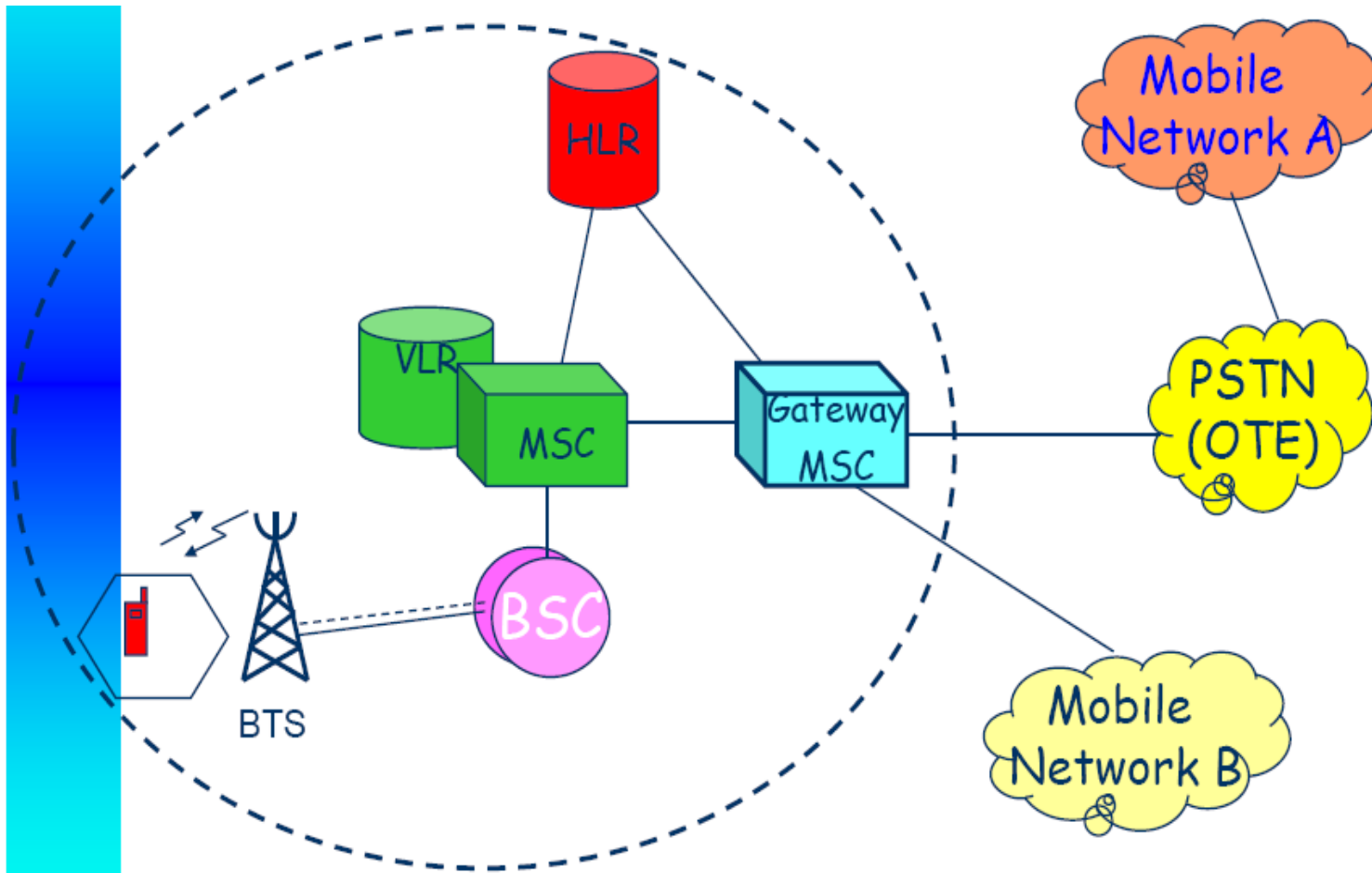
Κεφάλαιο 4

Βασικές λειτουργίες στο GSM



# ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΛΗΣΕΩΝ

# [ Γενικό διάγραμμα ]



# Λειτουργίες διαχείρισης

- Χαρακτηριστικά επικοινωνίας
  - Σταθερά, μεταξύ καλούντος και MSC
  - Επιλεγόμενα από το χρήστη
    - Αριθμός κλήσης καλούμενου
    - Τύπος υπηρεσίας
  - Καθοριζόμενα από το δίκτυο (π.χ. προώθηση κλήσης)
  - Διαπραγματεύσιμα
    - Τύπος καναλιού (πλήρους ή μισού ρυθμού).

# Κλήση προς κινητό – έναρξη

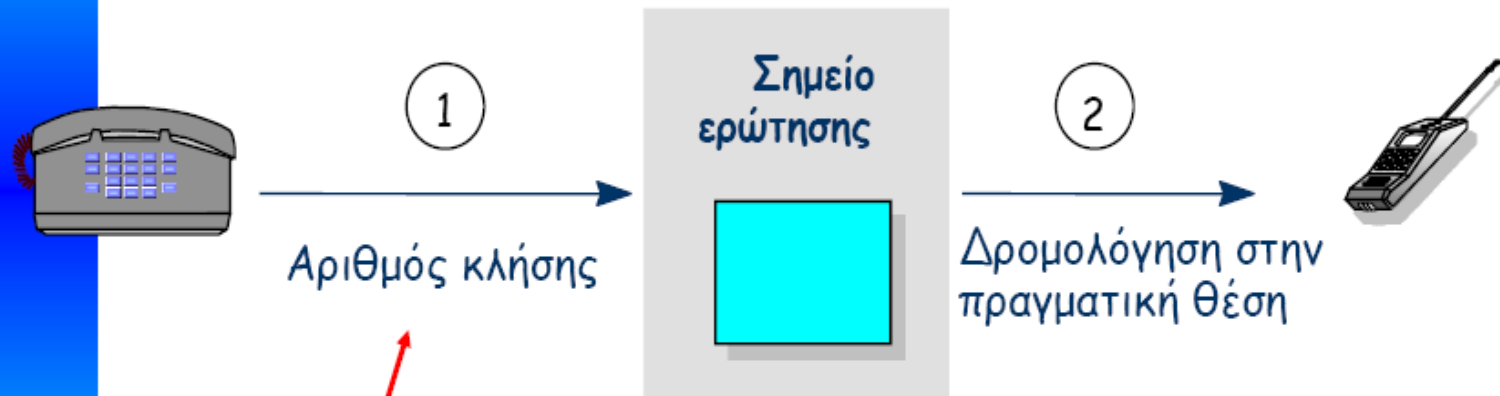
- Ο αριθμός που πληκτρολογείται από τον καλούντα δείχνει σε μία εγγραφή μέσα σε κάποιον HLR. Τα πρώτα ψηφία του αριθμού είναι αρκετά ώστε να μαρτυρήσουν ότι είναι αριθμός GSM και, ακόμα περισσότερο, να δείξουν και τον πάροχο.

Κωδικός Χώρας	Εθνικός Κωδικός Δικτύου	Αριθμός Χρήστη
30	693	Wind
30	694	Vodafone
30	697	Cosmote
30	699	Q-telecom

Ο HLR που κρατάει την εγγραφή του συνδρομητή μπορεί να προσδιοριστεί από την ανάλυση των πρώτων ψηφίων του αριθμού αυτού

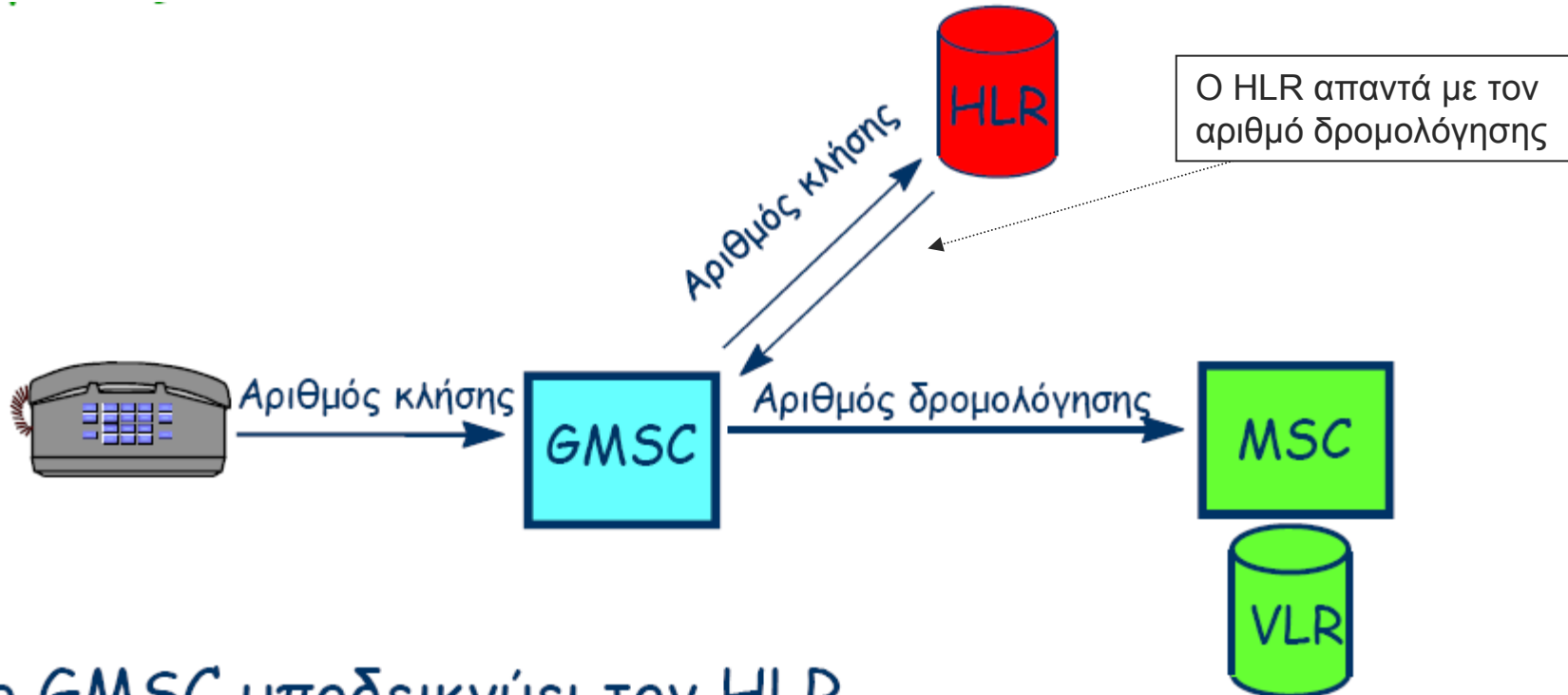
# Κλήση προς κινητό – στάδια δρομολόγησης της κλήσης

Διαίρεση της διαδρομής κλήσης σε δύο τμήματα:



Το πρώτο μέρος της δρομολόγησης μπορεί να παραχθεί από τον αριθμό κλήσης, ανεξάρτητα από τη θέση του καλούμενου.

# Κλήση προς κινητό – Ο ρόλος του GMSC



Το GMSC υποδεικνύει τον HLR

Περισσότερα του ενός GMSC

Η εξέταση του HLR από τον GMSC είναι στην ουσία μια απλή διαδικασία αίτησης-απάντησης

# [ Αριθμός Δρομολόγησης ]

- Ο Αριθμός Δρομολόγησης περιέχει την ταυτότητα του συνδρομητή (για λόγους χρέωσης) και την πληροφορία για το επόμενο βήμα της δρομολόγησης. Καλείται επίσης και **Αριθμός Περιαγωγής του Κινητού (MSRN)** και δεν είναι ορατός στους χρήστες. Χρησιμοποιείται αποκλειστικά μεταξύ των μηχανών του δικτύου. Δεν παραχωρείται μόνιμα σε έναν συνδρομητή.



# Αριθμός IMSI

**IMSI** (international Mobile Subscriber Identity)

Κωδικός Χώρας για κινητές επικοινωνίες	Κωδικός Δικτύου Κινητών Επικοινωνιών	Αριθμός Ταυτότητας Κινητού Συνδρομητή
--	---	--

202

01

Cosmote

202

05

Vodafone

202

09

Q-telecom

202

10

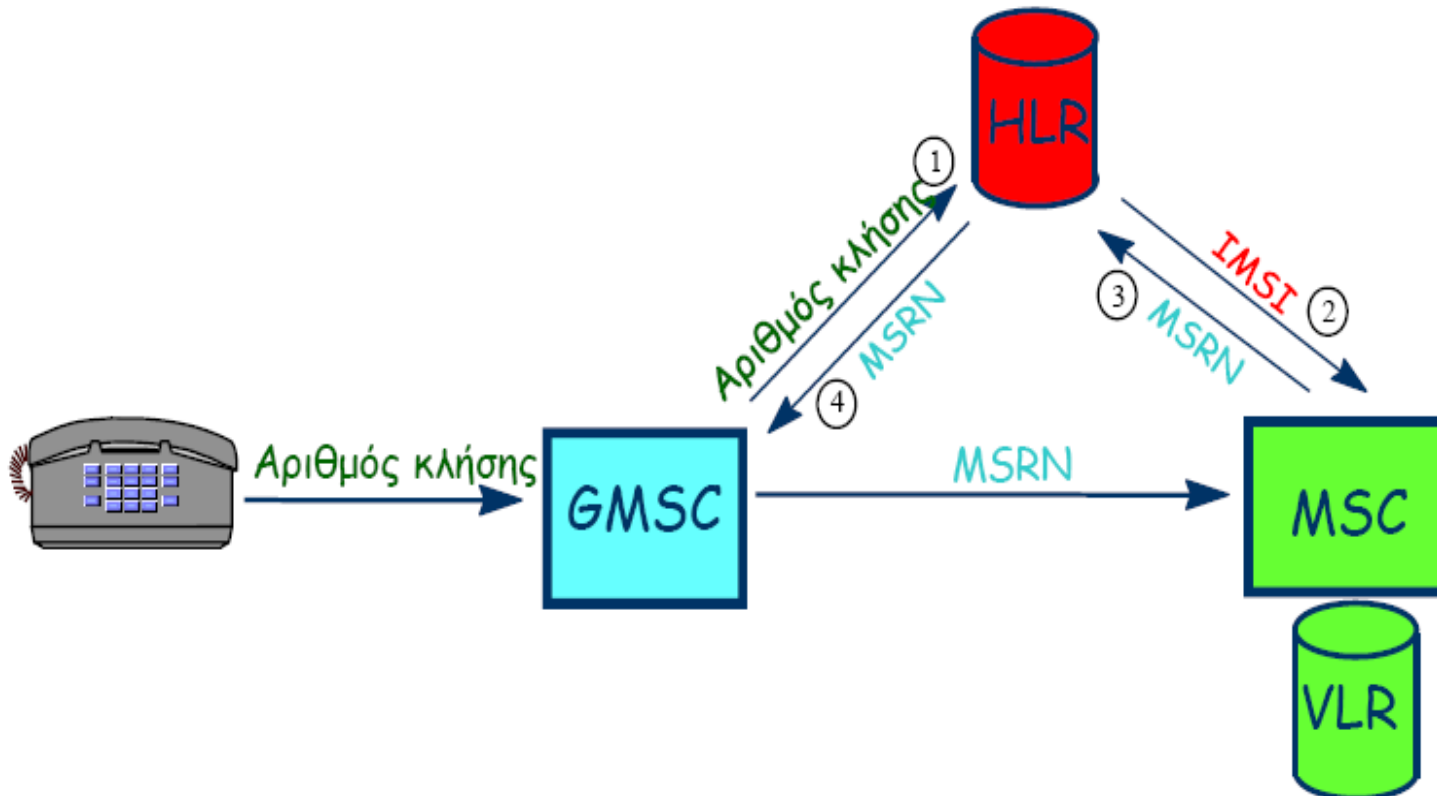
Wind

Δεν είναι ο  
αριθμός του  
συνδρομητή!

Χρησιμοποιείται για να αναγνωρίζεται ο συνδρομητής στις βάσεις δεδομένων του GSM.

Υπάρχει και στην κάρτα SIM του χρήστη

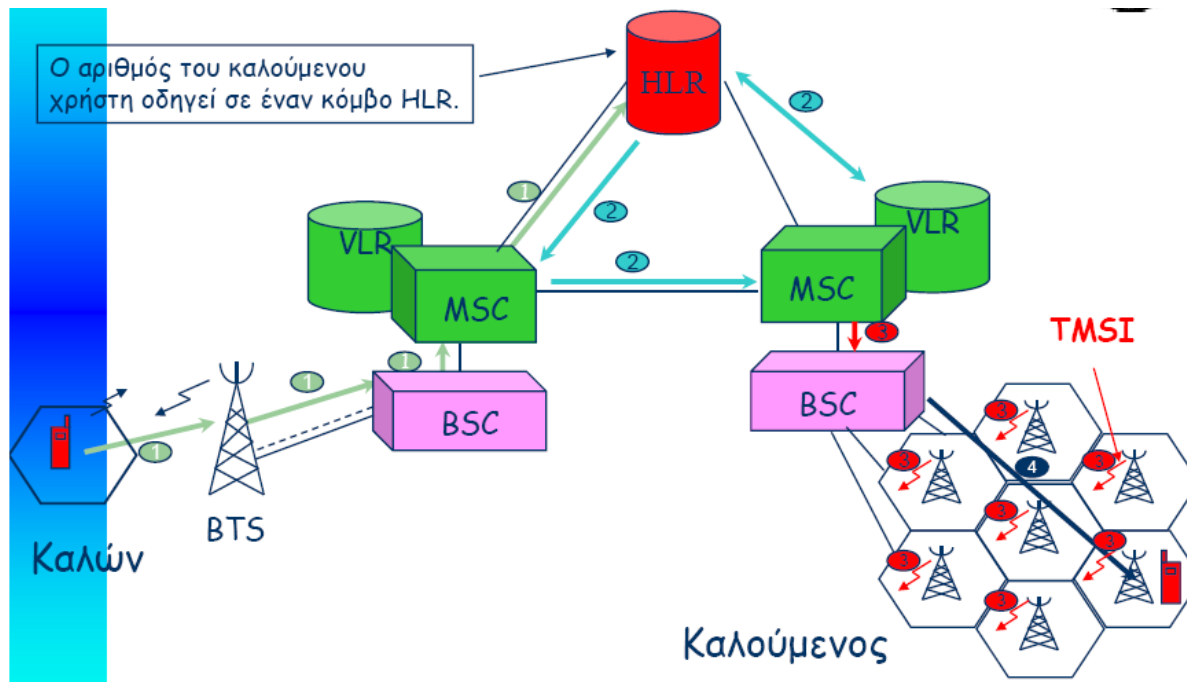
# Κλήση προς κινητό – Δρομολόγηση κλήσης



Υπενθυμίζεται ότι μόλις ενεργοποιηθεί ένα κινητό ανταλλάσει σηματοδοσία με το ισχυρότερο BS της περιοχής του ώστε να καταγραφεί στο δίκτυο. Έτσι ο MSC\VLR που επικοινωνεί με όλους τους BS της περιοχής του, γνωρίζει κάθε στιγμή που βρίσκεται ο χρήστης (βλέπε «ενημέρωση θέσης» αργότερα)

# Κλήση προς κινητό – Εγκαθίδρυση της κλήσης

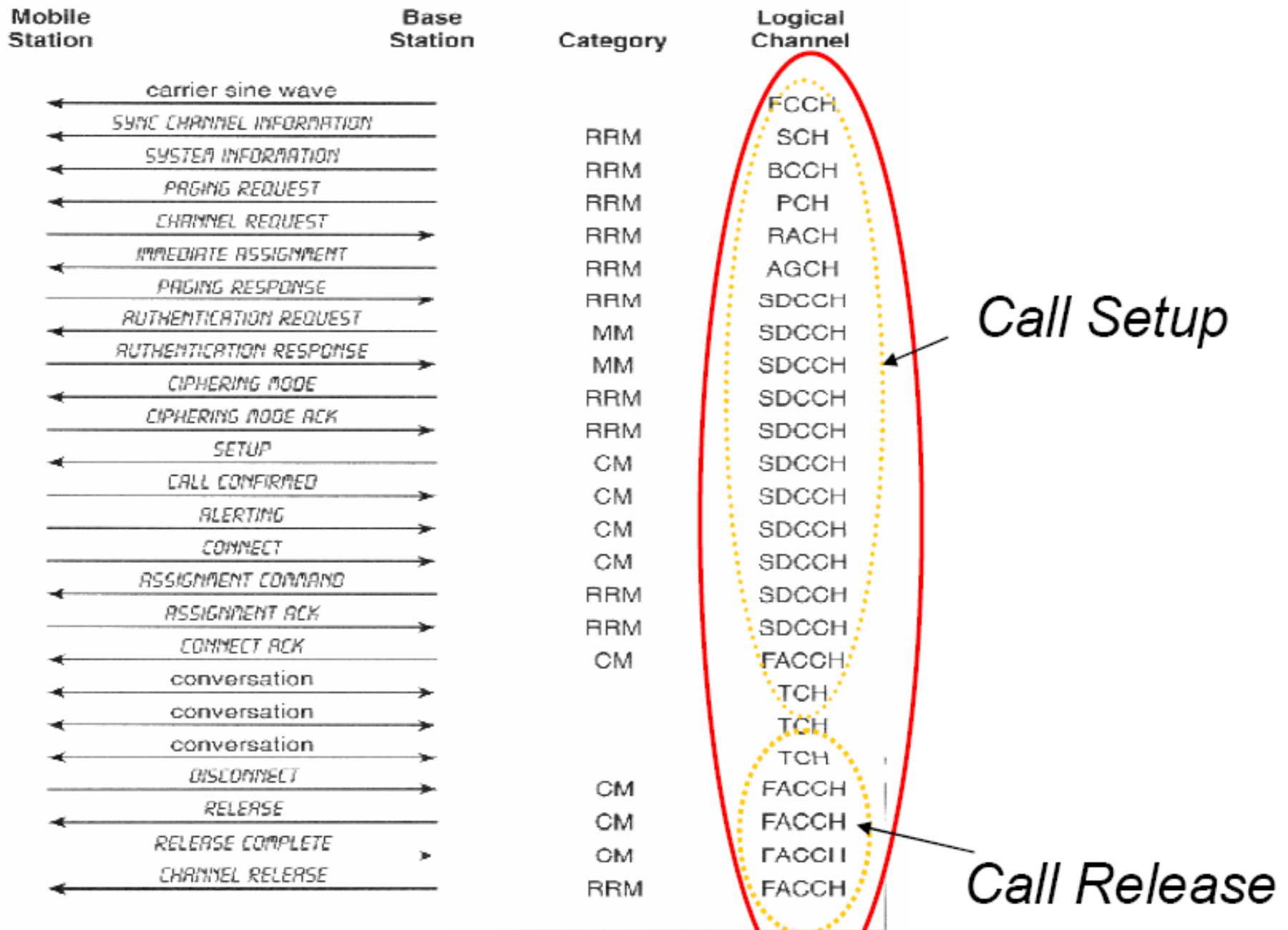
- Ο MSC ειδοποιεί το καλούμενο MS μέσω όλων των BSS της περιοχής του



Εντός του δικτύου αναζήτησης δεν στέλνεται ποτέ ο IMSI αλλά ο TMSI (προσωρινός κωδικός) για λόγους ασφαλείας

# Κλήση προς κινητό – Εγκαθίδρυση της κλήσης (συν.)

- Το καλούμενο κινητό απαντά στο Paging σήμα από το MSC, επικοινωνώντας με τον ισχυρότερο BSS της περιοχής του. Αυτός ο BSS θα χρησιμοποιηθεί για την εγκαθίδρυση της κλήσης.
- Δημιουργούνται οι λεγόμενες συνδέσεις Radio Resource και Mobility Management (πρωτόκολλα επιπέδου 3 που προβλέπονται από το GSM)
- Γίνεται πιστοποίηση της ταυτότητας του συνδρομητή (authentication)
- Το VLR στέλνει στο MSC τις απαραίτητες παραμέτρους για το μήνυμα εγκαθίδρυσης κλήσης (Call setup) που θα σταλεί στο κινητό. Το VLR είναι αυτό που εκχωρεί το TMSI.
- Το MSC στέλνει το μήνυμα έναρξης (setup) στο MS.
- Ο MS, αφού κάνει έλεγχο συμβατότητας στις παραμέτρους της κλήσης, απαντά με μήνυμα επιβεβαίωσης λήψης.
- Ο BSS εκχωρεί τότε κανάλι TCH για επικοινωνία με το κινητό.
- Το MSC μέσω αυτού του καναλιού δίνει εντολή στο καλούμενο MS για κωδωνισμό και μόνο τότε ο καλούμενος χρήστης ειδοποιείται.





# ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ

# Αποστολή μηνυμάτων μέσω κινητών

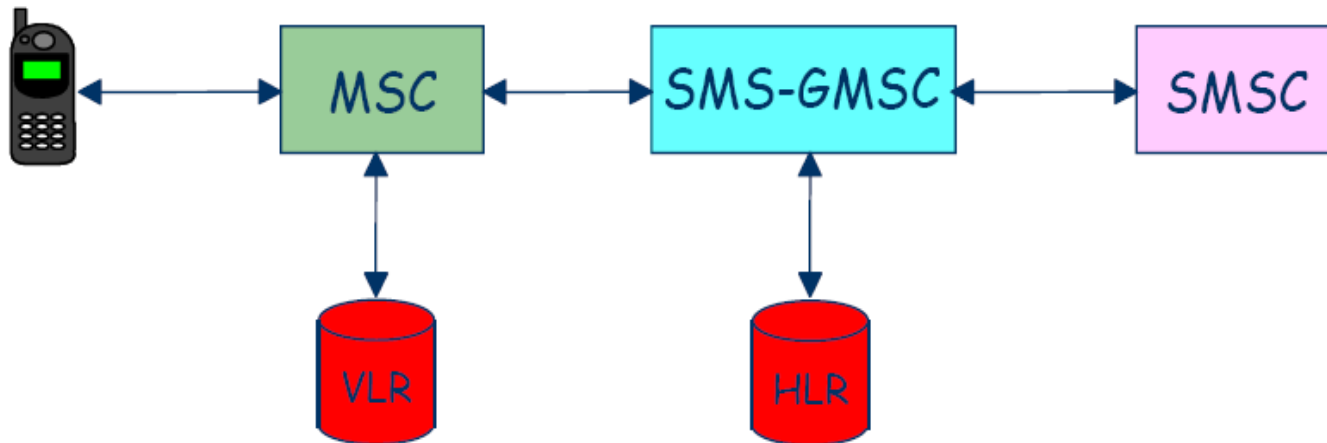
- Short Message Service (SMS)
- Enhanced Messaging Service (EMS)
- Multimedia Messaging Service (MMS)
- Το 2002, από τα δίκτυα GSM μεταδόθηκαν 360 δισεκατομμύρια μηνύματα
- Περίπου 100 εκατ. SMS οι Έλληνες τις μέρες Χριστουγέννων

# Υπηρεσία σύντομων κινητών

- SMS: τα πιο ακριβά 140 bytes παγκοσμίως (160 7bit χαρακτήρες)
- Δεν απαιτεί σύνδεση απ' άκρη σ' άκρη
- Υπάρχουν δύο τύποι SMS:
  - Εκπομπή σε κυψέλη: Cell Broadcast Service (CBS)
  - Σημείου προς σημείο: SMS point-to-point (SMS-PP)
- Ασύμμετρη υπηρεσία (η μετάδοση από το MS θεωρείται διαφορετική από εκείνη προς το MS)
- Η μετάδοση ενός σύντομου μηνύματος υφίσταται πάντοτε μεταγωγή από κάποιο SMSC (SMS Center), το οποίο θεωρείται ότι δεν ανήκει στο δίκτυο κινητών επικοινωνιών.

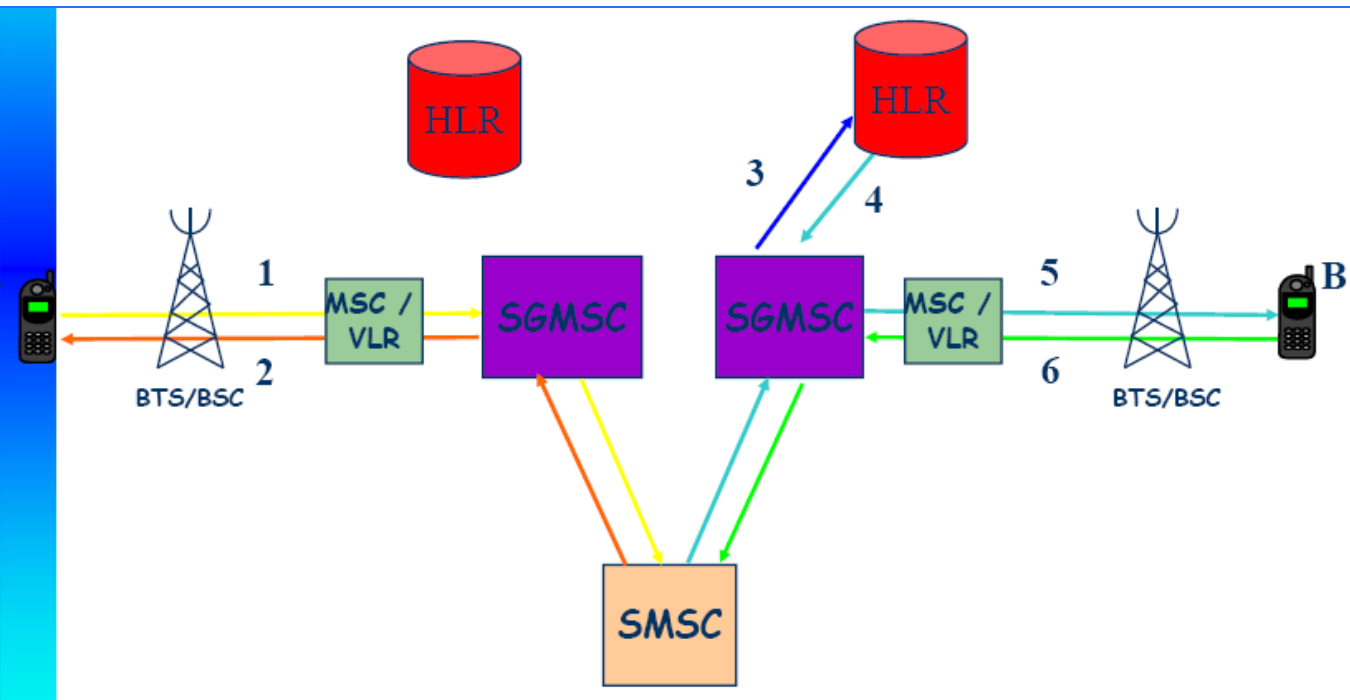
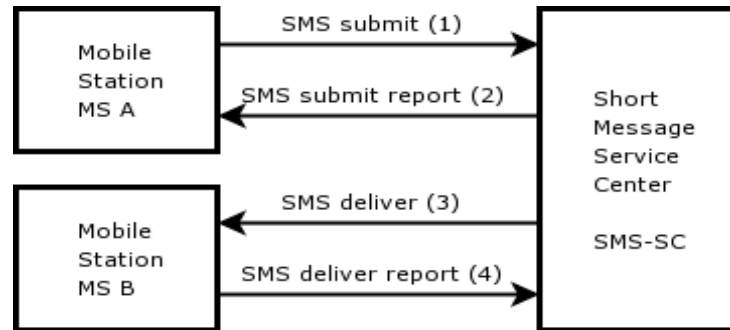


# Αρχιτεκτονική δικτύου SMS-PP



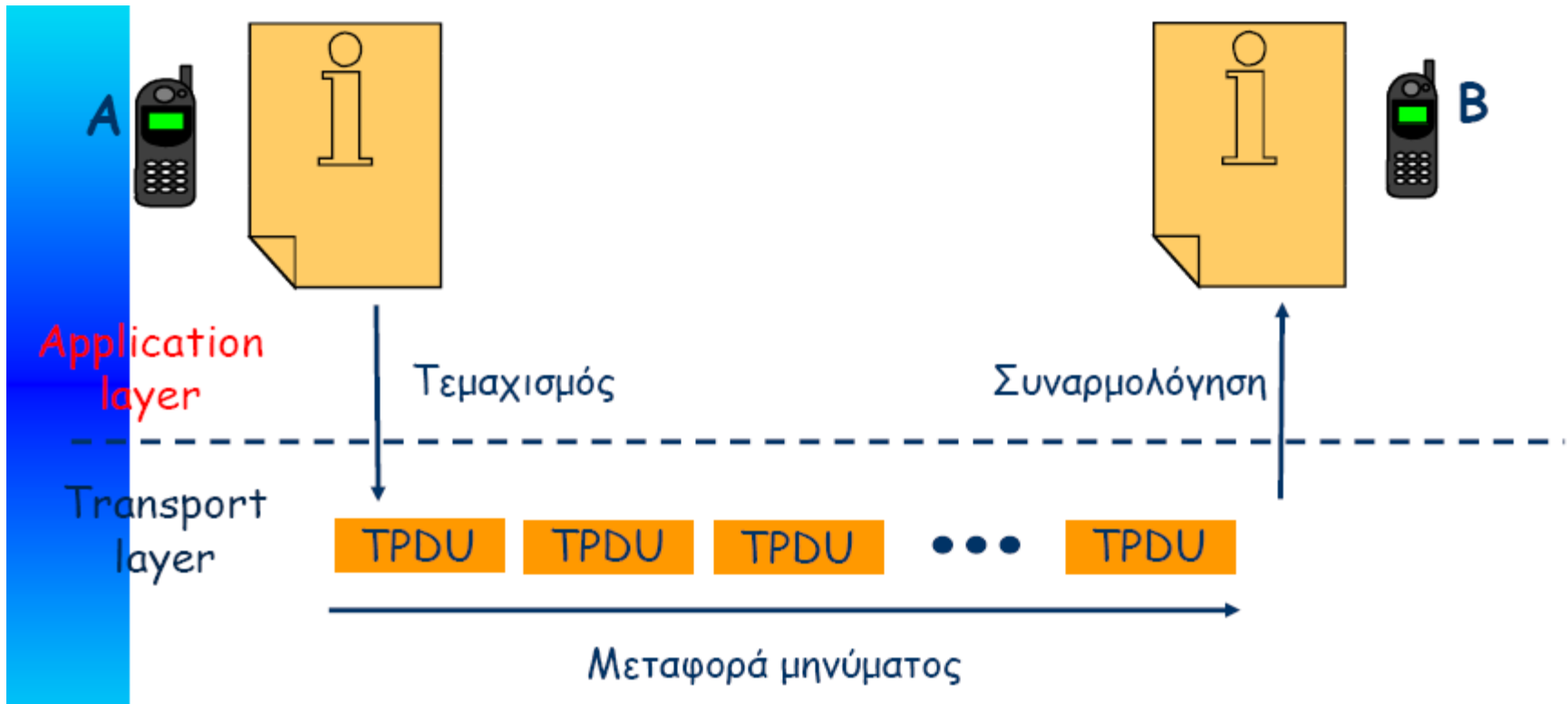
- Είναι υπηρεσία μεταγωγής πακέτου (όχι μεταγωγής κυκλώματος, όπως στις κλήσεις)
- Δεν χρησιμοποιείται TCH!! Όταν δεν υπάρχει ενεργή κλήση, χρησιμοποιείται το κανάλι σηματοδότησης SDDCH. Όταν υπάρχει ενεργή κλήση, τα μηνύματα πολυπλέκονται μέσα στο SACCH, επιτρέποντας τον χρήστη να μιλά ταυτόχρονα.

# [ Βασικά βήματα ]



Διαδικασία  
μετάδοσης

# Τεμαχισμός μηνυμάτων



- Λαμβάνει χώρα όταν ένα μήνυμα ξεπερνά τους 160 χαρακτήρες (δεν υποστηρίζεται από όλες τις συσκευές)
- TPDU (Traffic Protocol Description Unit): περιγράφει τύπο, κωδικοποίηση, μήκος του μηνύματος

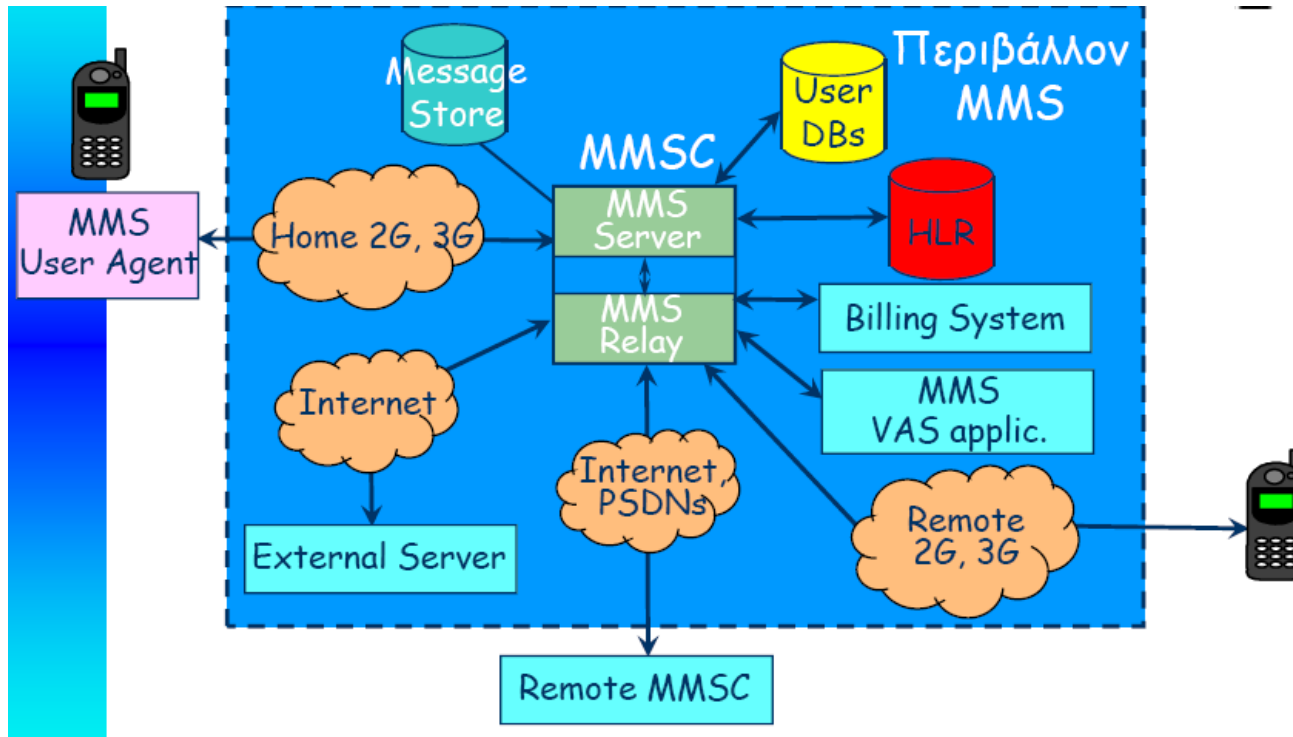
# [ EMS ]

- Εμφανίστηκαν περίπου στο 2000 και υποστηρίζονται πλέον από όλα τα κινητά.
  - Υποστηρίζουν κείμενο με μορφοποίηση, ήχους, μονόχρωμες μικρές εικόνες και αλληλουχία εικόνων για “animation”
  - Υλοποιούνται ως διαδοχικά SMS, άρα δεν χρειάζονται ειδικό κανάλι

# [ MMS ]

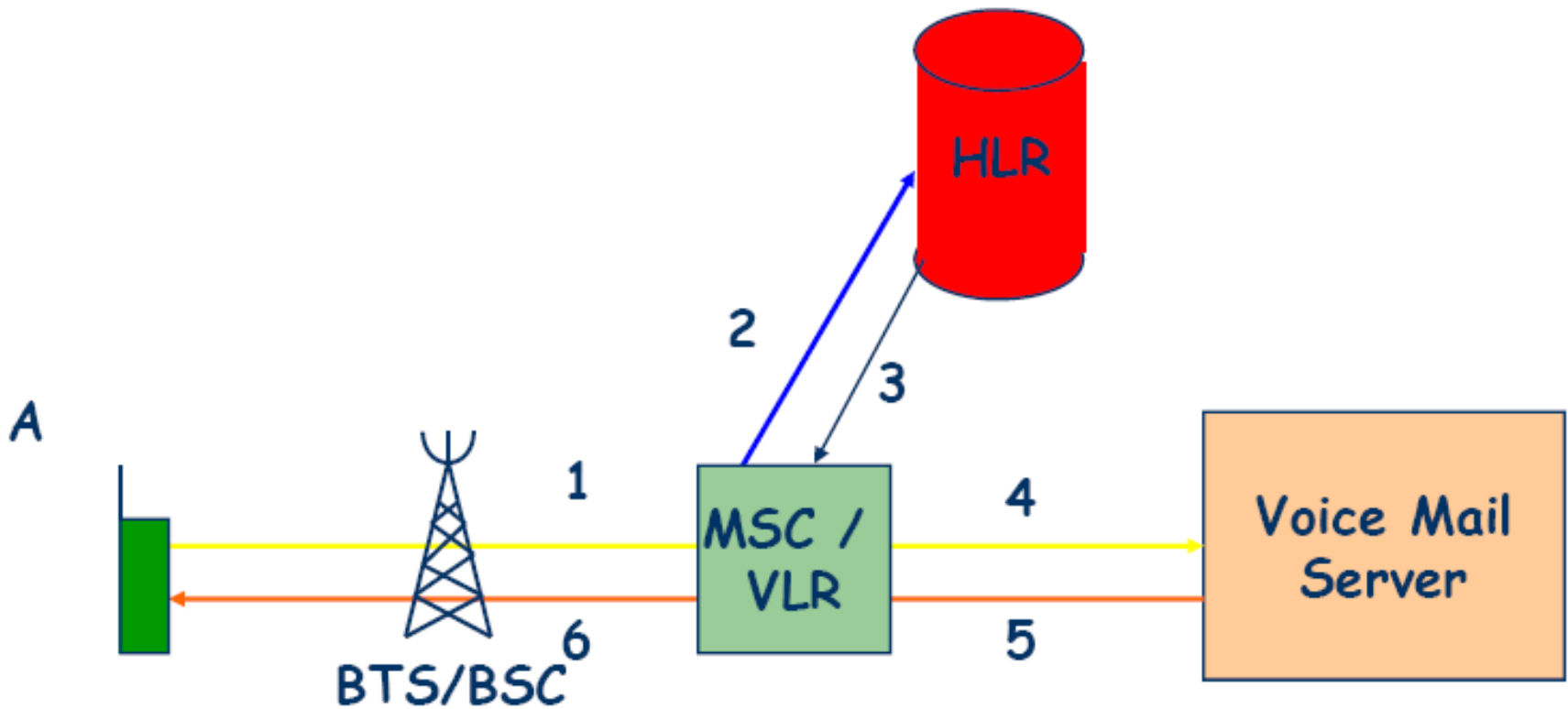
- Η αύξηση του εύρους ζώνης (στα κινητά νεότερης γενιάς) επέτρεψε τη διάδοση της υπηρεσίας MMS
- Επιτρέπει διαφορετικές γραμματοσειρές, γραφικά σε διάφορες μορφοποιήσεις, ήχο, video, φωτογραφίες κτλ).
- Η φιλοσοφία του είναι ίδια με του SMS, απλά το κάθε «πλούσιο» μήνυμα MMS κωδικοποιείται κατάλληλα και μετατρέπεται σε ένα κείμενο, το οποίο πηγαίνει στον κατάλληλο server (MMS Relay).
- Στη συνέχεια, το κείμενο αυτό δρομολογείται προς τον προορισμό του μέσω του Internet.
- Όταν φτάσει στον MMS Server του προορισμού, τοποθετείται σε έναν προσωρινό server και ο παραλήπτης ειδοποιείται για το μήνυμα, οπότε προσπελαύνει αυτόν τον προσωρινό server.


# Αρχιτεκτονική MMS



Ο MMS Server ανταλλάσσει δεδομένα και με άλλους, εξωτερικούς, servers. Χρησιμοποιεί τον HLR για επιμέρους ρυθμίσεις του χρήστη.

# [ Φωνητικό ταχυδρομείο ]





ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΘΕΣΗΣ



# [ Χρησιμότητα ]

- Ο MSC πρέπει να γνωρίζει τις κινήσεις του χρήστη, ώστε να τον εντοπίζει προκειμένου να του προωθεί τις κλήσεις.
- Η περιοχή χωρίζεται σε περιοχές αναζήτησης (Location Areas – LA), όπου κάθε μια αποτελείται από πολλές κυψέλες. Ο BTS εκπέμπει συνεχώς τη LA που ανήκει. Καθώς το κινητό αλλάζει θέσεις, κάποια στιγμή αλλάζει LA. Τότε, ενημερώνει τον MSC (συγκεκριμένα τη βάση του)

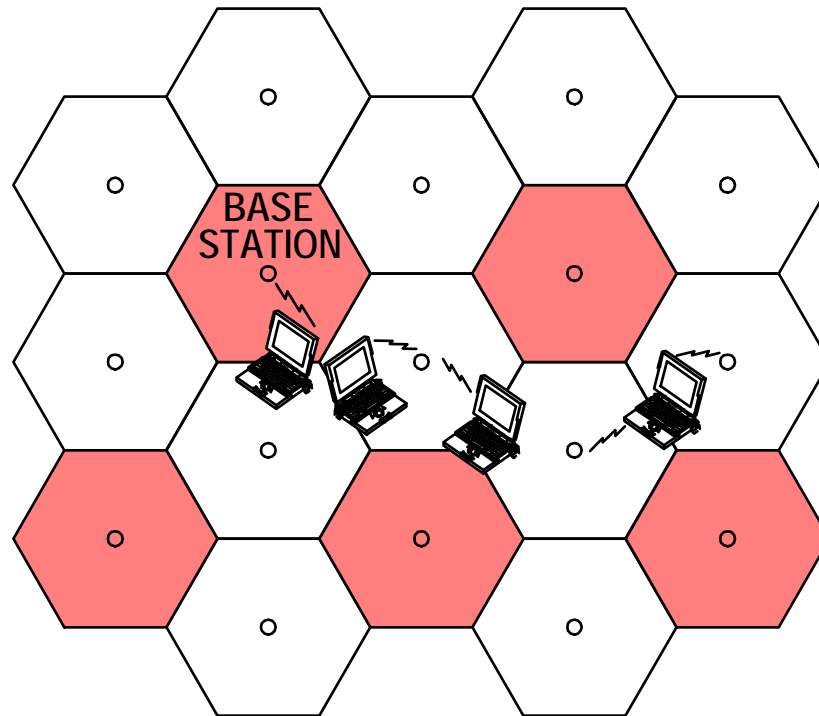
# [ Διαδικασία αναζήτησης ]

- Όταν μία κλήση απευθύνεται σε ένα κινητό, γίνεται ερώτηση στη βάση δεδομένων για να βρεθεί η LA που ανήκει και στη συνέχεια εκτελείται η διαδικασία αναζήτησης για να βρεθεί ο BSC που εξυπηρετεί την κυψέλη στην οποία βρίσκεται το καλούμενο κινητό.
- Το MSC στέλνει μήνυμα αναζήτησης (Paging Request) σε κάθε ένα από τους BSS.
- Κάθε BSS στέλνει μία αίτηση αναζήτησης που περιέχει την ταυτότητα του καλούμενου κινητού.
- Όταν το κινητό δει το μήνυμα, ξεκινά τη διαδικασία πρόσβασης, η οποία καταλήγει στην εκχώρηση καναλιού.



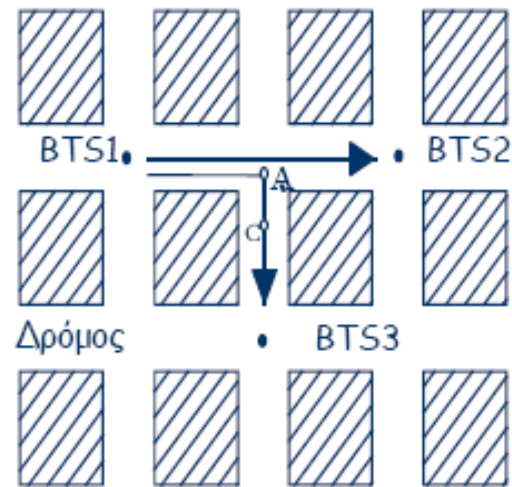
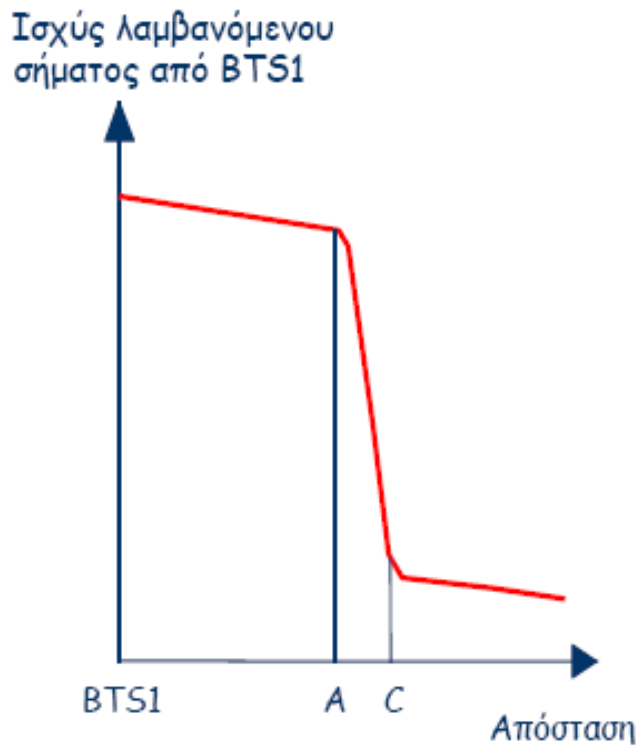
ΜΕΤΑΠΟΜΠΗ

# Μεταπομπή (Handoff ή handover)



*Όταν ο κινητός σταθμός μετακινείται σε μια διαφορετική κυψέλη, η κλήση παραδίδεται στην νέα κυψέλη, και πρέπει να της ανατεθεί ένα καινούριο κανάλι. Η διαδικασία πρέπει να γίνεται γρήγορα, ώστε να μη διακόπτεται η κλήση (1-2 δευτερόλεπτα)*

# [ Φαινόμενο γωνίας δρόμου ]



# Αιτίες μεταπομπής

- Για να αποφευχθεί η απώλεια μίας επικοινωνίας σε εξέλιξη, όταν το κινητό φεύγει από την περιοχή κάλυψης της κυψέλης η οποία είχε αναλάβει τη διεκπεραίωση της κλήσης. Ονομάζεται «**μεταπομπή διάσωσης**» (η συνηθέστερη)
- Όταν ναι μεν η ποιότητα μετάδοσης είναι σωστή, αλλά ωστόσο υπάρχει κάποια άλλη κυψέλη για την οποία ισχύει ότι, αν αυτή αναλάβει την εν εξέλιξη κλήση, το ολικό επίπεδο παρεμβολής θα μειωθεί. Κάθε τέτοια μεταπομπή, που αποσκοπεί απλά στην αριστοποίηση της κλήσης, ονομάζεται «**μεταπομπή περιορισμού**»
- Όταν η τρέχουσα κυψέλη είναι υπερφορτωμένη, ενώ οι γύρω κυψέλες έχουν χαμηλή κίνηση, τότε επίσης μπορεί η κλήση να μεταφερθεί σε διπλανή κυψέλη. Ονομάζεται «**μεταπομπή κίνησης**» και εν γένει χρησιμοποιείται με μεγάλη προσοχή, γιατί ενδέχεται να αυξήσει το επίπεδο των παρεμβολών.

# Ποιος ανιχνεύει την ανάγκη για μεταπομπή?

- Η κινητή μονάδα: Κάνει μετρήσεις ποιότητας σε διάφορα κανάλια, επιλέγει το καλύτερο, και αλλάζει με τη συνεργασία του δικτύου
- Το δίκτυο: Οι σταθμοί βάσης εκτελούν μετρήσεις ισχύος σημάτων και αναφέρουν τα αποτελέσματα στο ΚΜΚΤ, το οποίο παίρνει την απόφαση για handoff.
- Συνεργασία: Και το δίκτυο και η κινητή μονάδα παίρνουν μετρήσεις. Η μονάδα αναφέρει την ισχύ του σήματος από τους κοντινούς σταθμούς και το δίκτυο παίρνει την απόφαση.

# [ Κριτήρια μεταπομπής ]

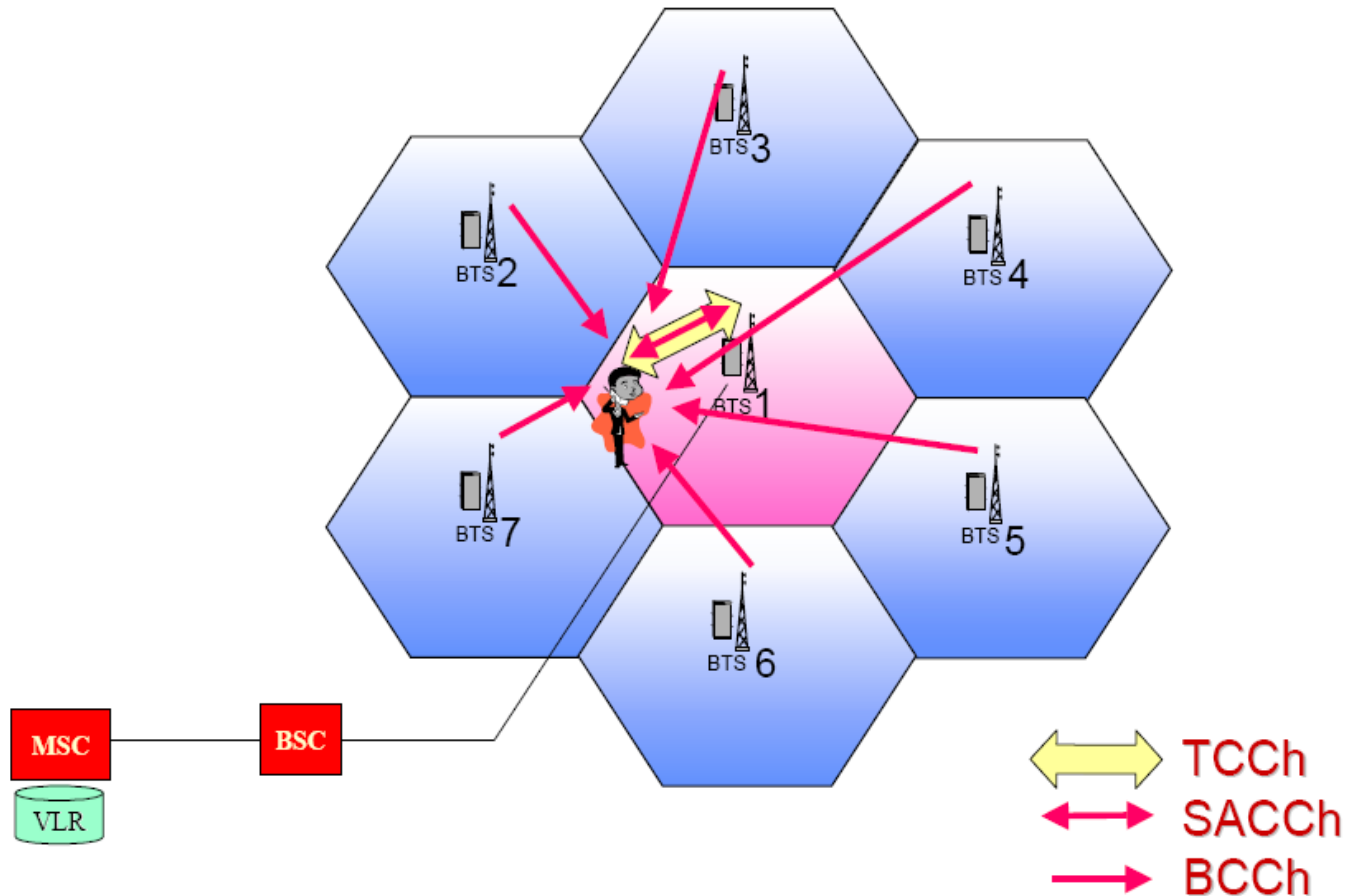
- Μεταπομπή διάσωσης:
  - Ποιότητα της μετάδοσης της εν εξελίξει σύνδεσης
    - Ρυθμός λαθών
    - Καθυστέρηση διάδοσης (συνήθως εμφανίζεται σε μεγάλες κυψέλες αγροτικής υπαίθρου)

Και οι MS και οι BSC κάνουν μετρήσεις στην ποιότητα εκπομπής και στο επίπεδο λήψης



# Σχηματική αναπαράσταση

## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΠΟΜΠΗΣ



Μέτρηση Ποιότητας και Έντασης σήματος στο TCh, και από το MS και από το BTS  
Μέτρηση Έντασης σήματος BCCh γειτονικών καναλιών  
Οι μετρήσεις από το BTS και το MS μεταβιβάζονται για εκτίμηση και απόφαση στο BSC

# [ Κριτήρια μεταπομπής ]

- Μεταπομπή διάσωσης (αναλυτικά):
  - Ρυθμός Λαθών ανά Λέξη (WER). Χρειάζεται χρόνο για να υπολογιστεί
  - Ισχύς σήματος. Είναι πάντα γνωστή, αλλά λόγω διαλείψεων (fast or slow fading), δεν είναι πάντα αξιόπιστος δείκτης. Πρέπει να εφαρμοστεί κάποια τεχνική που να υπολογίζει μέση λαμβανόμενη ισχύ.
  - Συνήθως χρησιμοποιείται η σχετική ισχύς σήματος, με υστέρηση και κατώφλι, σε συνδυασμό με τεχνικές πρόβλεψης.

# Σχετική ισχύς σήματος, με κατώφλι

Κάθε 480 msec (περίπου 4 πολυπλαιοσισια κίνησης) εξάγεται ο μέσος όρος των τιμών που ελήφθησαν π.χ. το προηγούμενο διάστημα των 10 sec. Κατόπιν αφαιρείται από την προκύπτουσα τιμή, η τιμή “ποινής” για εκείνες τις κυψέλες που απέτυχαν να υποδεχθούν πρόσφατα κάποια μεταβίβαση ή είχαν προβλήματα ποιότητας σήματος.

Όλες αυτές οι τιμές συγκρίνονται κατόπιν με κάποιες τιμές κατωφλίου που επιτρέπουν την τοποθέτηση των κυψελών που μετρήθηκαν σε λίστα ταξινόμησης. *Αν υπάρξει κυψέλη σε ανώτερη θέση από την εξυπηρετούσα κυψέλη, δοκιμάζεται εκχώρηση καναλιού σε αυτήν την κυψέλη.* Αν αποβεί επιτυχής τότε επιχειρείται μεταβίβαση.

Η κυψέλη που εγκαταλείπεται λαμβάνει, (για περιορισμένο χρονικό διάστημα), μια ποινή σε dB.

# [ Πόσο μεγάλο το κατώφλι? ]

- Ένα μεγάλο κατώφλι σημαίνει περισσότερη καθυστέρηση μέχρι να γίνει το handoff. Επίσης, ο χρήστης έχει μια σύνδεση χαμηλής ποιότητας κατά τη διάρκεια αυτής της καθυστέρησης και θα προκαλεί επιπλέον παρεμβολή στις γειτονικές κυψέλες, αφού βρίσκεται κοντά στην άκρη της κυψέλης.
- Ένα μικρό κατώφλι μπορεί να προκαλέσει φαινόμενα ring-rong (δηλαδή, συνεχόμενα hand-off, κάτι μη επιθυμητό).
- Απαιτείται μία χρυσή τομή (άρα, κρίσιμος και δύσκολος παράγοντας η επιλογή του κατωφλίου)

# Κριτήρια μεταπομπής

- Μεταπομπή περιορισμού:
  - Απαιτείται πληροφορία για το φορτίο κάθε BSC. Την πληροφορία αυτή τη διαθέτουν τα MSC και οι BSC.
  - Οι αιτίες υπαγορεύουν μεν το πλήθος των MS που θα πραγματοποιήσουν μεταπομπή, αλλά δεν υπαγορεύουν συγκεκριμένα ποιες θα είναι αυτές. Για αυτό, οι MS που επιλέγονται είναι εκείνοι οι οποίοι βρίσκονται πιο κοντά στο να μεταπεμφθούν εξαιτίας κάποιου άλλου λόγου μεταπομπής.
- Γενικά, τα κριτήρια μεταπομπής (οποιουδήποτε είδους) δεν περιγράφονται στις προδιαγραφές του GSM. Οι διαχειριστές και οι κατασκευαστές έχουν πλήρη ελευθερία στην υλοποίηση κατάλληλων αλγορίθμων (όπως αυτός του κατωφλίου που αναφέρθηκε νωρίτερα).

# Εσωτερική/Εξωτερική Μεταπομπή

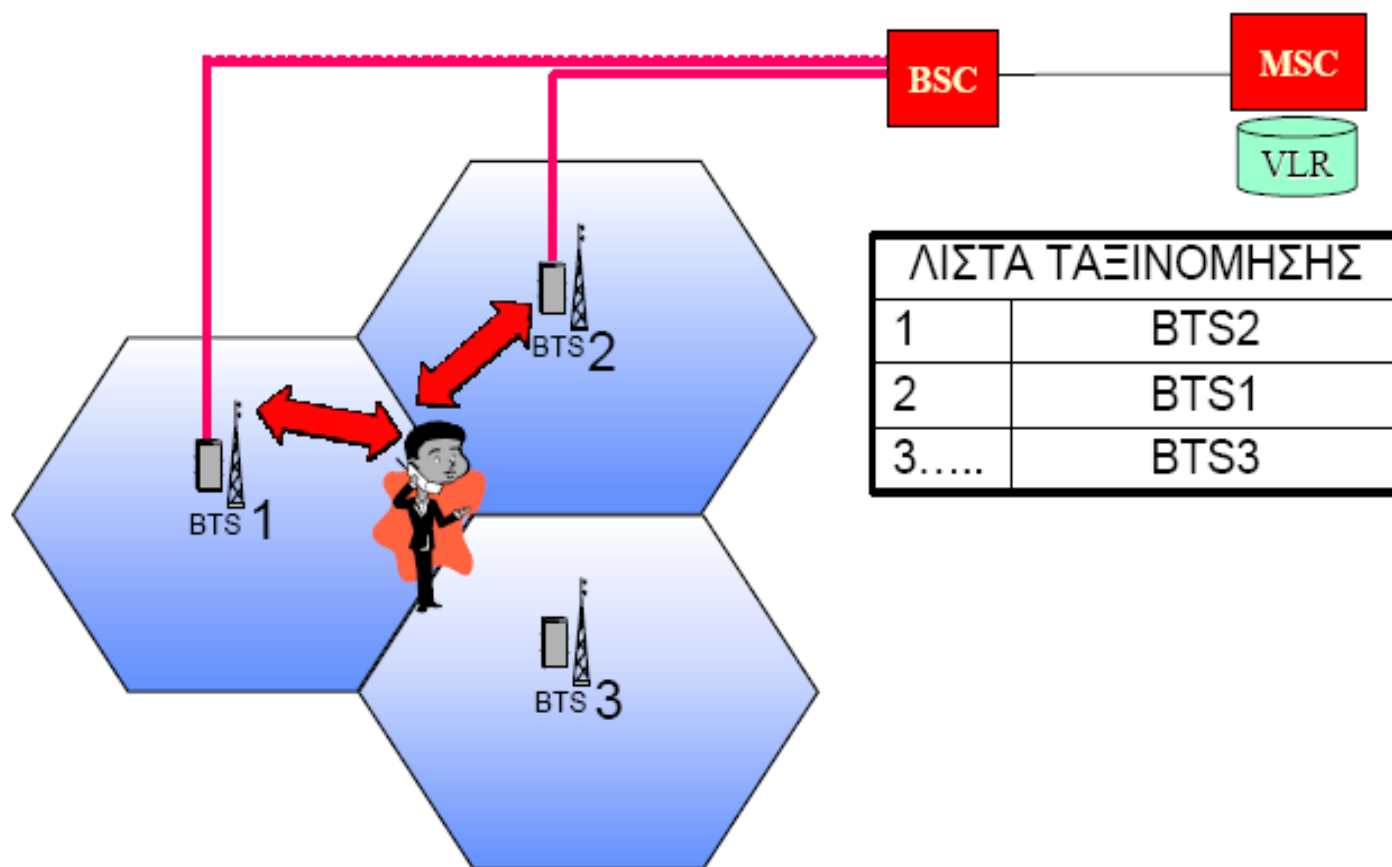
- Εσωτερική Μεταπομπή (Internal Handoff)
  - Μεταπομπή μεταξύ δύο BTSs του ιδίου BSS
- Εξωτερική Μεταπομπή (External Handoff)
  - Μεταπομπή μεταξύ δύο BTS που ανήκουν σε διαφορετικά BSS αλλά στο ίδιο MSC.
- Μεταπομπή μπορεί επίσης να λάβει χώρα και μεταξύ δύο BSS που ανήκουν σε διαφορετικά MSC. Σε αυτήν την περίπτωση, η σηματοδότηση της κλήσης εξακολουθεί να υποστηρίζεται από το παλιό

## Βασικά στάδια σε μία μεταπομπή

- Ο BTS (Base Transceiver Station) παρέχει στο κινητό, μέσω του καναλιού BCCH, λίστα με διαθέσιμα κανάλια σε γειτονικές κυψέλες.
- Το κινητό ελέγχει την ισχύ του λαμβανομένου σήματος από το κανάλι MS BCCH των 6 γειτονικών κυψελών και αναφέρει το αποτέλεσμα στο MSC μέσω του SACCH
- Ο BTS ελέγχει επίσης την ισχύ του σήματος από το κινητό
- Κατάλληλοι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται για να αποφασίζεται το πότε θα εκτελείται η μεταπομπή. Την απόφαση για μεταπομπή την παίρνει είτε αποκλειστικά το δίκτυο είτε σε συνεργασία με το κινητό.
- Το MSC «διαπραγματεύεται» το νέο κανάλι με τον νέο BSS και υποδεικνύει στο κινητό ότι αρχίζει η μεταπομπή
- Όταν η μεταπομπή ολοκληρωθεί, το κινητό ενημερώνει το MSC
- Ο προηγούμενος BSS ενημερώνεται και απελευθερώνει τους πόρους του

# ΜΕΤΑΠΟΜΠΗ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ BSC

## *Intra BSC Handover*

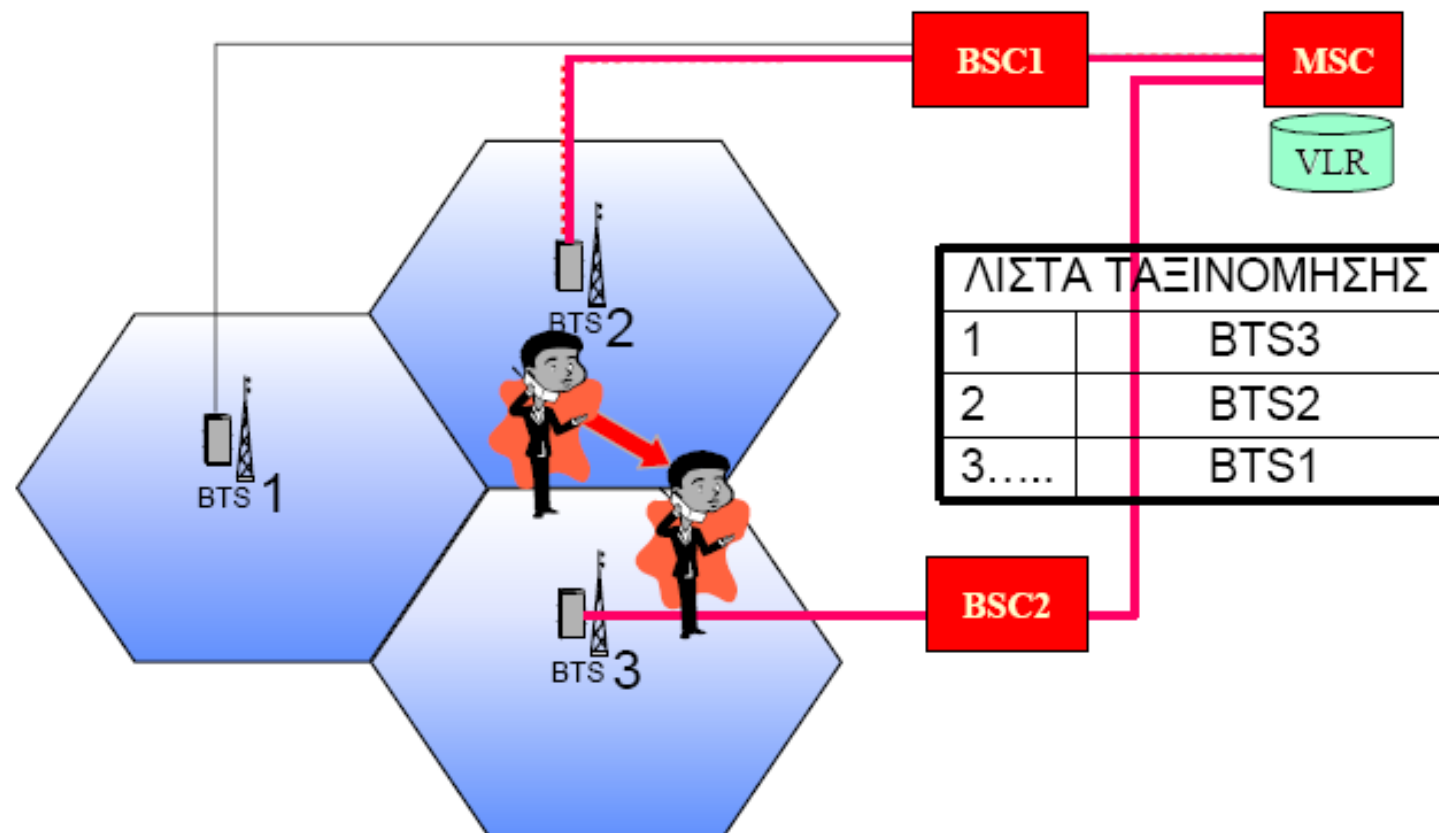


1. Εγκαθιδρύεται νέα σύνδεση μεταξύ BSC-BTS2 και αν υπάρχει διαθέσιμο TCh κρατείται. Επιχειρείται μεταβίβαση, με εντολή στο ΚΣ να αλλάξει στην νέα συχνότητα και στο νέο TCh.
2. Αν η κυψέλη 2 ανήκει σε άλλη LA θα γίνει και Ανανέωση Θέσης (Loc. Update) μετά την κλήση. Δεν απαιτείται περαιτέρω σηματοδότηση στο υπόλοιπο δίκτυο.
2. Μερικές από τις γειτονικές κυψέλες θα έχουν τώρα αλλάξει. Ο ΚΣ λαμβάνει την νέα λίστα γειτονικών καναλιών.



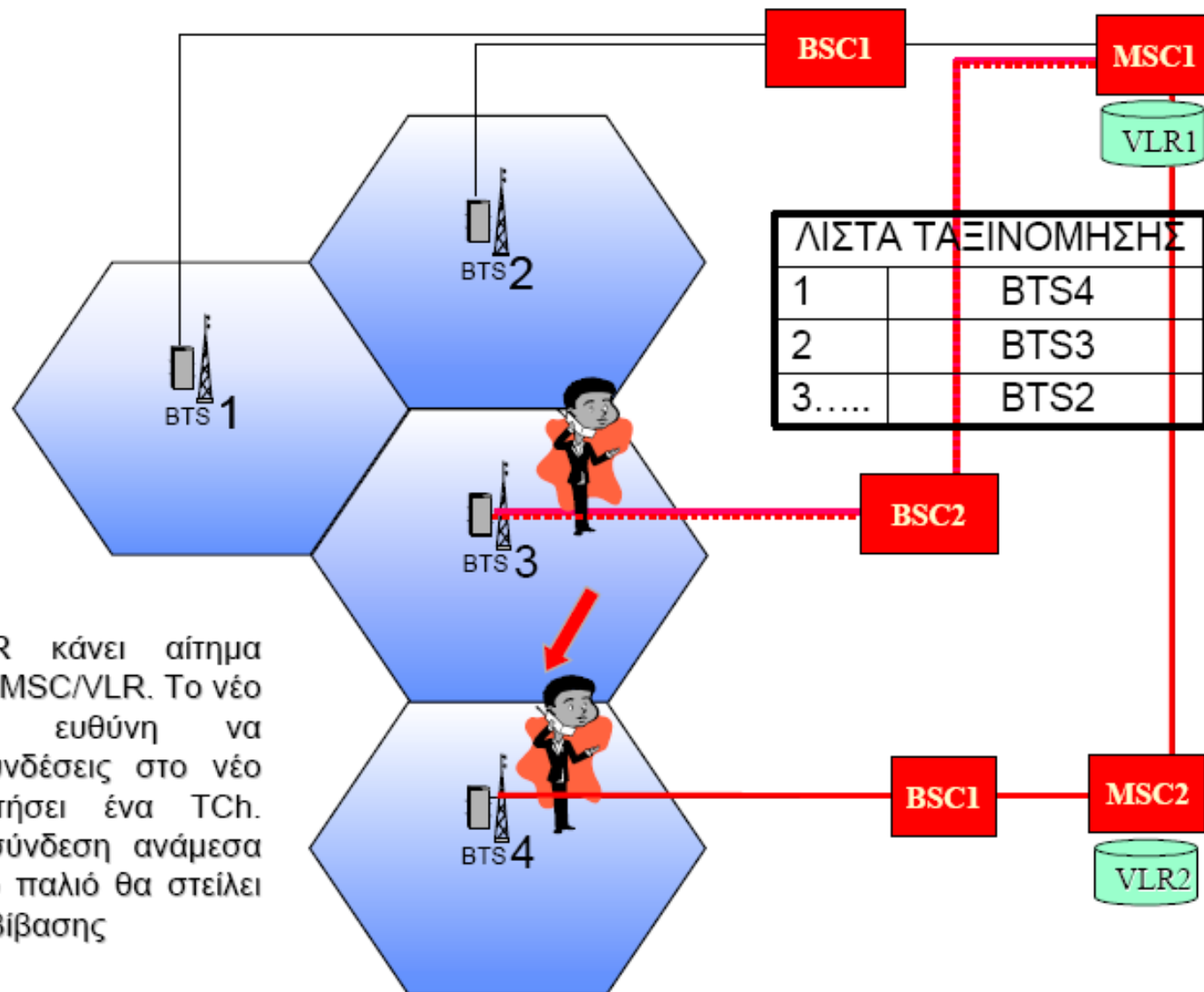
# ΜΕΤΑΠΟΜΠΗ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ MSC

## *Intra MSC Handover*



1. Το BSC1 ζητά άδεια μεταβίβασης από το MSC/VLR. Εγκαθιδρύεται μια νέα σύνδεση μεταξύ MSC-BSC2-BTS3 και αν υπάρχει διαθέσιμο TCh κρατείται. Ακολούθως επιχειρείται μεταβίβαση με εντολή στο ΚΣ να αλλάξει στην νέα συχνότητα και στο νέο TCh.
2. Αν η κυψέλη 3 ανήκει σε άλλη LA θα γίνει και Ανανέωση Θέσης (Loc. Update) μετά την κλήση.
3. Μερικές από τις γειτονικές κυψέλες θα έχουν τώρα αλλάξει. Ο ΚΣ λαμβάνει την νέα λίστα γειτονικών καναλιών.

# ΜΕΤΑΠΟΜΠΗ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ MSC's



1. Το παλιό MSC/VLR κάνει αίτημα μεταβίβασης στο νέο MSC/VLR. Το νέο αναλαμβάνει την ευθύνη να προετοιμάσει τις συνδέσεις στο νέο BTS και να κρατήσει ένα TCh. Εγκαθιδρύεται μια σύνδεση ανάμεσα στα δύο MSC και το παλιό θα στείλει στον ΚΣ εντολή μεταβίβασης

2. Αν η κυψέλη 3 ανήκει σε άλλη LA θα γίνει και Ανανέωση Θέσης (Loc. Update) μετά την κλήση.

3. Μερικές από τις γειτονικές κυψέλες θα έχουν τώρα αλλάξει. Ο ΚΣ λαμβάνει την νέα λίστα γειτονικών καναλιών.

# ΑΠΟΤΟΜΗ ΜΕΤΑΠΟΜΠΗ (HARD HAND-OFF)

- Κάθε χρονική στιγμή, το κινητό μεταδίδει μόνο σε ένα κανάλι. Απότομα λοιπόν, η κλήση από τη μία κυψέλη περνάει στην άλλη, πιθανότατα και σε άλλη συχνότητα. Συνήθως η κλήση διακόπτεται για ένα απειροελάχιστο χρονικό διάστημα

# ΜΗ ΑΠΟΤΟΜΗ ΜΕΤΑΠΟΜΠΗ (SOFT HAND-OFF)

- Για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα υπάρχουν δύο ενεργά μονοπάτια και ταυτόχρονα δύο ροές δεδομένων. Το κινητό είναι δηλαδή, για αυτό το μικρό χρονικό διάστημα, συνδεδεμένο με δύο ΣΒ.
- **Πλεονεκτήματα:** Λιγότερα φαινόμενα ring-rong. Πιο ομαλά handoff.
- **Μειονεκτήματα:** Δεσμεύονται περισσότερα κανάλια. Η παρεμβολή αυξάνεται, καθώς πολλοί σταθμοί βάσης μεταδίδουν κάτι που χρειάζεται να μεταδοθεί μόνο από έναν.

# ΚΑΝΑΛΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (GUARD CHANNELS)

- Κανάλια Ασφάλειας (guard channels): Αναθέτουμε ένα σύνολο καναλιών αποκλειστικά για την εξυπηρέτηση handoff κλήσεων. Οι νέες κλήσεις δεν έχουν πρόσβαση σε αυτά, αλλά οι handoff κλήσεις έχουν πρόσβαση και σε αυτά και στα κανονικά κανάλια. Ο αριθμός των καναλιών ασφαλείας μπορεί να αλλάζει δυναμικά.

# ΣΥΣΤΑΔΑ ΣΚΙΑΣ (SHADOW CLUSTER)

Λέμε πως μια κλήση σχηματίζει μια σκιά στο δίκτυο και εννοούμε το σύνολο των γειτονικών της κυψελών που σχηματίζεται από τις πιθανότητες να μετακινηθεί η κλήση σε κάποια από αυτές. Η σκιά ακολουθεί την κίνηση της κλήσης.

- Όλες οι κυψέλες στη σκιά μιας κλήσης θα πρέπει να δεσμεύσουν κάποιο εύρος ζώνης για την κλήση. Το ποσοστό εύρους ζώνης που θα δεσμευτεί εξαρτάται από το πόσο σκοτεινή είναι η σκιά στην κυψέλη.
- Με τη λήψη μιας νέας κλήσης, ο σταθμός βάσης υπολογίζει τη συστάδα σκιάς, λαμβάνει εκτιμήσεις διαθεσιμότητας εύρους ζώνης, υπολογίζει την πιθανότητα να επιβιώσει η κλήση και αποδέχεται την κλήση μόνο αν η πιθανότητα επιβίωσης της είναι αρκετά υψηλή.
- Χρησιμοποιούνται πληροφορίες όπως η θέση της κινητής μονάδας, η ταχύτητά της, η κατεύθυνσή της, προηγούμενα πρότυπα συμπεριφοράς, γεωγραφική περιοχή, κτλ.
- Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα απαιτητική σε υπολογιστικούς πόρους.



ΜΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗ  
(Discontinuous transmission, DTX)

# [ Στόχος της DTX ]

- Σε μία συνομιλία, μιλάμε συνήθως γύρω 40-50% της διάρκειάς της (ίσως και ακόμα λιγότερο).
- **DTX**: Διακοπή της μετάδοσης κατά τις περιόδους σιωπής.
- Η DTX βοηθάει στη μείωση της παρεμβολής μεταξύ διαφορετικών κυψελών και στην αύξηση της χωρητικότητας του συστήματος. Επίσης επεκτείνει τη ζωή της μπαταρίας του κινητού.



# [ Τρόπος λειτουργίας ]

- Με σύστημα ανίχνευσης φωνής, όταν το σήμα θεωρείται θόρυβος, η εκπομπή σταματάει και ο δέκτης λαμβάνει μια πλήρη σιωπή. Αυτό μπορεί να είναι ενοχλητικό για τον χρήστη κατά τη λήψη, γιατί η σύνδεση φαίνεται να είναι νεκρή. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα, ο δέκτης δημιουργεί έναν ελάχιστο θόρυβο υποβάθρου που ονομάζεται θόρυβος διόρθωσης (comfort noise).

# [ Πηγές ]

- Για τη διαμόρφωση των διαφανειών αυτού του κεφαλαίου, χρησιμοποιήθηκε υλικό (εικόνες, διαγράμματα κτλ.) από διάφορες άλλες διαλέξεις του μαθήματος των Κινητών Επικοινωνιών που είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο:
  - Μ. Θεολόγου, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
  - Γ. Ι. Στεφάνου, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Αθηνών