



# ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (Θ)

## Ενότητα 12: ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ευσταθίου Δημήτριος

Διδάκτορας Κινητών τηλεπικοινωνιών

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ





# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Χρηματοδότηση

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





# Ενότητα 12

---

## ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

**ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ  
ΔΙΔΑΚΤΟΡΑΣ ΚΙΝΗΤΩΝ  
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**



# Περιεχόμενα ενότητας

1. Εξελίξιμη Αρχιτεκτονική Συστήματος (SAE)
2. Πλεονεκτήματα Αρχιτεκτονικής Συστήματος
3. Στοιχεία της LTE SAE αρχιτεκτονικής
4. Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου
5. Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου – MME



# Σκοποί ενότητας

---



# Ευρυζωνικά Δίκτυα

## Ενότητα 12<sup>η</sup>



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κεντρικής Μακεδονίας

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής ΤΕ

---

# **LTE, Long Term Evolution**

## **System Architecture Evolution**

### **Εξελίξιμη Αρχιτεκτονική**

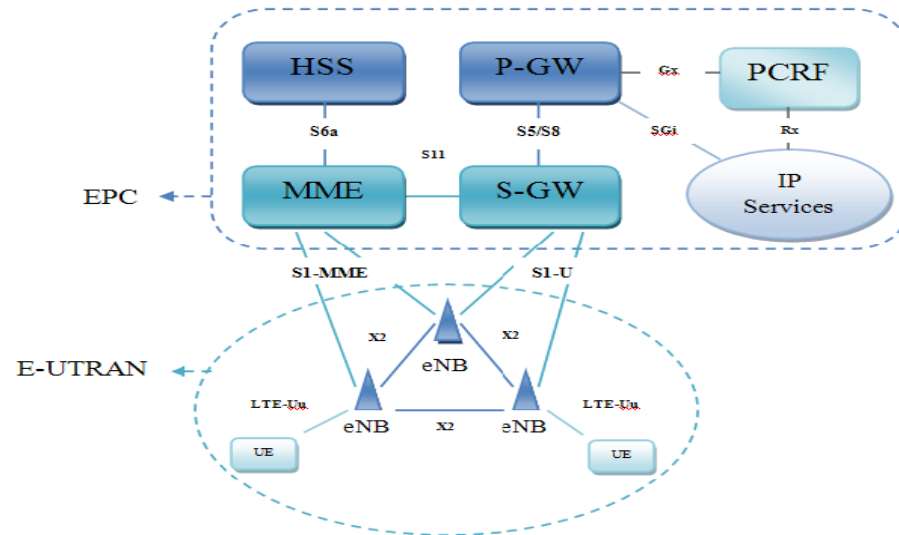
### **Συστήματος**





# Εξελιξιμη Αρχιτεκτονική Συστήματος (SAE)

- Το Evolved Packet System (EPS) του LTE αποτελείται από δύο κύριους κόμβους:
  - E-UTRAN (eNodeB or eNB)
  - EPC (Evolved Packet Core) ή αλλιώς Εξελιγμένο Δίκτυο Κορμού με Πακέτα δεδομένων.

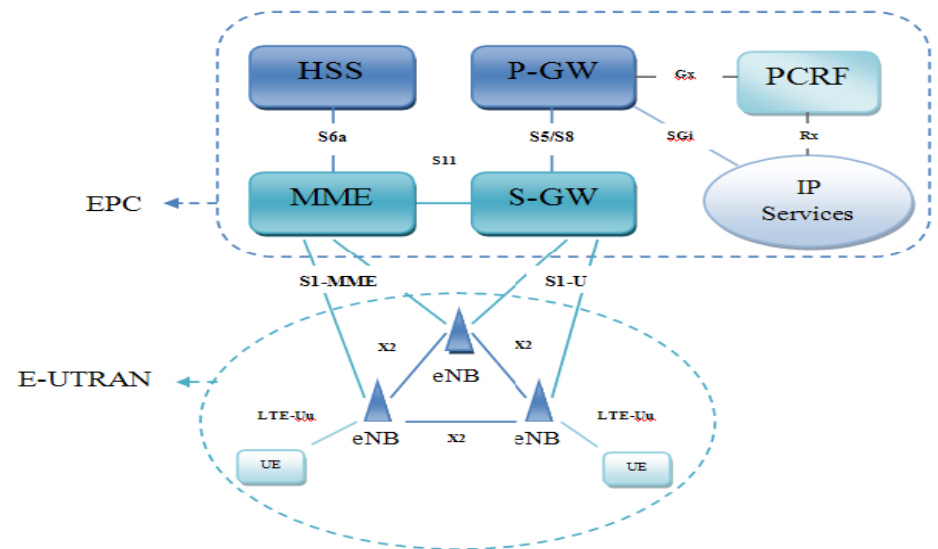


Σχήμα 1 : Αρχιτεκτονική LTE EPS



# Εξελίξιμη Αρχιτεκτονική Συστήματος (SAE)

- Διαφοροποιήσεις των SAE δικτύων από τα προγενέστερά τους είναι:
  - Κοινός κόμβος-πύλη για όλες τις τεχνολογίες.
  - Βελτιστοποίηση αρχιτεκτονικής για τους χρήστες με μόνο 2 είδη κόμβων.



Σχήμα 1 : Αρχιτεκτονική LTE EPS



# Εξελίξιμη Αρχιτεκτονική Συστήματος (SAE)

---

- All-IP σύστημα με **IP** προσανατολισμένα πρωτόκολλα σε όλες τις διασυνδέσεις.
- **Ενσωμάτωση** τεχνολογιών **εκτός των 3GPP** τεχνολογιών.
- **Βελτίωση στο διαχωρισμό** του δικτύου ραδιο-πρόσβασης (UTRAN) και του δικτύου κορμού (CN), αναφορικά με το διαχωρισμό που χρησιμοποιήθηκε στα WCDMA/HSPA.
- Παρέχει **υψηλή απόδοση** που να ευθυγραμμίζεται με τις απαιτήσεις του LTE και του LTE Advanced και τη νέα 4G τεχνολογία.



# Εξελίξιμη Αρχιτεκτονική Συστήματος (SAE)

---

## Πλεονεκτήματα:

- 1) Αυξημένη χωρητικότητα δεδομένων (data) στην καθοδική ζεύξη (100Mbps).
- 2) All IP αρχιτεκτονική: οι πάροχοι θα υιοθετήσουν την πλήρη IP μορφοποίηση του δικτύου.
- 3) Μειωμένος χρόνος λανθάνουσας καθυστέρησης (latency): Λόγω του αυξημένου επιπέδου αλληλεπίδρασης και των πιο γρήγορων αποκρίσεων που απαιτούνται, η SAE εξελίχθηκε με τη λογική να εξασφαλίζει ότι η λανθάνουσα καθυστέρηση θα μειωθεί στα 10ms περίπου.



# Πλεονεκτήματα Αρχιτεκτονικής Συστήματος

- **4) Μειωμένο κόστος απόκτησης εξοπλισμού και λειτουργικό κόστος (CAPEX and OPEX):** Κύριος σκοπός κάθε παρόχου κινητής τηλεφωνίας είναι η μείωση του κόστους.
- Είναι επομένως βασικό κάθε νέος σχεδιασμός να **μειώνει** τόσο το κόστος **απόκτησης εξοπλισμού** (capital expenditure, CAPEX) όσο και το **κόστος λειτουργίας** (operational expenditure, OPEX).
- Με τη νέα επίπεδη αρχιτεκτονική (flat architecture) που χρησιμοποιείται για τη SAE, έχουμε μόνο **δύο είδη κόμβων** (E-UTRAN και EPC).



# Στοιχεία της LTE SAE αρχιτεκτονικής

---

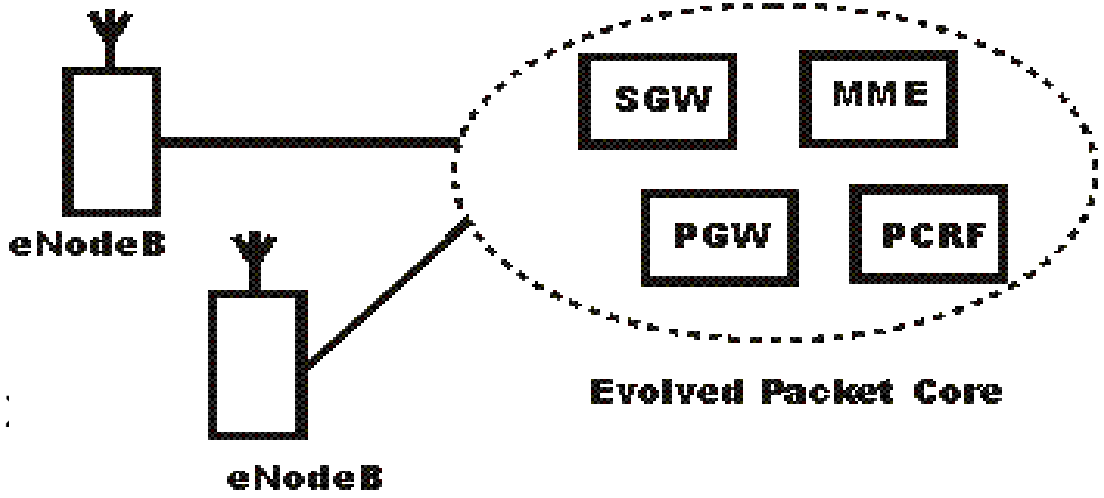
## Στοιχεία του LTE

## Evolved Packet Core (EPC)



# Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου

- **Evolved Packet Core ή EPC:** συνδέει τους σταθμούς βάσης (eNodeBs)

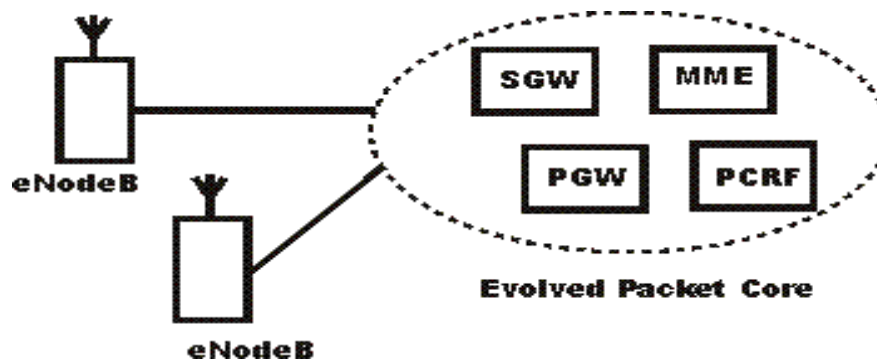


Σχήμα 2: LTE SAE Evolved Packet Core



# Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου

- Το EPC αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά μέρη:
- **Mobility Management Entity, MME:** Το MME είναι ο **βασικός κόμβος** για την **πρόσβαση στο LTE SAE δίκτυο** και τον έλεγχο λειτουργίας του, διαχειριζόμενο τις εξής λειτουργίες:
  - Α) Ιχνηλάτηση του τερματικού χρήστη (UE) όταν είναι σε αδράνεια (Idle mode).
  - Β) Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του φορέα.
  - Γ) Επιλογή της πύλης SGW (Serving Gateway) για έναν χρήστη (UE).
  - Δ) Μεταπομπή (Intra-LTE handover) περικλείοντας και τον κόμβο εντοπισμού του δικτύου κορμού.



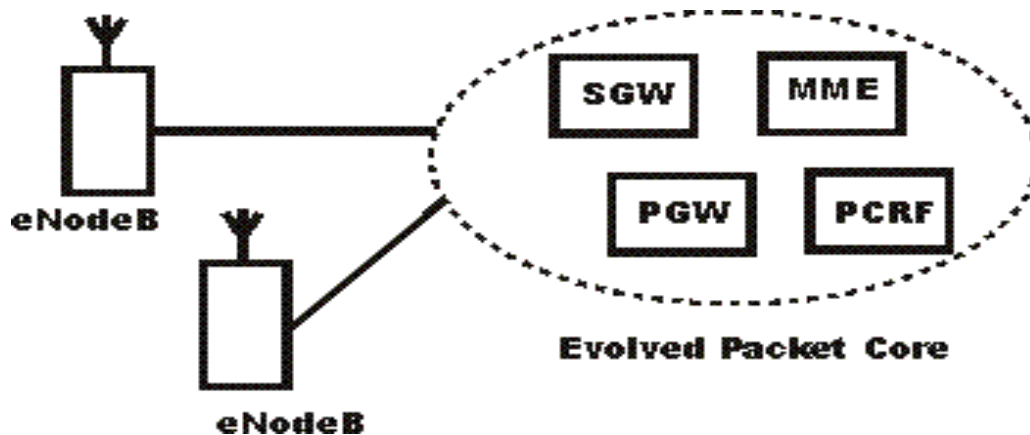
Σχήμα 2: LTE SAE  
Evolved Packet Core





# Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου - MME

- **Mobility Management Entity, MME λειτουργίες:**
  - Ε) Αλληλεπίδραση με το HSS (Home Subscriber Server) για να πιστοποιήσει το χρήστη στην **επισύναψη roaming περιορισμών**.
  - ΣΤ) Προσφέρει προσωρινές ταυτότητες για τα τερματικά χρηστών (UE).
  - Ζ) Χειρίζεται την ασφάλεια **του κλειδιού διαχείρισης** και άρα αποτελεί το σημείο όπου μπορεί να **εφαρμοστεί μια νομική αναχαίτιση του σήματος**.



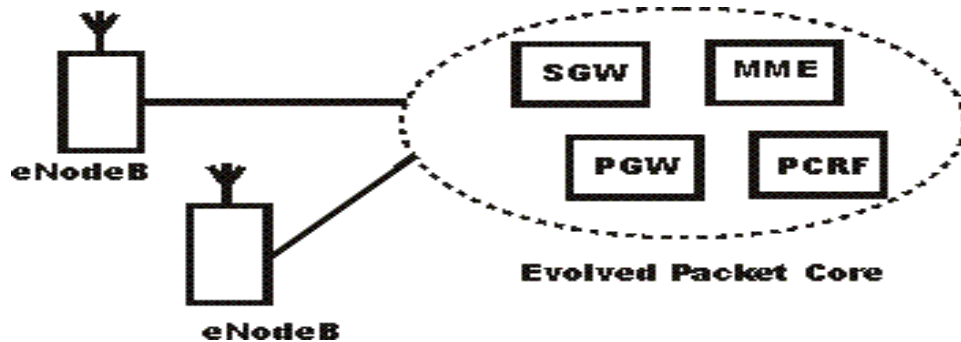
Σχήμα 2 : LTE SAE  
Evolved Packet Core



# Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου

## □ **Serving Gateway, SGW:**

- Διαχειρίζεται το επίπεδο φορητότητας των χρηστών.
- Η πύλη SGW δρομολογεί και προωθεί IP πακέτα δεδομένων του χρήστη και ενεργεί ως συντονιστής κινητικότητας για τους σταθμούς βάσης (eNodeB) όταν οι χρήστες (UE) κινούνται μεταξύ των.



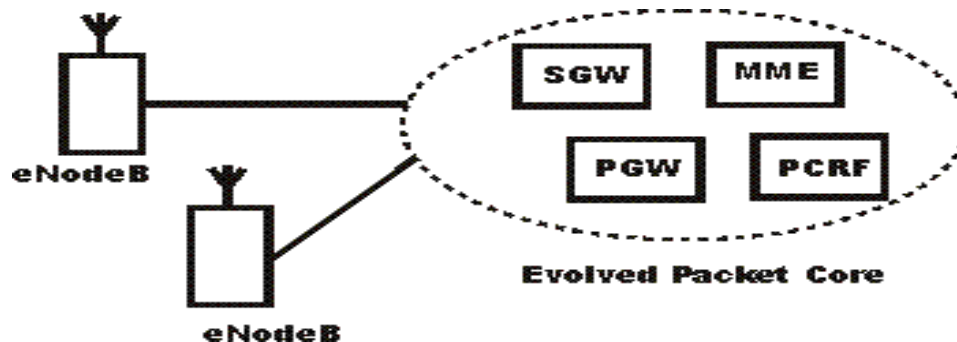
Σχήμα 2: LTE SAE Evolved Packet Core



# Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου

## □ **Serving Gateway, SGW:**

- Το MME δίνει εντολή στη SGW να αλλάξει την σύνδεση απο τον ένα eNodeB στον άλλο.
- Όταν ένας χρήστης (UE) βρεθεί σε κατάσταση αδράνειας οι πόροι στον eNodeB απελευθερώνονται και η πορεία των δεδομένων τερματίζει στην SGW.

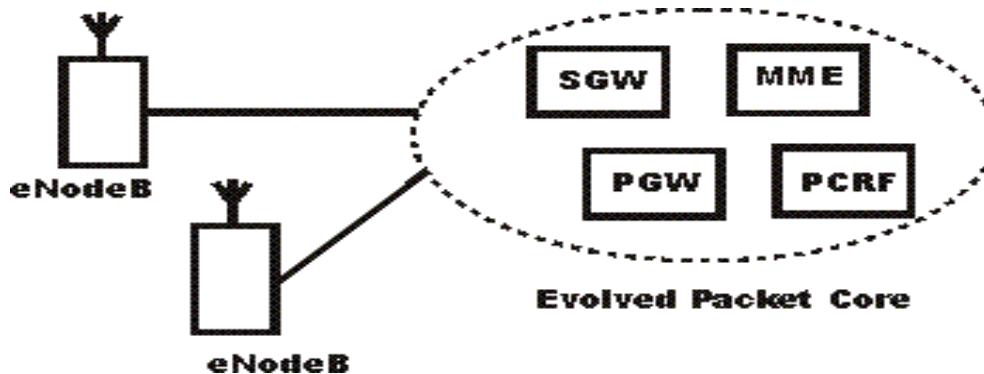


Σχήμα 2: LTE SAE Evolved Packet Core



# Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου

- **Packet Data Network, (PDN) Gateway, PGW**: Παρέχει δυνατότητα δρομολόγησης του Evolved Packet System (EPS) με εξωτερικά δίκτυα πακέτων δεδομένων (μη 3GPP δίκτυα).
- Ένας χρήστης (UE) μπορεί να έχει ταυτόχρονη σύνδεση με περισσότερες από μία πύλες PGW για πρόσβαση σε πολλαπλά δίκτυα πακέτων δεδομένων (Packet Data Networks).

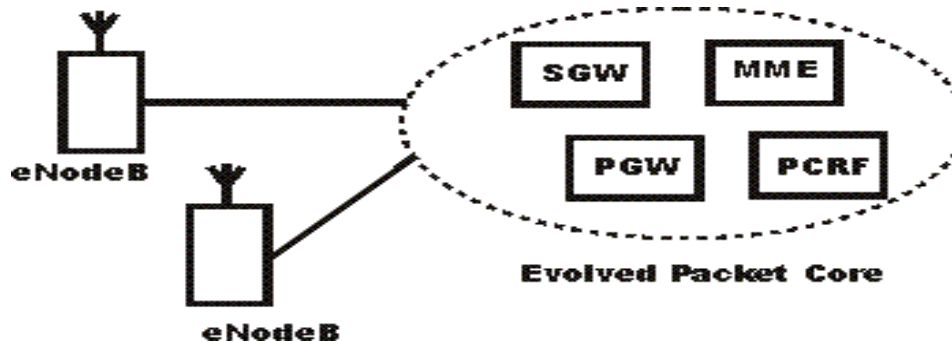


Σχήμα 2: LTE SAE  
Evolved Packet Core



# Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου

- **Packet Data Network, (PDN) Gateway, PGW:**
- Η πύλη PGW περιλαμβάνει το PCEF (Policy Control Enforcement Function) το οποίο εκτελεί:
  - A) τις λειτουργίες των πυλών ελέγχου (gating)
  - B) το φιλτράρισμα (filtering)
- Συλλέγει τις πληροφορίες χρέωσης.

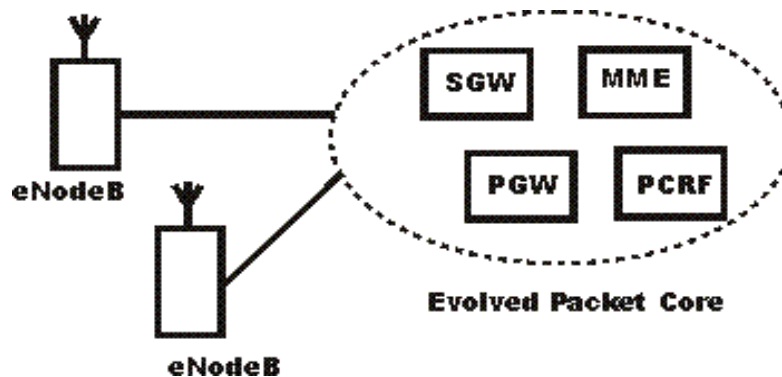


Σχήμα 2 : LTE SAE Evolved Packet Core



# Στοιχεία του LTE Evolved Packet core δικτύου

- **Policy and Charging Rules Function, PCRF:** συγκεντρώνει πληροφορίες από και προς το δίκτυο, από συστήματα λειτουργικής υποστήριξης και άλλες πηγές σε πραγματικό χρόνο.
- Η PCRF είναι ένα στοιχείο του δικτύου που είναι υπεύθυνο για την πολιτική και τον έλεγχο χρέωσης. Τέλος, η PCRF είναι ένας server συνήθως τοποθετημένος με άλλα CN στοιχεία σε τηλεφωνικά κέντρα.



Σχήμα 2: LTE SAE Evolved Packet Core



# Τέλος Ενότητας

