

LTE - Long Term Evolution

A decorative graphic consisting of several overlapping, thin blue lines that form a wave-like shape, extending from the right side of the slide towards the center.

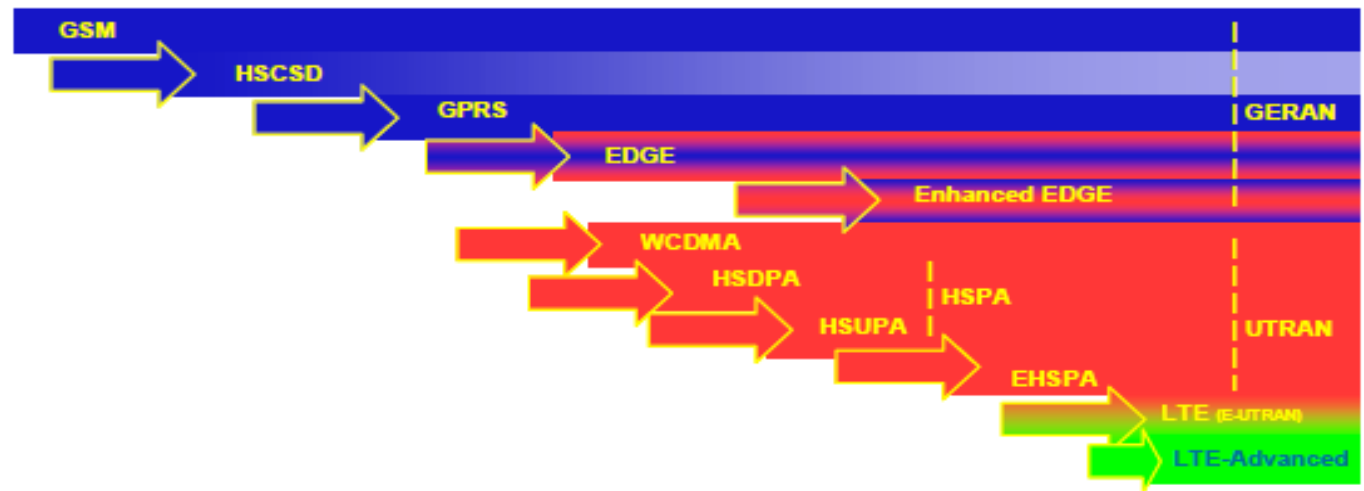
CURS 9 SC

A decorative graphic consisting of several overlapping, thin blue lines that form a wave-like shape, extending from the bottom left corner of the slide.

SAE - System Architecture Evolution

În continua progresie, de la tehnologia GSM către familiile tehnologiei UMTS, în cadrul 3GPP sistemul LTE poate fi văzut ca o finalizare a tendinței de extindere a serviciului dincolo de voce și a apelurilor către o interfață multiservice. Acest lucru a fost deja un obiectiv-cheie al UMTS și / GPRS EDGE, dar LTE a fost proiectat de la început cu scopul de a evolua tehnologia de acces radio de la presupunerea că toate serviciile ar fi pachete comutate.

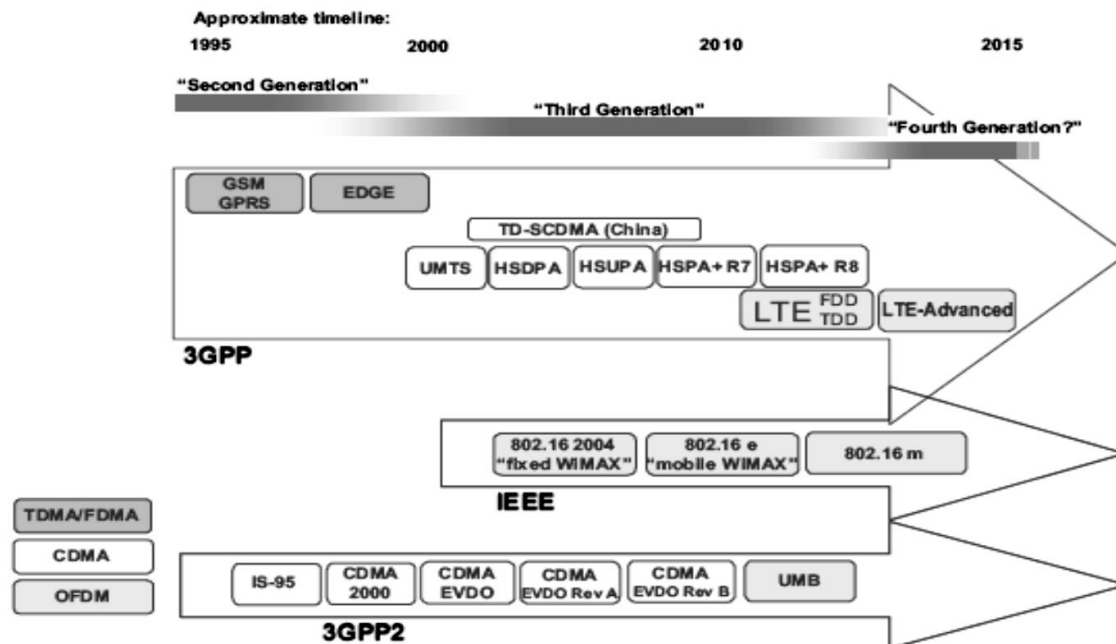
LTE (Long Term Evolution) și EPC (Evolved Packet Core network) sunt cele mai noi tehnologii în telecomunicațiile mobile, ele aflându-se la momentul actual în faza de implementare și testare. LTE este însoțită de o evoluție a aspectelor non-radio pentru sistemul complet, în conformitate cu termenul "System Architecture Evolution" (SAE), care include Evolved Packet Core (EPC).



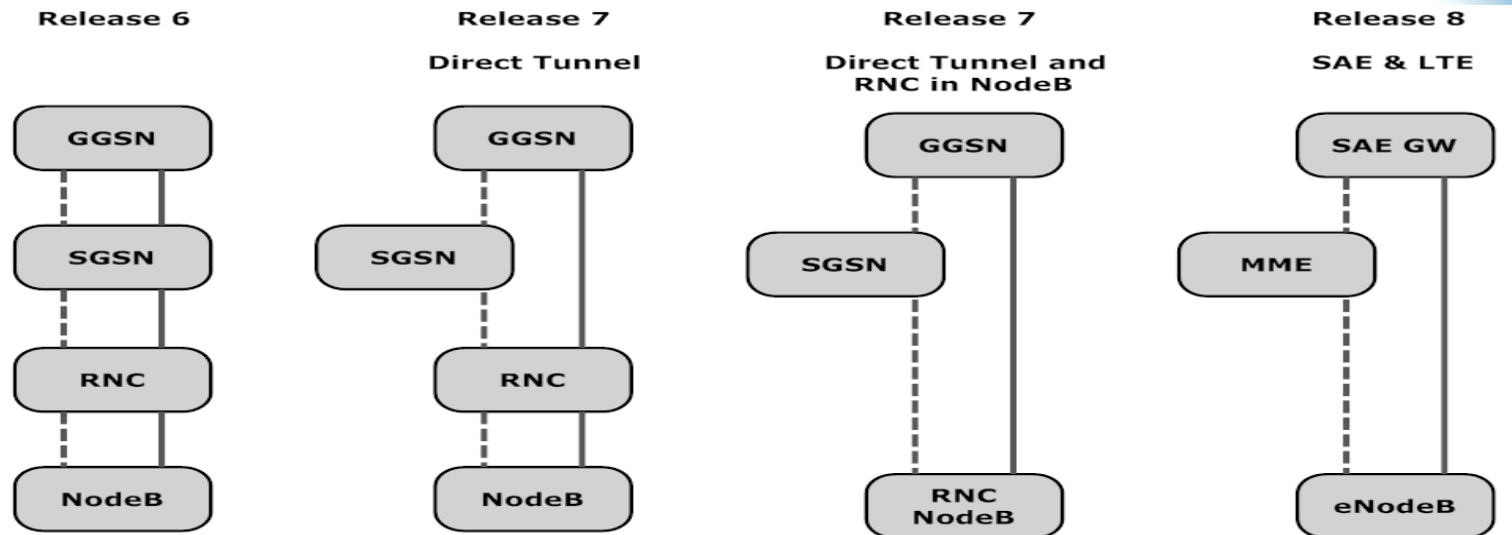
SAE - System Architecture Evolution

Sistemul SAE a fost proiectat dupa urmatoarele criterii:

- optimizarea serviciilor de tip comutatie de pachet; eliminarea suportului pentru modul de operare de tip comutatie de circuit.
- suport optimizat pentru un throughput mai mare care este necesar pentru o rata de bit mai mare la utilizatorul final.
- imbunatatirea timpului de raspuns pentru activare si instalarea purtatoarei.
- reducerea intarzierilor de pachete
- simplificarea sistemului in intregime, comparat cu sistemele 3GPP existente si alte sisteme celulare.
- interoperarea optimizata cu alte retele de acces de tip 3GPP
- interoperarea optimizata cu alte retele de acces wireless.

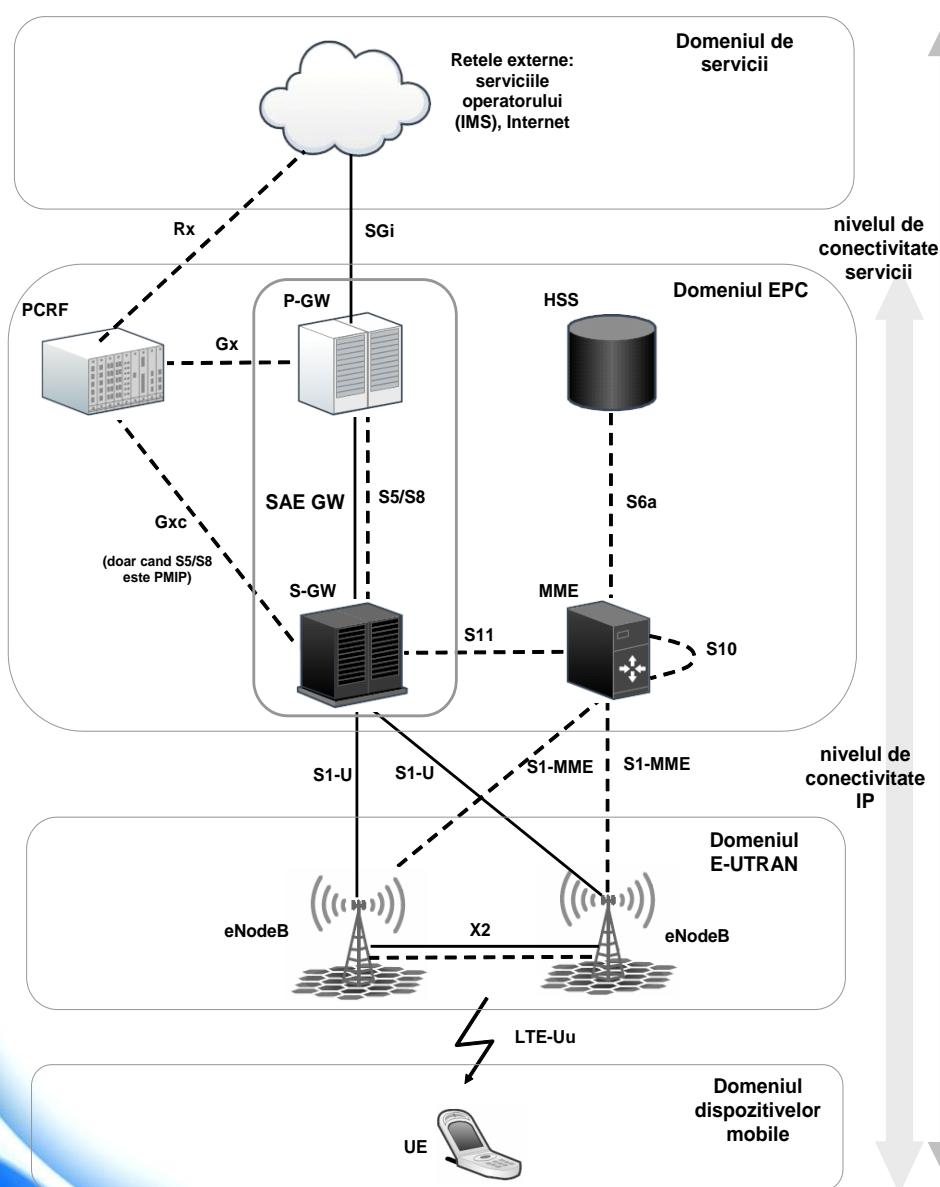


SAE - System Architecture Evolution



Multe dintre criteriile descrise anterior implica necesitatea de a dezvolta o arhitectura plata, cu mai putine noduri implicate in furnizarea serviciului mobil, care reduce intarzierile si imbunatateste performanta. Dezvoltarea catre aceasta directie a inceput inca de la "Release 7" unde conceptul de "Direct Tunnel" permite ca nivelul de "User Plane (UP)" sa omita nodul SGSN si plasarea functionalitatilor de RNC in NodeB-ul de HSPA (High Speed Packet Access).

E-UTRAN - Evolved-UMTS Radio Access Network

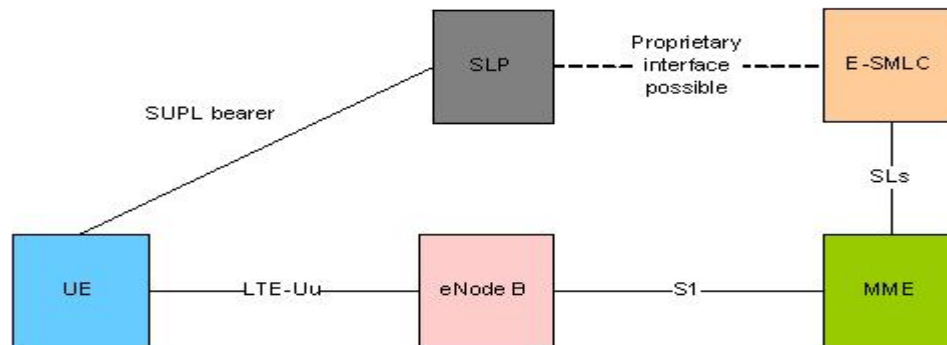


Domeniile dispozitivelor mobile, E-UTRAN și EPC formează împreună nivelul de conectivitate IP, parte a sistemului care se mai numește și EPS (Evolved Packet System). Funcția principală a acestui nivel este de a furniza conectivitate bazată pe IP. Tehnologiile IP sunt dominante și în rețeaua de transport unde totul este proiectat astfel încât să funcționeze peste transportul de IP. Sistemul IMS (IP Multimedia Sub-System) este un mecanism ce poate fi folosit în nivelul de conectivitate de servicii pentru o furnizare peste nivelul de conectivitate IP. Dezvoltarea în E-UTRAN este concentrată în jurul unui singur nod, numit eNodeB (evolved NodeB). Toate funcționalitățile radio sunt integrate în acest nod, eNodeB fiind punctul terminal pentru toate protocoalele de tip radio. Ca și rețea, E-UTRAN este pur și simplu un mesh de eNodeB-uri conectate între ele prin interfața X2. Una dintre marile schimbări arhitecturale în aria rețelei de Core Network este faptul că EPC nu conține un domeniu de comutație de circuit, el neavând nevoie de o conectivitate directă la rețelele tradiționale de comutație de circuit ca și ISDN sau PSTN.

Arhitectura sistemului EPC pentru rețeaua E-UTRAN

UE - Dispozitivul mobil (User Equipment)

UE reprezinta dispozitivul mobil ce poate fi un “smart phone” , “data card” (asemanator cu cele folosite in retelele 2G sau 3G) sau poate fi integrat intr-un laptop. UE contine modulul USIM (Universal Subscriber Identity Module) ce este un modul separat de restul componentelor, acest modul fiind adeseori numit si Echipament Terminal (TE-Terminal Equipment). USIM este de fapt o aplicatie pusa intr-un smart card numit UICC (Universal Integrated Circuit Card). USIM este folosit pentru identificarea si autentificarea utilizatorului, si pentru generarea cheilor de securitate ce sunt folosite in protejarea transmisiei pe interfata radio. Ca si functionalitate UE este o platforma folosita pentru aplicatii de comunicatie, aceasta transmitand semnalizari catre reteaua de LTE/EPC pentru instalarea, mentinerea si stergerea legaturilor de comunicatie folosite de catre utilizator. Aceasta functionalitate include functii de “mobility management” ca de exemplu “handover” sau raportarea locatiei terminalului mobil. UE poate furniza si o interfata de utilizare pentru aplicatii de client VoIP pentru crearea apelului de voce

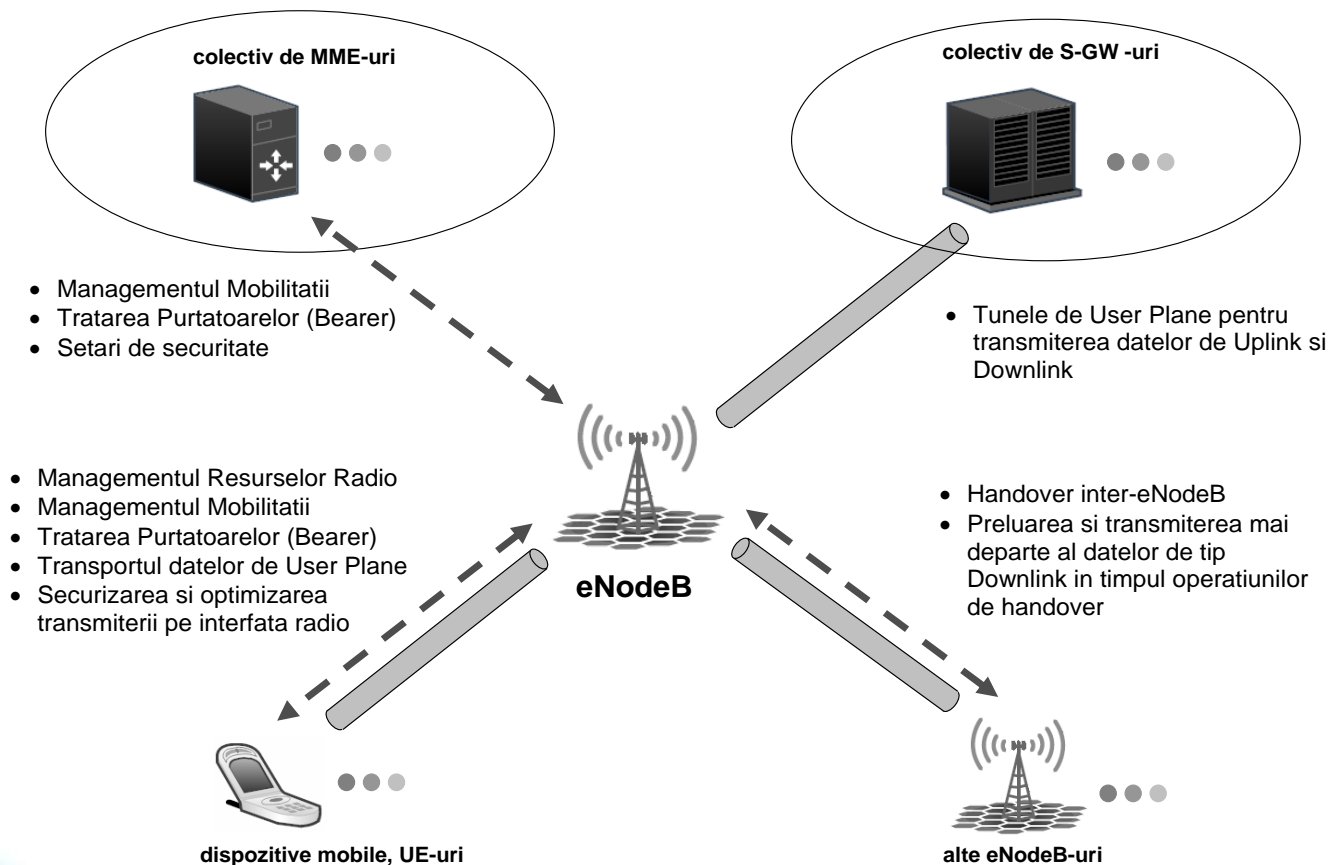


Arhitectura in EPS, raportata la pozitia UE cu E-UTRAN

E-UTRAN Node B

Nodul prezent in retea E-UTRAN este E-UTRAN Node B (altfel numit eNodeB). Reprezinta o statie radio de baza ce controleaza toate functiile specifice radio dinspre parte fixa a sistemului.

Nodul eNodeB face urmatoarele activitati: cifrarea/decifrarea datelor de tip UP (User Plane) (datele din planul utilizator) si compresia/decompresia header-ului de IP.

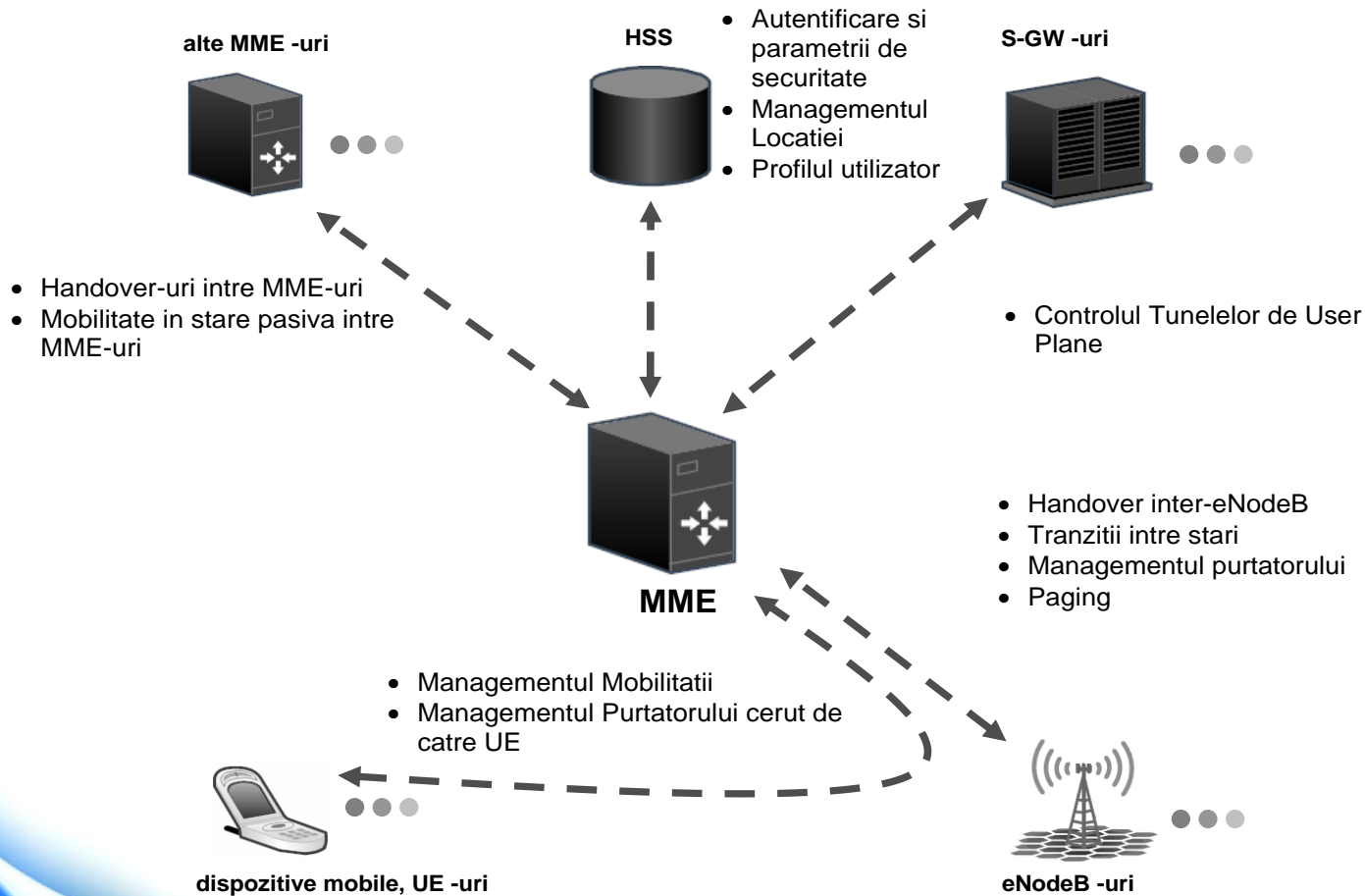


eNodeB este responsabil pentru mai multe functii de tip CP (Control Plane) (functii specifice planului de control), pentru managementul resurselor radio (RRM-Radio Resource Management), ce implica controlul utilizarii interfetelor radio. De exemplu operatiunea de alocare a resurselor bazate pe cereri, prioritizarea si programarea traficului in functie de Calitea de Serviciu (QoS – Quality of Service) ceruta, si monitorizarea constanta a situatiei de utilizare a resurselor.

In plus, eNodeB are un rol important si in managementul mobilitatii (MM-Mobility Management). eNodeB-ul controleaza si analizeaza masurarile nivelului de semnal radio facute de catre echipamentul utilizator UE (dispozitiv mobil), efectueaza masurari similare, si bazate pe acestea, ia decizii de handover pentru a deplasa dispozitivele mobile intre celule. Aceasta operatiune include si activitati de transmitere (interschimbare) a semnalizarii de handover intre celelalte eNodeB-uri si MME (Mobility Management Entity). Atunci cand un nou dispozitiv mobil UE se activeaza in zona de acoperire a eNodeB-ului si cere conexiune catre reseaua EPC, eNodeB-ul este responsabil pentru rutarea acestei cereri catre MME-ul care servea inainte acest UE, sau selectia unui nou MME, daca ruta catre MME-ul de dinainte nu mai este valabila sau informatia de rutare este absenta.

MME - Mobility Management Entity

Nodul MME (Mobility Management Entity) este elementul principal de control in rețeaua EPC. In premisa operatorului de rețea MME este un server care se afla intr-o locatie securizata. MME functioneaza numai pe Nivelul de Control (CP- Control Plane), si nu este implicat in calea de transmisie a datelor de Nivel Utilizator (UP-User Plane).



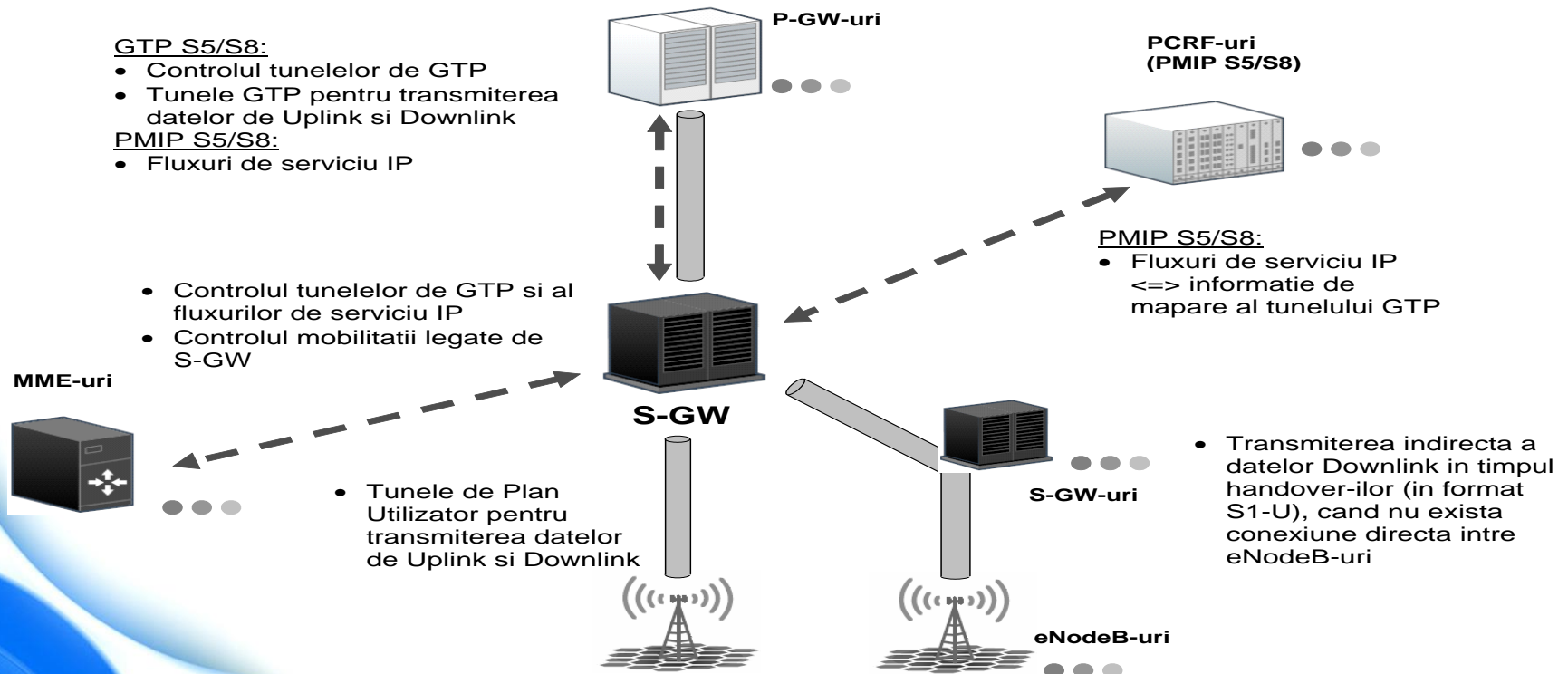
În principiu MME poate fi conectat la orice alt MME din sistem, dar în mod tipic conectivitatea este limitată doar la un singur operator de rețea. Conectivitatea între MME-uri poate fi folosită atunci când un UE care a călătorit departe în modul oprit se înregistrează la un nou MME, care va trebui să obțină identitatea permanentă (International Mobile Subscriber Identity) și IMSI-ul UE-ului de la MME-ul anterior înregistrat/vizitat. Conexiunea inter-MME este folosită în cazul handover-urilor. HSS-ul se află în rețeaua de origine a fiecărui utilizator, și ruta către aceasta poate fi aflată pe baza IMSI-ului. Fiecare MME va fi configurat să controleze un set de S-GW-uri sau eNodeB-uri. Atât S-GW-urile cât și eNodeB-urile pot fi la rândul lor conectate și la alte MME-uri. MME-ul poate servi un număr de UE-uri în același timp, pe când fiecare UE se va conecta doar la un singur MME la un moment dat.

Funcțiile principale ale MME-ului în configurația arhitecturii de sistem de bază sunt:

- Autentificare și Securitate;
- Managementul Mobilității;
- Administrarea profilului de registru și administrarea conectivității la serviciu.

S-GW - Serving Gateway

Functionalitatea de baza a S-GW –ului o reprezinta managementul tunelului de UP (User Plane) si comutatie. S-GW-ul face parte din infrastructura de retea administrata central in premisa operatorului de retea. In schema de mai jos se arata cum S-GW-ul este conectat la celelalte noduri logice, si sunt descrise functiile principale din aceste interfete. Toate interfețele trebuie sa fie dispuse in configuratia “una la mai multe”, vazute din punctul de vedere al S-GW-ului. Un S-GW poate servi doar o anumita arie geografica cu un set limitat de eNodeB-uri iar pe langa acesta poate exista un set limitat de MME-uri ce controleaza acea arie. S-GW-ul poate fi capabil sa se conecteze la orice P-GW din intreaga retea, deoarece P-GW-ul nu se schimba in timpul mobilitatii, pe cand S-GW-ul poate fi realocat atunci cand UE-ul se afla in miscare.



Atunci cand pe interfata S5/S8 se foloseste protocolul GTP, nodul S-GW va avea tunele pe toate interfetele lui de UP. Maparea intre fluxurile de IP si tunelele GTP se face in P-GW, iar S-GW nu va trebui sa fie conectat la PCRF (Policy charging and rules function). Cand interfata S5/S8 foloseste protocol PMIP, S-GW-ul va efectua maparea intre fluxurile IP din S5/S8 si tunelele GTP din interfata S1-U, si se va conecta si la PCRF ca sa obtina informatia de mapare.

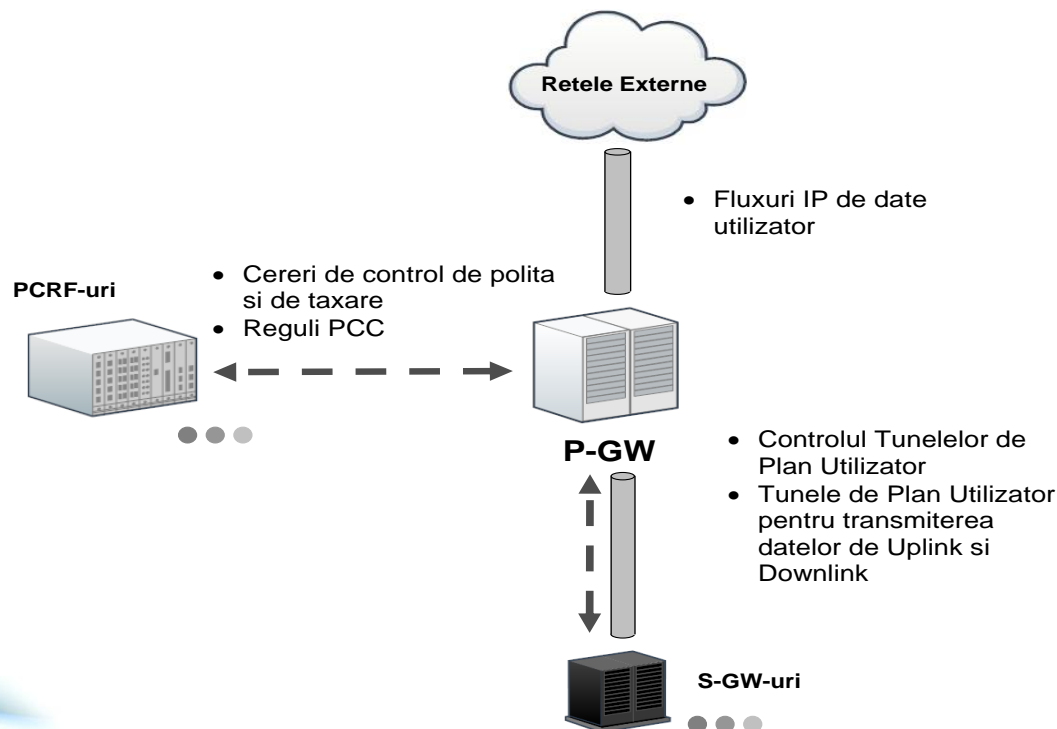
S-GW-ul are un rol minor in functiunile de control. Este responsabil doar pentru resursele lui, pe care le aloca pe baza cererilor venite de la MME, P-GW sau PCRF dar, in schimb, contribuie la activitatile de alocare, modificare si stergere de purtatoare pentru UE. Daca cererea este primita de la P-GW sau de la PCRF, depinzand de faptul ca protocolul folosit pe interfata S5/S8 este GTP sau PMIP. Daca interfata S5/S8 este bazata pe PMIP, datele din aceasta interfata vor fi fluxuri de IP in tunele GRE pentru fiecare UE. Daca se foloseste GTP pe interfata S5/S8, fiecare purtator va avea tunelul propriu de GTP. Asadar S-GW cu PMIP S5/S8 este responsabil pentru legarea purtatorului, de exemplu maparea fluxurilor de IP pe interfata S5/S8 catre purtatorii de pe interfata S1. Aceasta functie in S-GW este numita BBERF (Bearer Binding and Event Reporting Function), Functia de Interconectare de Purtatoare si Raportare de Evenimente.

P-GW - Packet Data Network

Packet Data Network Gateway (P-GW, sau abreviat altfel ca PDN-GW) este router-ul de margine (edge router) între sistemul EPS și rețelele externe de date. Este ancora de mobilitate la nivelul cel mai înalt din sistem, și în general se comportă ca un punct de atasare IP pentru dispozitivul mobil UE.

Când un UE se deplasează de la un S-GW la altul, purtătoarele trebuie să fie comutate în P-GW. P-GW-ul va primi o indicație pentru a comuta fluxurile de la noul S-GW.

Pentru un anumit UE ce este asociat cu P-GW, există un singur S-GW, însă trebuie să fie suportate conexiuni către mai multe rețele externe și respectiv la mai multe PCRF-uri.



Executa functii de selectie si filtrare a traficului. Similar cu S-GW, P-GW-urile sunt mentinute in cladirea operatorului de retea intr-o locatie centrala. In mod tipic P-GW-ul este cel care alocata adresa IP pentru dispozitivul mobil UE, si UE foloseste aceasta adresa pentru comunicarea cu alte sisteme gazda IP din retelele externe.

P-GW-ul executa si functionalitatea de DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), sau poate interoga un server extern de DHCP, pentru a furniza adresa IP pentru UE.

Daca interfata S5/S8 catre S-GW este bazata pe protocolul GTP atunci P-GW-ul efectueaza maparea intre fluxurile de date IP si tunelele GTP. Este posibil ca P-GW-ul sa aiba nevoie de interactionarea cu PCRF pentru a cere informatiile corespunzatoare de control in cazul in care acestea nu sunt cofigurate local in P-GW.

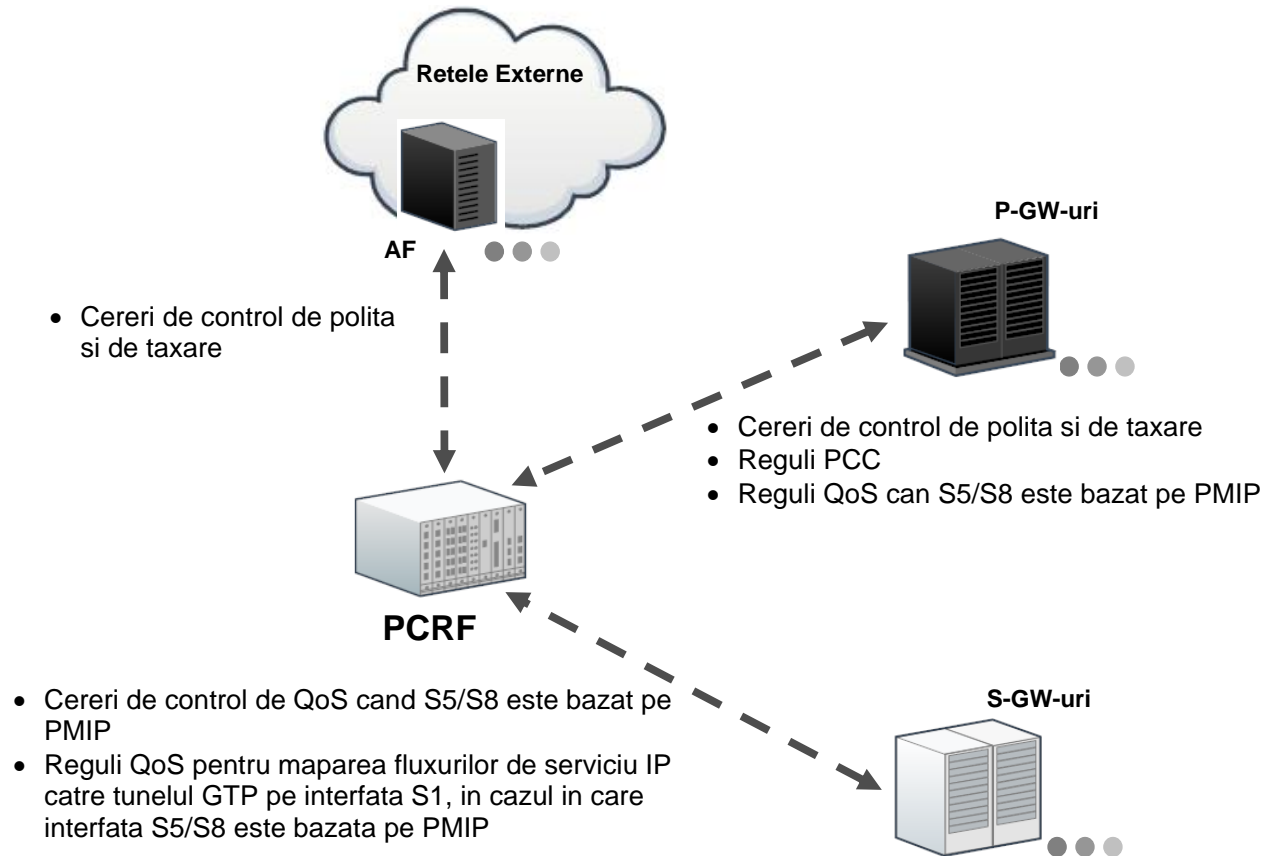
Daca insa interfata S5/S8 este bazata pe PMIP, atunci P-GW-ul mapeaza toate fluxurile de serviciu IP, venite de la retelele externe si care apartin unui singur UE, toate informatiile de control fiind interschimbate doar cu PCRF.

P-GW are functionalitate si pentru monitorizarea fluxurilor de date pentru scopuri de contabilitate si de interceptare legala.

PCRF - Policy and Charging Resource Function

PCRF (Policy and Charging Resource Function) este elementul de retea ce este responsabil pentru Control de Polita si de Taxare (PCC – Policy and Charging Control).

Ia decizii despre cum sa se trateze serviciile din punctul de vedere al QoS-ului (Calitatii de Servicii), furnizeaza informatii catre PCEF-ul aflat in P-GW, daca este cazul si catre BBERF-ul aflat in S-GW, pentru a se putea stabili purtatoarele corespunzatoare.



PCRF este un server care este dispus impreuna cu alte elemente de CN (Core Network, Retea Centrala) in centrele de comutare ale operatorului de retea.

Informatiile furnizate de PCRF catre PCEF se numesc reguli PCC.

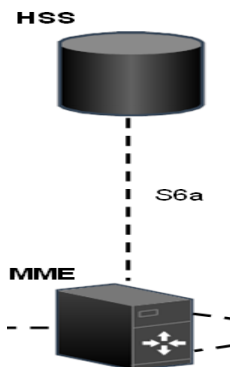
PCRF-ul va trimite reguli PCC oricand un nou purtator este stabilit. Stabilirea de purtator este necesara de exemplu atunci cand UE-ul se ataseaza initial la retea si se stabileste purtatorul implicit, si ulterior atunci cand se stabilesc una sau mai multe purtatoare dedicate. PCRF-ul va fi in stare sa furnizeze reguli PCC bazate pe cererile venite de la P-GW, de la S-GW in cazul PMIP, si pe pe cererile venite de la Functia de Aplicatie (AF – Application Function) ce se afla in Domeniul de Servicii

Fiecare PCRF poate fi asociat cu una sau mai multe AF-uri, P-GW-uri si S-GW-uri.

Serverul de Origine al Abonatiilor – HSS (Home Subscription Server) este depozitul datelor de abonat pentru toate datele permanente de utilizator. Este folosit si pentru inregistrarea locatiei curente a utilizatorului la nivelul nodului de control din retea vizitata, ca de exemplu MME. Este un server de baza de date administrat central in cladirea operatorului de retea.

HSS-ul stocheaza copia de baza a profilului abonatului, ce contine informatii atat despre serviciile care sunt aplicate pentru acel utilizator cat si informatii despre conexiunile PDN permise, si informatii despre faptul ca roaming-ul catre o anumita retea vizitata este permis sau nu. Cheia permanenta, ce este folosita pentru calculul vectorilor de autentificare, ce sunt trimise la retea vizitata pentru autentificarea utilizatorului, este stocata in Centrul de Autentificare (AuC – Authentication Center), ce face parte in mod tipic din HSS. HSS-ul interactioneaza cu MME, in toate semnalizarile legate de aceste functii.

HSS-ul va trebui sa fie capabil sa se conecteze la toate MME-urile retea, unde UE-ul sau are permisia sa se deplaseze. Pentru fiecare UE, inregistrările din HSS vor arata un singur MME servitor la un moment dat, iar in momentul in care un nou MME raporteaza faptul ca a preluat servirea UE-ului, HSS va sterge locatia MME-ului anterior.



Domeniul de servicii poate include diferite sub-sisteme, care in schimb pot contine mai multe noduri logice.

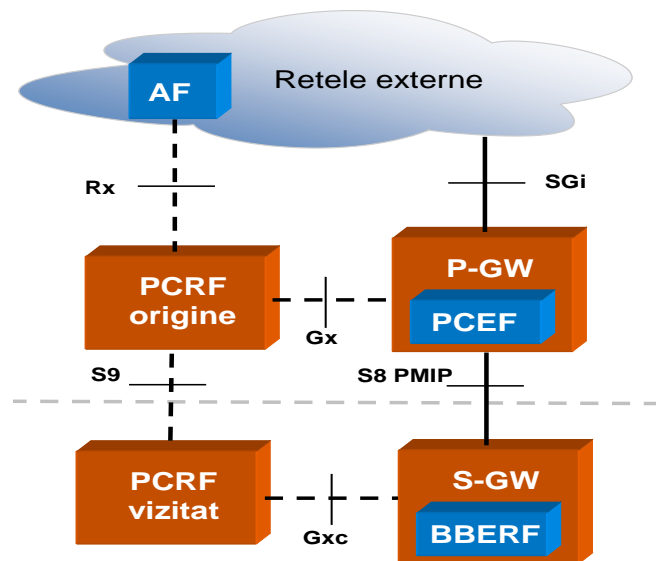
- Servicii de operator bazate pe IMS (IP Multimedia Subsystem): - este un mecanism de serviciu pe care operatorul il poate folosi la furnizarea de servicii prin folosirea protocolului SIP (Session Initiation Protocol). IMS are arhitectura lui definita de catre 3GPP.
- Servicii de operator non-IMS: - arhitectura serviciilor non-IMS nu este definita in standarde. Operatorul pur si simplu poate plasa un server in retea lui, si UE-urile se pot conecta la acesta printr-un protocol de comun acord ce este suportat de catre o aplicatie din UE. Un exemplu ar fi serviciul de streaming video furnizat de catre un streaming server.
- Alte servicii ce nu sunt furnizate de catre operatorul de retea mobila, de exemplu servicii furnizate prin internet: - aceasta arhitectura nu este adresata in standardele 3GPP, si arhitectura depinde numai de serviciul corespunzator. O configuratie tipica ar fi cand UE-ul se conecteaza la un server din internet, de exemplu la un web server pentru servicii de navigatie web, sau la un server SIP pentru accesul la serviciul de telefonie internet VoIP.

Acord de Calatorie (Roaming Agreement) – trateaza care sunt serviciile ce vor fi disponibile unui abonat in calatorie, cum vor fi realizate aceste servicii, si cum se va face contabilitatea respectiv taxarea acestor servicii

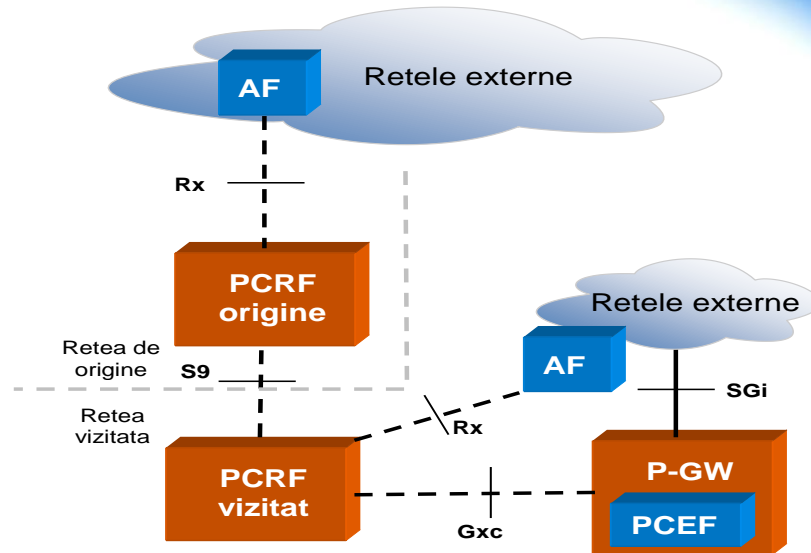
Reteaua de access radio E-UTRAN se afla intotdeauna in reseaua vizitata, insa datele pot fi dirijate (rutate) ori catre reseaua de origine, sau pot sa evadeze (break out) catre retele externe direct de la reseaua vizitata. Acest aspect deosebeste doua modele de calatorie suportate in SAE, ce sunt definite ca:

- **Modelul de dirijare din reseaua de origine (dirijare, rutare efectuata de catre reseaua de origine):** - P-GW, HSS si PCRF se afla in reseaua operatorului de origine, iar S-GW, MME si retelele radio se afla in reseaua operatorului vizitat. In aceasta configuratie de calatorie interfata intre P-GW si S-GW se numeste S8, pe cand aceeaasi interfata este numita S5 in cazul in care S-GW si P-GW se afla in aceeaasi retea de origine. Interfetele S5 si S8 sunt echivalente din punct de vedere tehnic. Cand interfata S8 este bazata pe protocolul GTP, arhitectura de calatorie este cea din figura de pe urmatorul slide. Cand interfata S8 foloseste protocolul PMIP, PCRF-ul va fi despartit in nod de origine si in nod vizitat cu interfata S9 intre ele.

Roaming in Configuratia Arhitecturii Sistemului de Baza



Miscare/Deplasare cu indrumare de catre reseaua de origine (S8 PMIP)
(roaming with home routed)



Miscare/Deplasare cu evadare locala
(local breakout)

- **Modelul de evadare locala:** - P-GW se afla in reseaua vizitata, iar HSS-ul se afla in reseaua de origine. Daca se foloseste control dinamic de politici si securitate, vor fi inca doua PCRf-uri implicate, una in reseaua de origine si cealalta in reseaua vizitata. PCRf-ul din retea este conectat la AF in functie de operatorul ale carui servicii sunt folosite

- LTE este bine pozitionat pentru a indeplini cerintele retelelor de ultima generatie mobila;
- LTE oferă scalabil largimi de banda, de la 1.4MHz pana la 20MHz;
- Arhitectura reduce considerabil numarul de noduri, suporta configuratii flexibile de retea si ofera un nivel ridicat de disponibilitate a serviciului;
- LTE-SAE, de asemenea, va inter-opera cu GSM, WCDMA /HSPA,TD-SCDMA si CDMA.
- LTE va fi disponibil nu doar in viitoarele generatii de telefonie mobila, ci si in domeniul nootebook-urilor, aparate foto, camere video si alte dispozitive care pot beneficia de largimi de banda.

LTE Slough 2009: Huawei LTE Equipment Overview (Test Lab)

