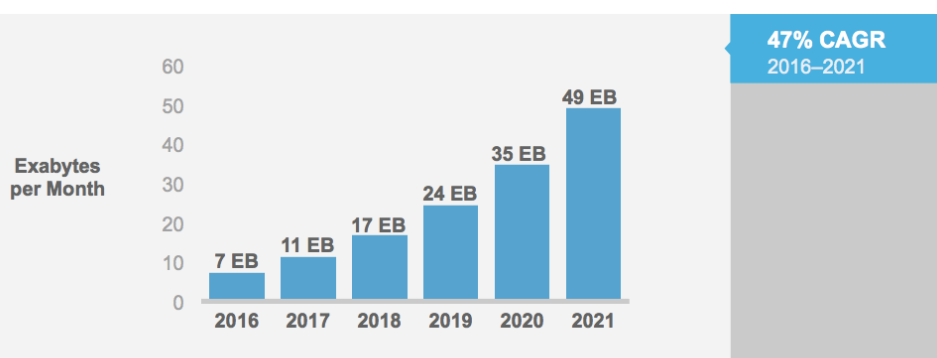


## 7. Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-1

### Mobile Data tsunami!!!!



 cisco

Source: Cisco VNI Global Mobile Data Traffic Forecast, 2016–2021

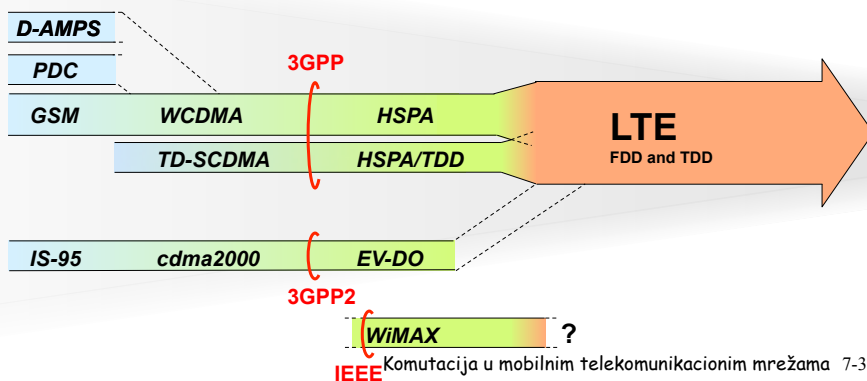
© 2017 Cisco and/or its affiliates. All rights reserved. Cisco Public 6

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-2

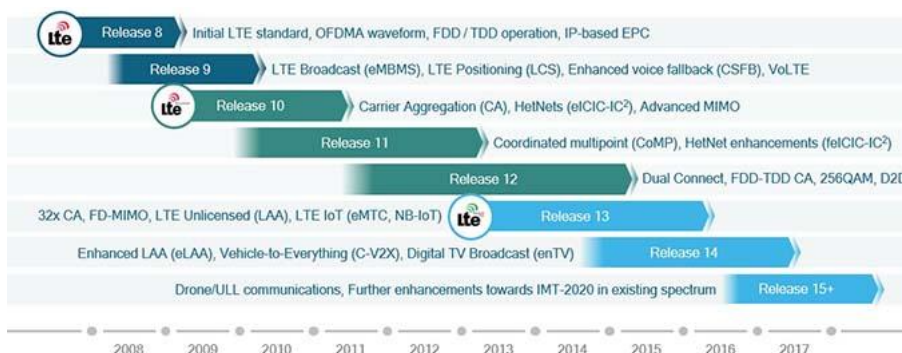
## Globalna konvergencija

### □ LTE je trenutno vodeća mobilna širokopojasna tehnologija

- Konvergencija 3GPP i 3GPP2 tehnologija
- Konvergencija FDD i TDD u jednu tehnologiju



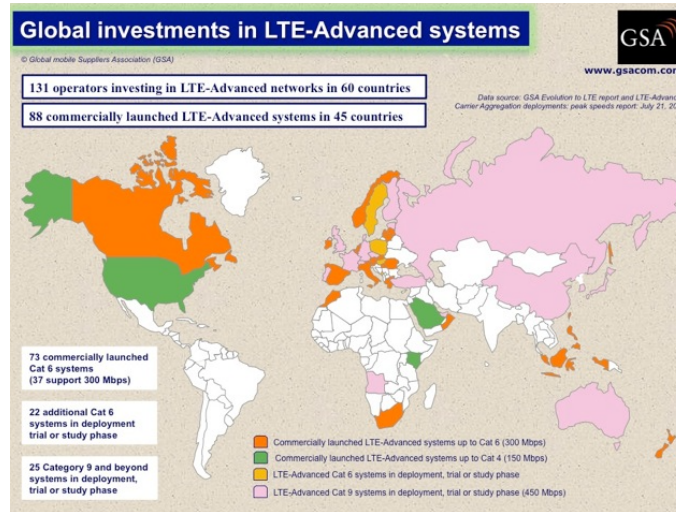
## Razvoj LTE



LTE  
 LTE Advanced 4  
 LTE Advance Pro

# LTE-advanced implementacija

## 89 komercijalnih mreža

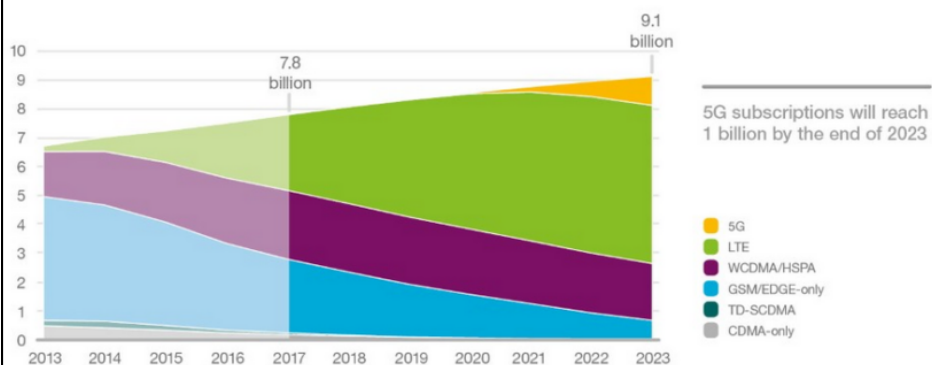


Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-5

# Broj pretplatnika po tehnologijama

## 2013-2023 (procjena)

Mobile subscriptions by technology (billion)



Note: IoT connections and Fixed Wireless Access (FWA) subscriptions are not included

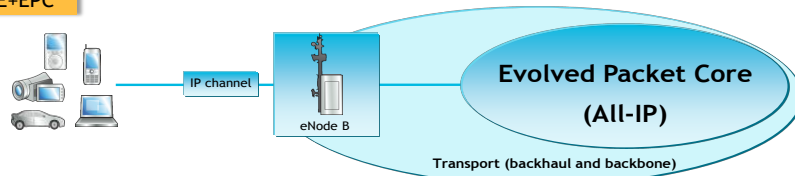
Ericsson Mobility Report November 2017

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-6

## LTE mrežna arhitektura

### □ Evolved Packet Core (3GPP TS 23.401 V14.5.0 (2017-09))

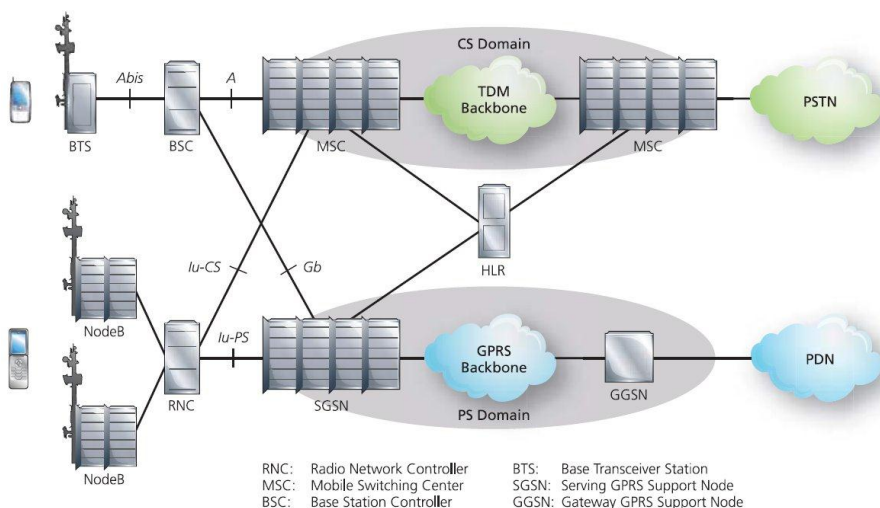
LTE+EPC



- Jezgro mobilne mreže koje nudi end-to-end IP (all IP)
- Jasna podjela kontrolne ravni i ravni podataka
- Jednostavna flat IP arhitektura sa jednim jezgrom
- eNodeB=E-UTRAN
- Evolved Packet System=EPC+E-UTRAN
- Multi pristupna mreža
  - 3GPP radio pristup (LTE, 3G i 2G)
  - Ne 3GPP radio pristup (HRPD; WLAN i WiMAX)
  - Fiksni pristup (Ethernet, DSL, kablovska i optika)
- Tri ključne paradigme: mobilnost, zaštiti i politika menadžmenta

Komutacija u mobilnim  
telekomunikacionim mrežama  
7-7

## Jezgra 2G/3G mreža

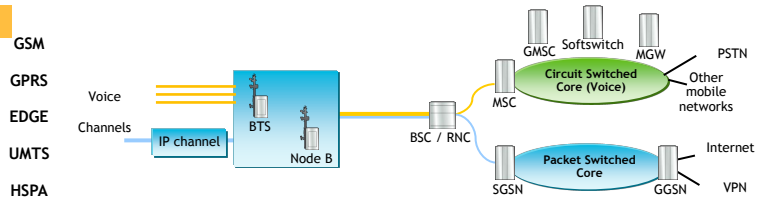


RNC: Radio Network Controller  
MSC: Mobile Switching Center  
BSC: Base Station Controller  
BTS: Base Transceiver Station  
SGSN: Serving GPRS Support Node  
GGSN: Gateway GPRS Support Node

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-8

## EPC jezgro

### 2G/3G



### EPC elements

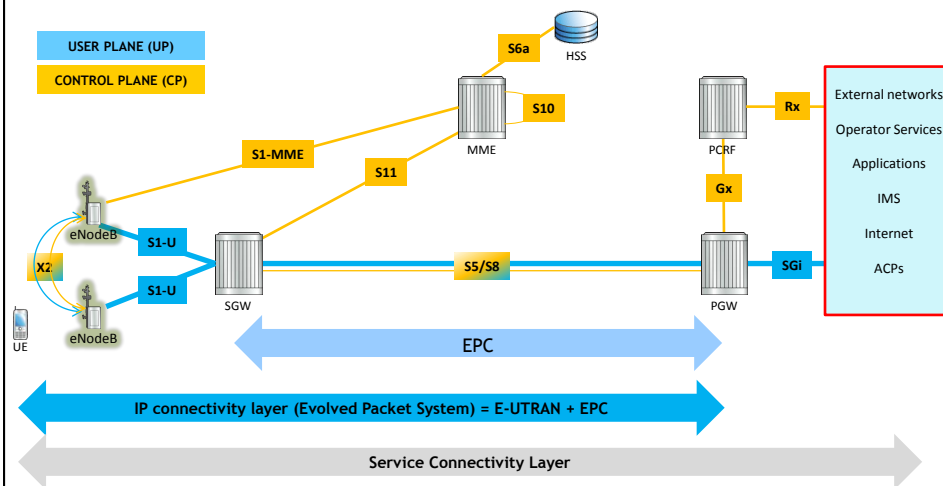
- Serving Gateway (SGW)
- Packet Data Network (PDN) Gateway (PGW)
- Mobility Management Element (MME)
- Policy and Charging Rules Function (PCRF)

### LTE/EPC



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-9

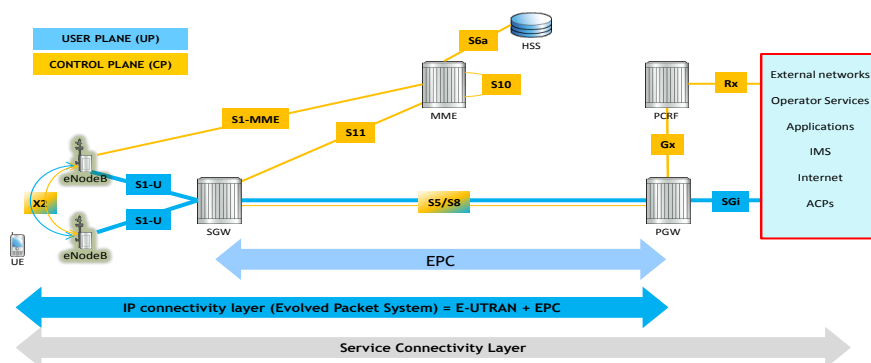
## EPC elementi i interfejsi



- Serving Gateway (SGW)
- Packet Data Network (PDN) Gateway (PGW)
- Mobility Management Element (MME)
- Policy and Charging Rules Function (PCRF)

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-10

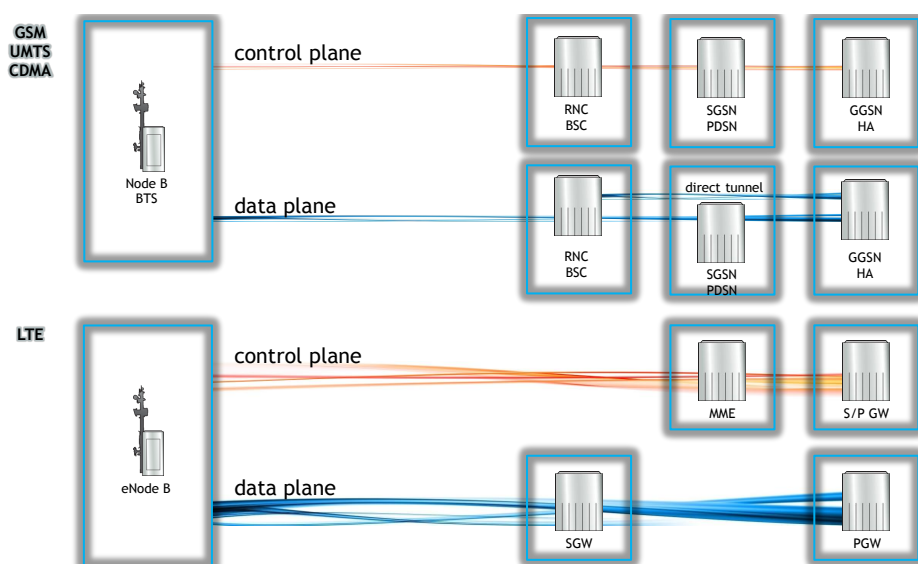
## EPC elementi i interfejsi



- Serving Gateway (SGW) posluhuje veliki broj eNode-ova fokusirajući se na skalabilnosti zaštitu
- Packet Data Network (PDN) Gateway obavlja IP menadžment, povezivanje na eksterne mreže podataka, fokusira se na visoko skalabilno povezivanje i QoS podršku
- Mobility Management Element (MME) je element kontrolne ravni, odgovoran za upravljanje velikim brojem konekcija i mobilnosti (hiljade eNodeB-ova)
- Policy and Charging Rules Function (PCRF) kontrolirše tokove na nivou mreže: detekcija, tarifiranje na bazi QoS-a i tokova, autoriziraju korišćenja QoS resursa mreže (upravljaju milionima tokova podataka) Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

7-11

## Flat IP = manje hijerarhije znači manje kašnjenje



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-12

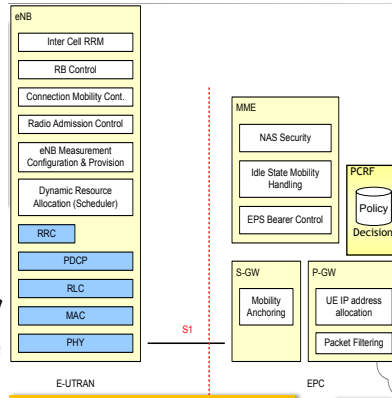
## Pregled EPC komponenti

### eNodeB: sve radio pristupne funkcije

- Kontrola radio pristupa
- Raspoređivanje UL i DL
- Raspoređivanje i prenos paging-a i sistemskog broadcast-a
- Kompresija IP zaglavlja (PDCP)
- Outer-ARQ (RLC)

### Mobility Management Entity

- Autentikacija
- Menadžment *tracking area list*-a
- Dostupnost UE koji je u idle modu
- Izbor S-GW/PDN-GW
- Signalizacija čvora unutar jezgra mreže za mobilnost između 2G/3G i LTE
- Funkcije menadžmenta nosioca



### Serving Gateway

- Anchor lokalne mobilnosti za inter-eNB handovere
- Anchoring mobilnosti za inter-3GPP handover-e
- Baferovanje DL paketa u idle modu
- Zakonsko presijetanje
- Rutiranje i prosleđivanje

### Policy, Charging & Rules Function

- Mrežna kontrola SDF-a, detekcija, tarifiranje QoS i tokova
- Odlučivanje dinamičke politike u tretiranju toka servisnih podataka u PCEF (xGW)
- Autorizacija QoS resursa

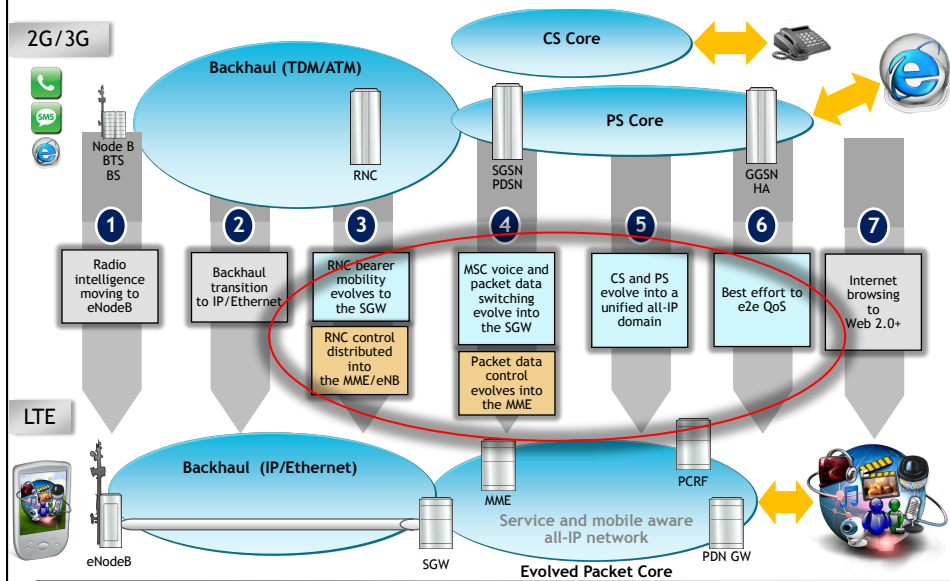
### PDN Gateway

- IP anchor tačka za nosioce
- Alokacija IP adrese UE
- Filtiranje paketa po korisniku
- Povezivanje na paketsku mrežu

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

7-13

## All-IP mobilna transformacija



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

7-14

## LTE QoS terminologija

- Service Data Flow = IP flow
- SDF-ovi se mapiraju u nosioce od strane IP gateway-ja
- QoS Class Identifier (QCI)
  - Broj koji se koristi kao referenca za specifične parametra čvora koji kontroliše prosleđivanje paketa (težinski faktori raspoređivača, pragovi kontrole pristupa, pragovi kontrole bafera,...) koji su prekonfigurisani od operatora vlasnika pristupnog čvorišta
- Allocation and Retention Priority (ARP)
  - Primarna namjena ARP-a odlučivanje da li uspostavljanje/modifikacija zahtjeva može biti prihvaćeno ili odbijeno u slučaju limitiranosti resursa
- Guaranteed Bit Rate (GBR)
- Maximum Bit Rate (MBR)
- Aggregate Maximum Bit Rate (AMBR) (za ne-GBR nosioce)



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-15

## LTE QCI (QoS Class Identifier, 3GPP TS23.203, rel 14)

5QI	Tip resursa	Nivo prioriteta	Kašnjenje paketa	Vjerovatnoća greške po paketu	Veličina prozora	Primjer servisa
1	GBR	2	100ms	$10^{-2}$	TBD	Konverzacioni govor
2		4	150ms	$10^{-3}$	TBD	Konverzacioni video (Live streaming)
3		3	50ms	$10^{-3}$	TBD	Igre u realnom vremenu, V2X poruke
4		5	300ms	$10^{-6}$	TBD	Ne-konverzacioni video (buffered streaming)
65		0,7	75ms	$10^{-2}$	TBD	MCPTT govor korisničke ravni
66	Ne GBR	2	100ms	$10^{-2}$	TBD	Ne MCPTT govor korisničke ravni
75		2,5	50ms	$10^{-2}$	TBD	V2X poruke
5		1	100ms	$10^{-6}$	N/A	IMS signalizacija
6		6	300ms	$10^{-6}$	N/A	Video (buffered streaming) i TCP saobraćaj
7		7	100ms	$10^{-3}$	N/A	Govor, Video Live Streaming, Interaktivne igre
8	Ne GBR	8	300ms	$10^{-6}$	N/A	Video (buffered streaming) i TCP saobraćaj
9		9	300ms	$10^{-6}$	N/A	Video (buffered streaming) i TCP saobraćaj. Tipični default bearer
69		0,5	60ms	$10^{-6}$	N/A	MCPTT signalizacija osjetljiva na kašnjenje
70	Ne GBR	5,5	200ms	$10^{-6}$	N/A	MCPTT prenos podataka (slično kao QCI 6/8/9)
79		6,5	50ms	$10^{-2}$	N/A	V2X poruke

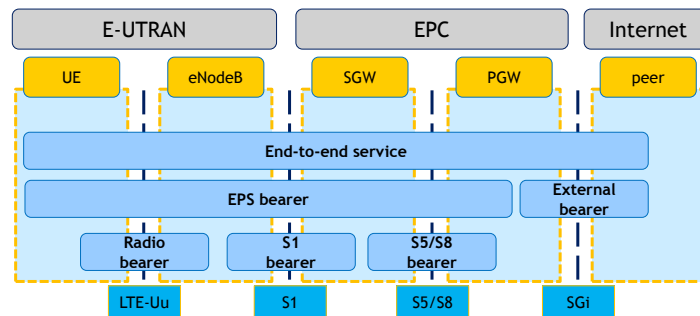
Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-16



## EPC bearer menadžment

Ravan podataka mora da podrži finu granularnost QoS i izvršavanje funkcija iznad transportnog nivoa i nivoa nosioca

- UL i DL filteri paketa koji se definišu za svaki nosilac i QoS funkcije (policing, oblikovanje, raspoređivanje, ...) su implementirani
- PGW kao Policy and Charging Enforcement Function (PCEF) tačka nadzire QoS / SLA za svaki od nosioca (i SDF-ove)

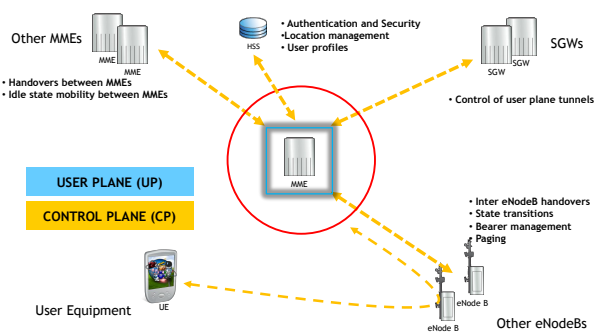


Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-17

## Mobility Management Entity

MME kontroliše kako UE interaguje sa mrežom preko non-access stratum (NAS) signalizacije

- Autentikacija UE i kontroliše pristup mrežnim konekcijama
- Kontrolise attribute uspostavljenog pristupa (dodjela mrežnih resursa)
- Nadzire stanja EPS Mobility Management (EMM) za sve UE's radi podrške paging-u, roaming-u i handover-u
- Upravlja stanjima ECM (EPS Connection Management)

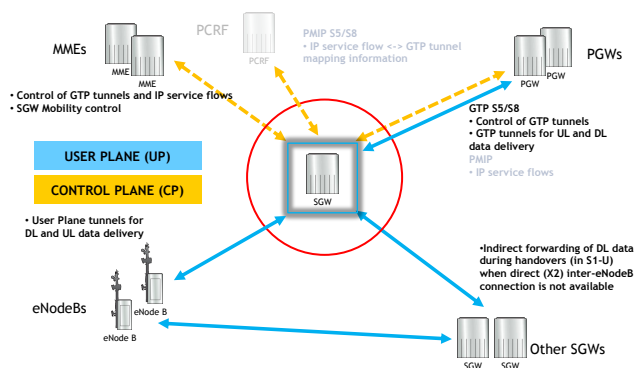


Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-18

## Serving Gateway

SGW je anchor lokalne mobilnosti

- Terminira (S1-U) interface prema E-UTRAN
- Lokalna anchor tačka za inter-eNB handover i inter-3GPP mobilnost
- Podrška ECM-idle mode DL baferovanju paketa i od mreže iniciranom zahtjevu servisa
- IP rutiranje i prosleđivanje

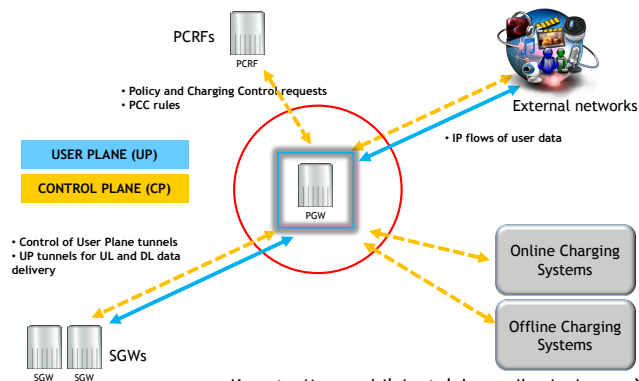


Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-19

## Serving Gateway

PGW je IP anchor za nosioce

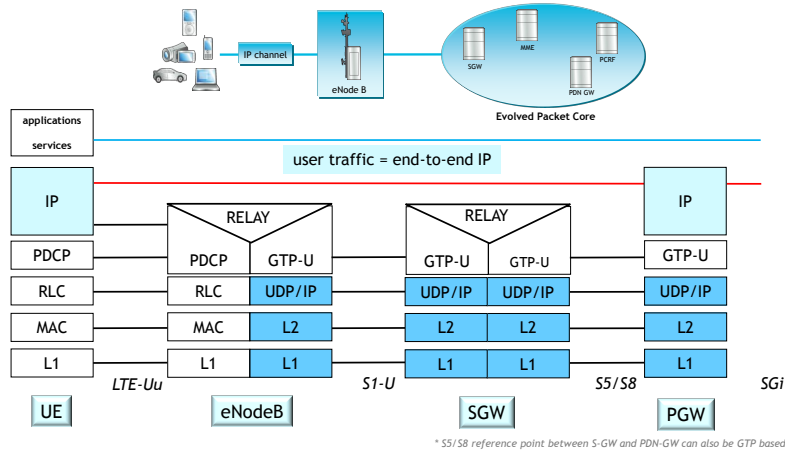
- Terminira (SGi) interface prema PDN
- Obezbjeđuje alokaciju IP adresa
- Obezbjeđuje Policy and Charging Enforcement Function (PCEF)
- Filtriranje paketa na bazi SDF
- Interface prema Online i Offline sistemima tarifiranja



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-20

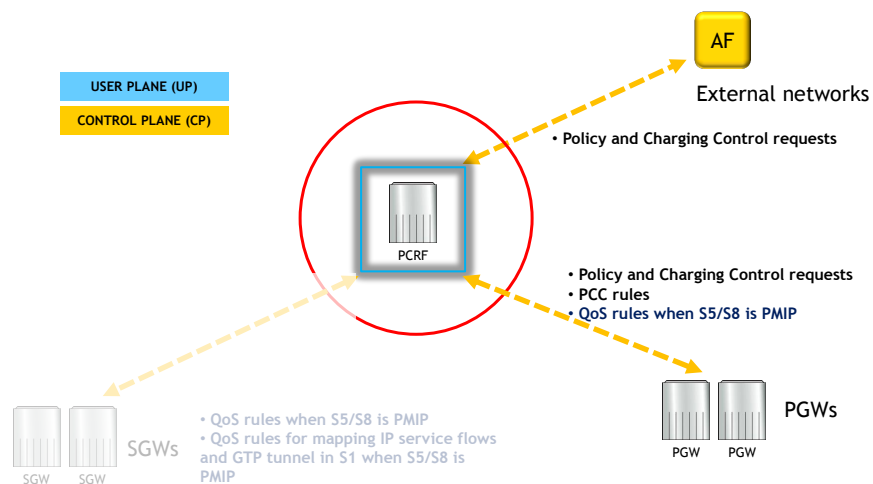
## End-to-end protocol stack korisničke ravni

Ključna uloga S-GW i PDN-GW je upravljanje korisničkom ravni (bearer saobraćaj)



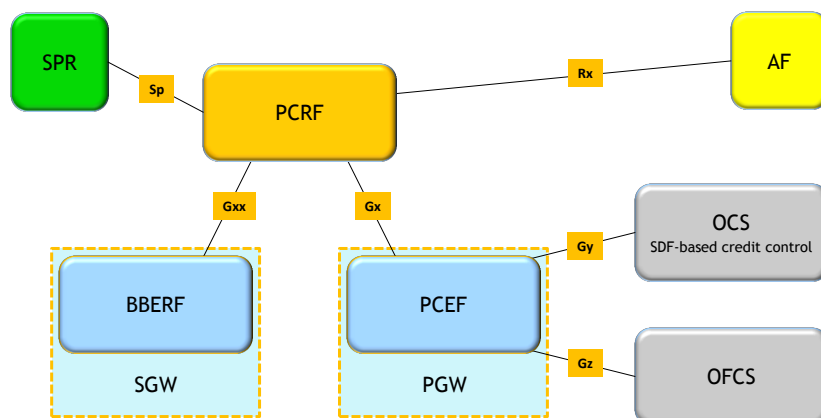
Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-21

## PCRF (Policy, Charging & Rules Function)



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-22

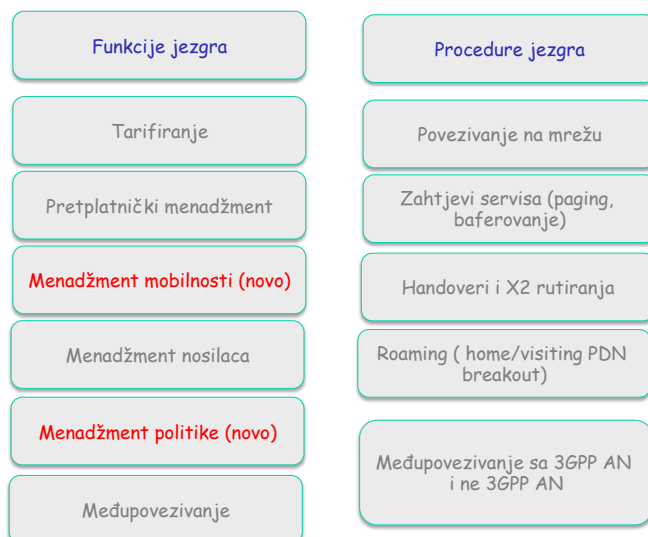
## Policy Charging and Control (PCC) Arhitektura



BBERF = Bearer Binding and Event Reporting Function  
 OCS = Online Charging System  
 OFCS = Offline Charging System  
 PCEF = Policy and Charging Enforcement Function  
 SPR = Subscription Profile repository

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-23

## EPC: Funkcije i procedure jezgra



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-24

## Procedura pristupa

### ❑ Traženje ćelije

- Bazna stanica broadcastuje sinhronizacione signale i informaciju o ćeliji
- UE dobija informaciju fizičkog nivoa
  - UE određuje frekvenciju i sinhronizuje se sa ćelijom
  - Određuje vrijeme početka downlink frejma
  - Određuje identitet ćelije

### Bazna stanica



### ❑ Slučajni pristup za uspostavljenje radio linka

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-25

## Slučajni pristup

### Klijent



### Bazna stanica



### Jezgro mreže



Korak 1: zahtjev slučajnog pristupa (pokupiti jednu od 64 preambule)

Korak 2: Odgovor slučajnog pristupa

Podešavanje uplink vremena

Korak 3: prenos ID mobilnog terminala

Korak 4: poruka o razrešavanju kolizije

Ako ID u poruci odgovara UE ID, USPJEH.

U koliziji, ID se neće poklapati!

Samo ako UE nije poznat u baznoj stanici

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-26

## Slučajni pristup

Zašto ne detekcija nosioca kao kod WiFi?

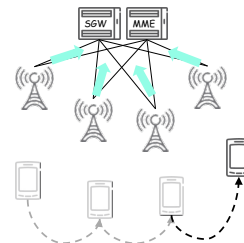
- Bazna stanica pokriva znatno veći prostor od WiFi AP
  - UE se ne “vide”
- Kako bazna stanica prima signale od UE?
  - Prijemnici bazne stanice su mnog senzitivniji i skuplji



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-27

## Connected mod

- ❑ Koristi se tokom komunikacije
- ❑ Signalna konekcija postoji između mreže i UE
- ❑ CN i RAN prate stanje UE
- ❑ UE lokacija se prati na nivou ćelije
  - Potrebno za predaju podataka
- ❑ Mrežno kontrolisana mobilnost



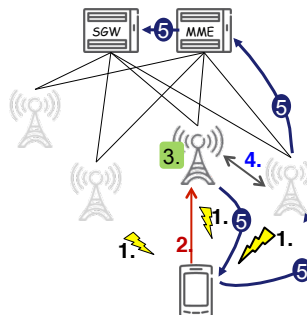
Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

7-28

## Mrežno kontrolisana mobilnost

### □ Procedura

1. UE mjeri snagu signala okolnih ćelija
2. UE šalje izvještaj o mjerenjima mreži
3. Mreža odlučuje i kontroliše handover
4. Mreža priprema handover
5. Handover se izvršava



### Razlog: Dozvoliti mreži podešavanje handovera

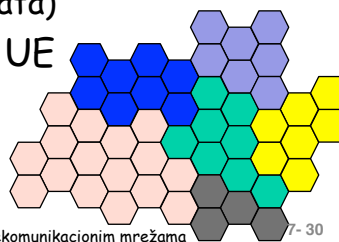
1. Selektovati odgovarajuću ćeliju
2. Mreža ima dodatne informacije za odluku o handoveru
3. Prikuplja i analizira podatke za ćelijsko planiranje i administraciju
4. Sprečava ping-pong efekat
5. Sprečava povezivanje brzih UE na mikroćelije
6. "Disanje" ćelije

Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

7- 29

## Idle mod

- Koristi se kada UE ne komunicira
- UE lokacija se prati na nivou *Tracking Area (TA)*
  - eNodeB-vi oglašavaju svoje TA
  - UE periodično osluškuje oglašavanja (svakih nekoliko sekundi)
  - UE šalje Tracking Area Update prema MME, kada se TA mijenja
  - TAU periodično šalje (svakih 2 sata)
- eNodeB stanje se ne čuva za UE
- Kada stigne saobraćaj za UE, UE se šalje *signalizacija*



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

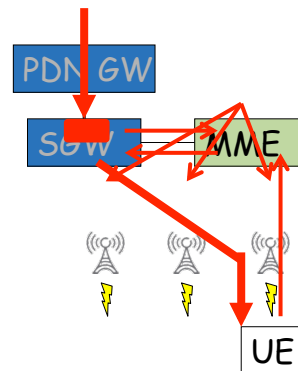
7- 30

## PAGING

- UE periodično provjerava ako su dostupni podaci
  - Wakes up, (re)izbor ćelije, sa broadcast i paging kanala
  - Isti pseudo-slučajni timing za svakog UE

- › Ako paket stiže na SGW...

- ...baferuje paket
- ...informiše MME.
- MME šalje Paging Request na sve eNodeB-ove u TA gdje je UE
- eNodeB-ovi notifikuje UE preko njihovog paging slota
- UE odgovara sa Service Request...
- ...eNodeB stanje se podiže...
- ...i UE prelazi u povezano stanje.



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

7- 31

## QoS

- Over-provisioning je neizvodljiv
  - Nedostatni resursi (nekoliko desetina MHz)
  - Skup spektar i oprema
- Sve je mnogo komplikovanije
  - Veća kašnjenja
  - Primarne aplikacije osjetljive na kašnjenje
- Novac
  - Korisnici hoće nešto više da plate
  - Postoji infrastruktura
  - Razlika u servisima i cijenama

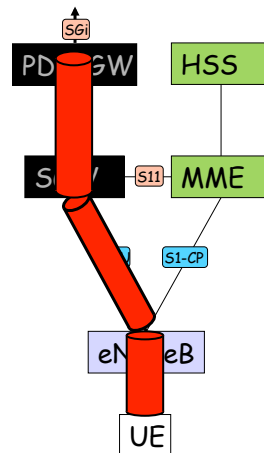
Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama

7- 32

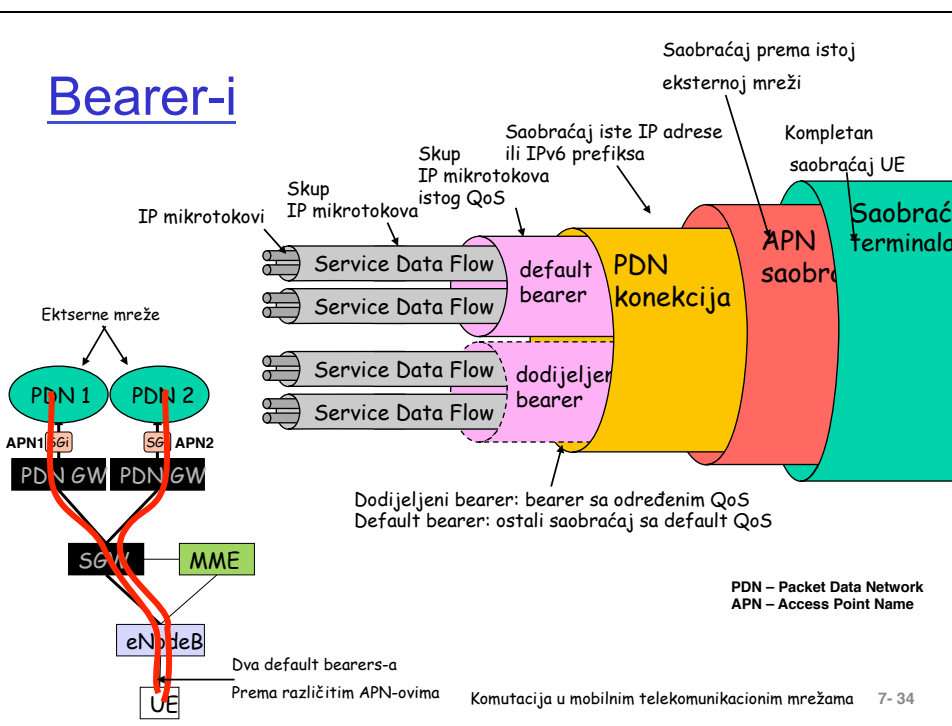


## Bearer-i

- Bearer je L2 transmisioni kanal podataka
  - ...prema eksternoj PDN,
  - ...koristi određenu IP adresu/prefiks,
  - ...nosi skup IP tokova,
  - ...osigurava određeni QoS.
- U 2G/3G poznat kao "PDP Context"
- Uspostavljanje Bearer se eksplicitno signalizira
  - U LTE jedan bearer je uvijek uspostavljen



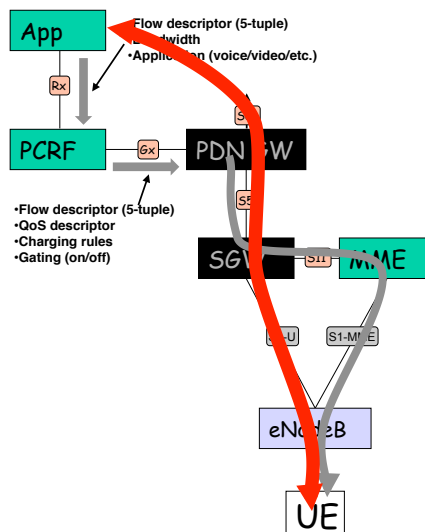
## Bearer-i



## Policy i Charging

### Policy i Charging funkcije

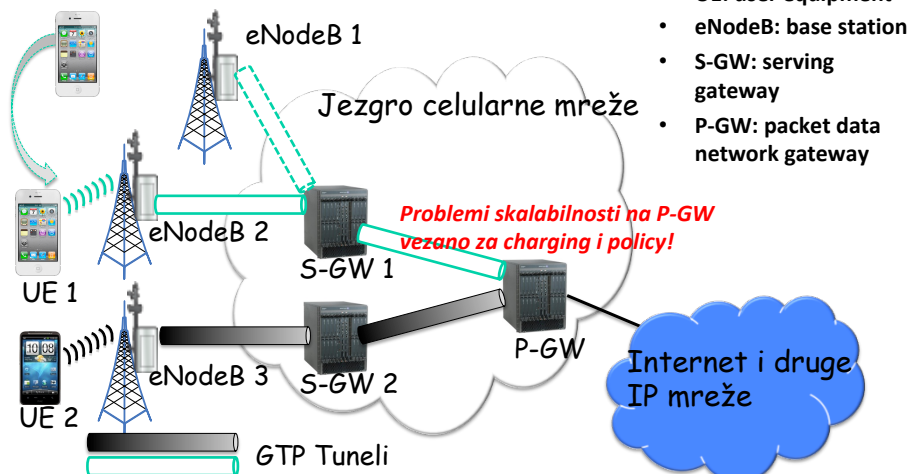
- Odlučuju o QoS i Charging
- Kontroliraju povezivanje
- Service Policy bazirano na
  - Zahtjevu
  - Korisnikovim podacima
- Ne prave odluke o resursima



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7- 35

## LTE ravan podataka je previše centralizovana

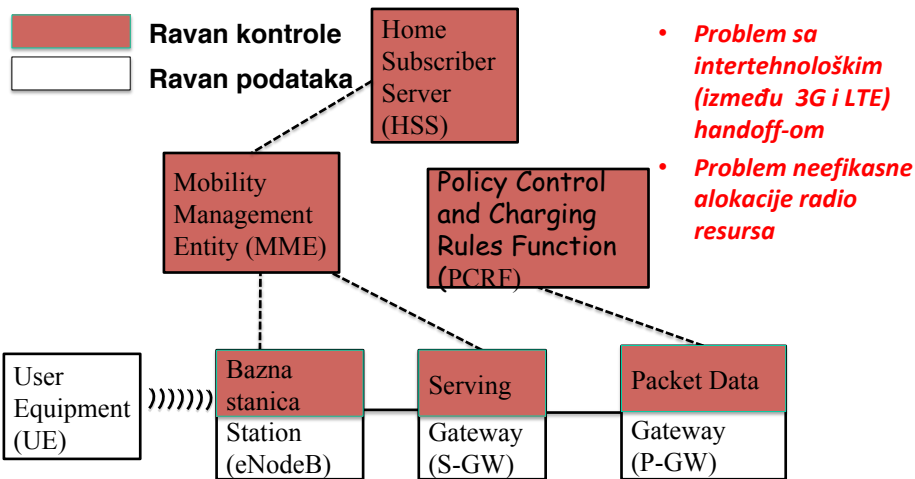
### Ravan podatka je previše centralizovana



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7- 36

## LTE kontrolna ravan je previše distribuirana

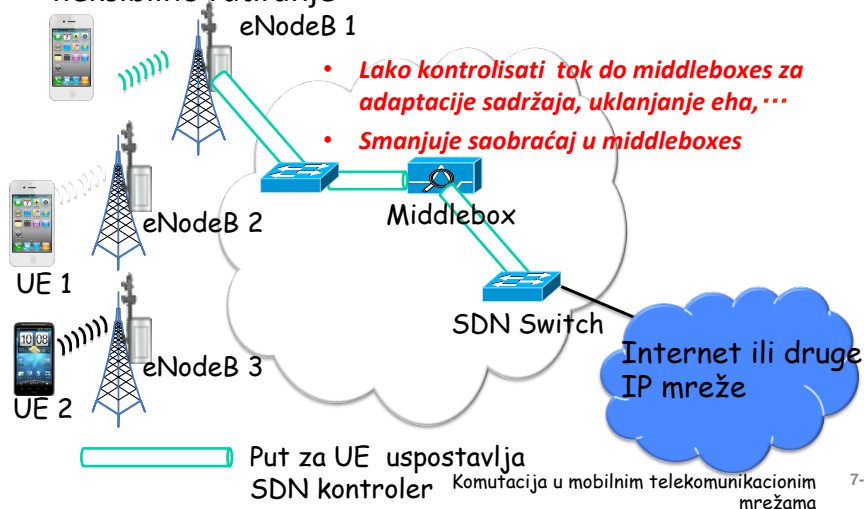
- Nema jasne podjele na ravan kontrole i ravan podataka



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-37

## Podrška fleksibilnim Middlebox-ovima

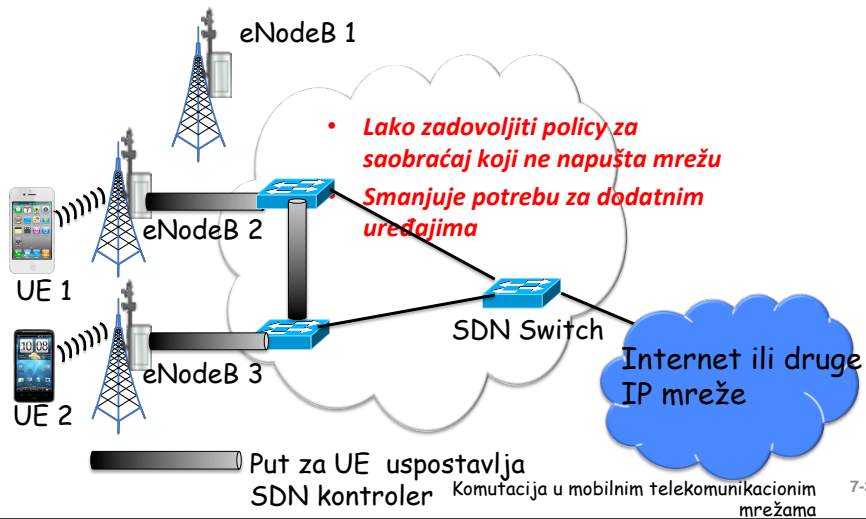
- SDN omogućava fino podešavanje klasifikacije paketa i fleksibilno rutiranje



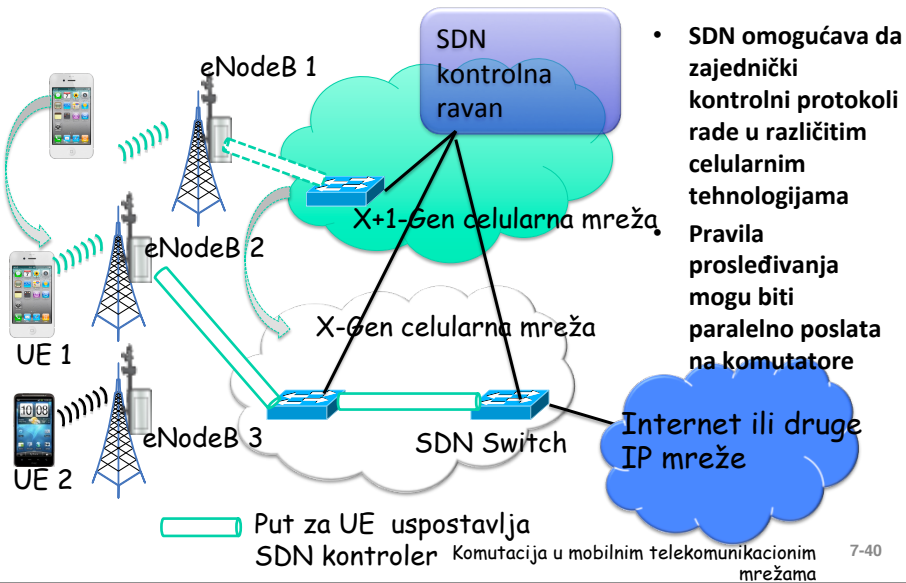
Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-38

## Podrška fleksibilnim Middlebox-ovima

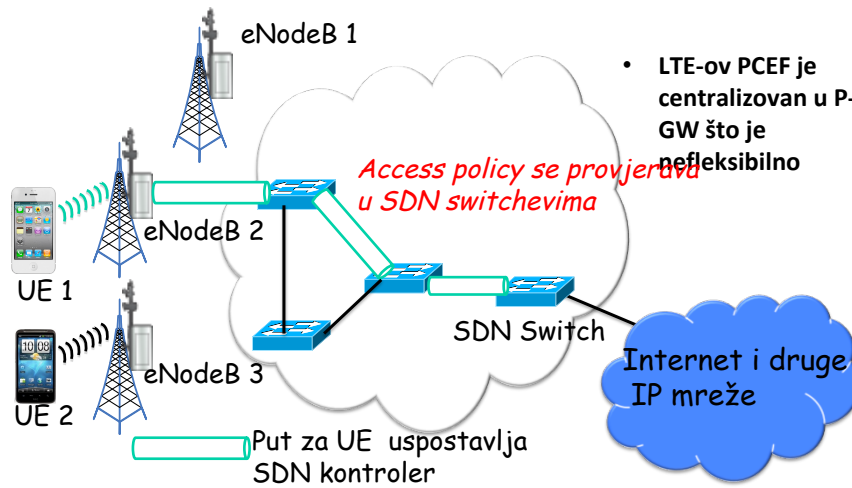
- SDN switch može podržati neke funkcionalnosti middlebox-a



## Jednostavna mobilnost korisnika



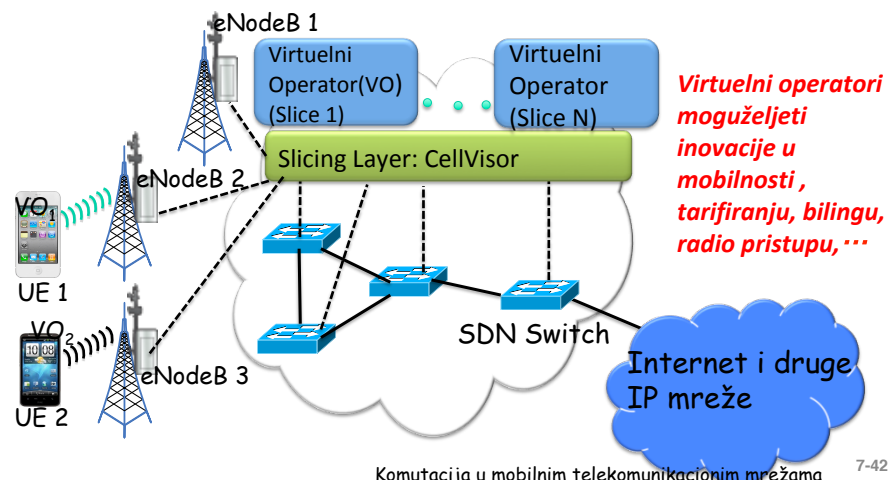
## Distribuirani QoS i ACL



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-41

## Virtuelni operatori

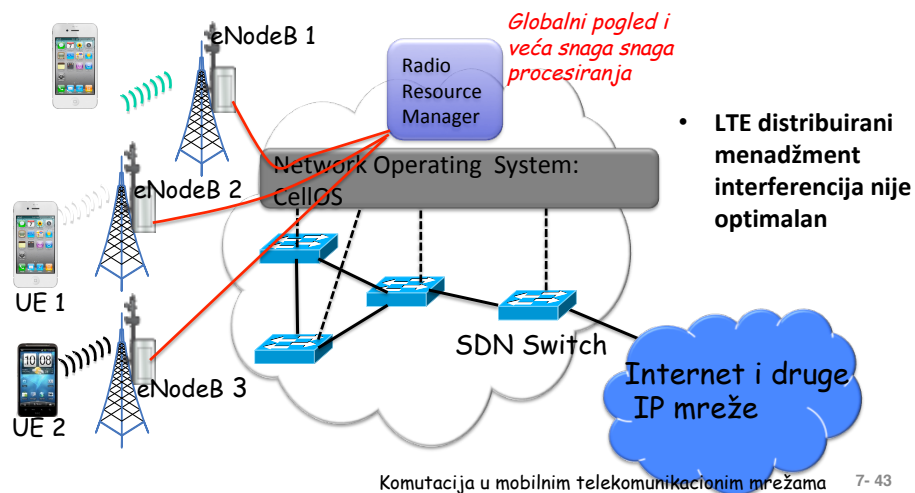
- Fleksibilna virtuelizacija dijeljenjem prostora tokova



Komutacija u mobilnim telekomunikacionim mrežama 7-42

## Inter-Cell menadžment interferencije

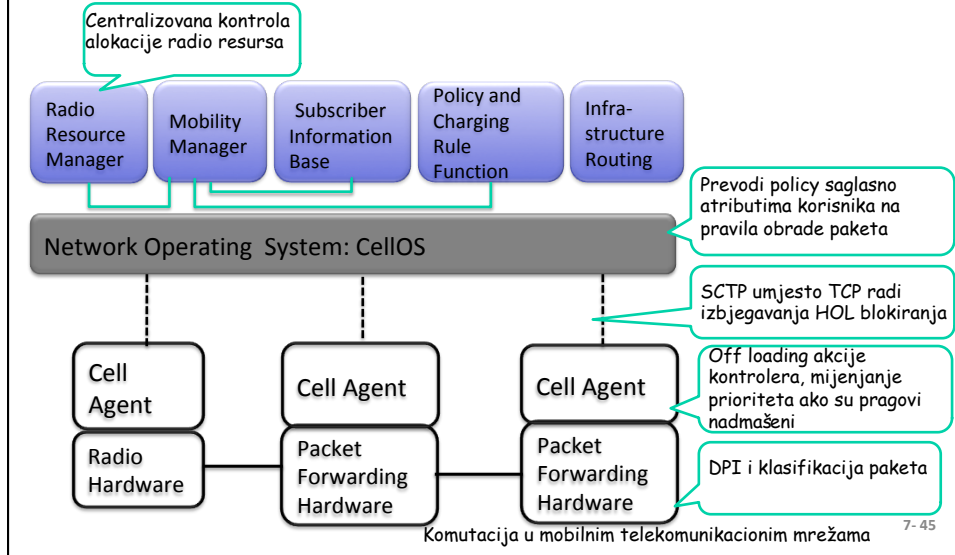
- Centralizovana kontrola baznih stanica



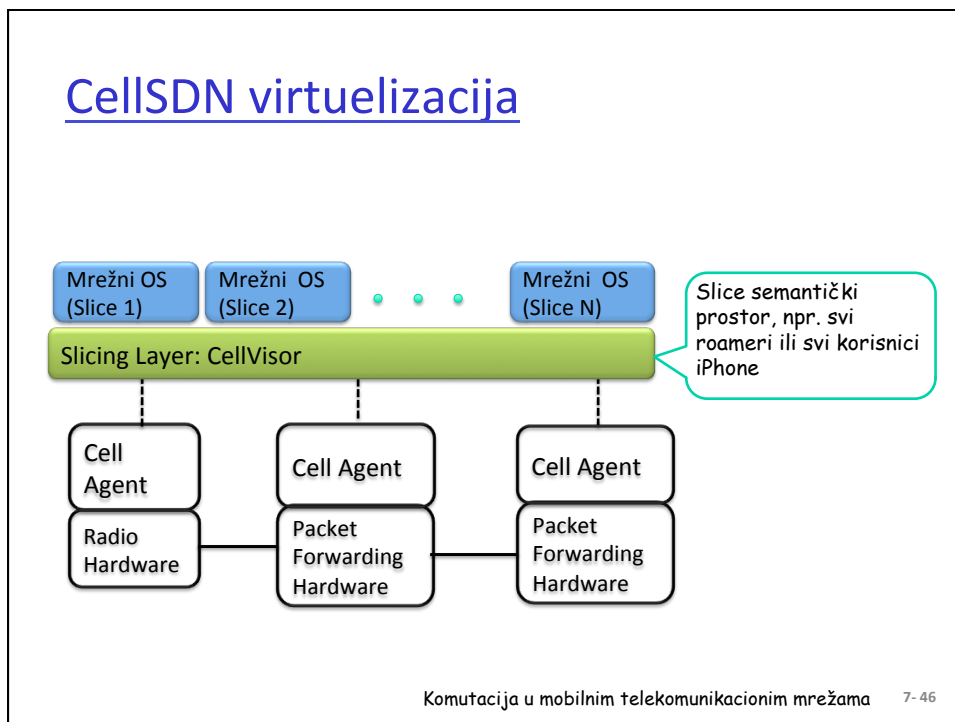
## CellSDN Arhitektura

- CellSDN omogućava skalabilnu, fino podešenu kontrolu u realnom vremenu sa dodacima:
  - kontroler: *fino podešene* policy saglasno atributima korisnika
  - Switch software: lokalni kontrolni agenti koji unapređuju *scalability* kontrolne ravni
  - Switch hardware: *fino podešeno* procesiranje paketa radi podrške DPI
  - Baze stanice: udaljena kontrola i virtuelizacija radi fleksibilnog menadžmenta radio resursa u realnom *realnom vremenu*

## CellSDN Arhitektura



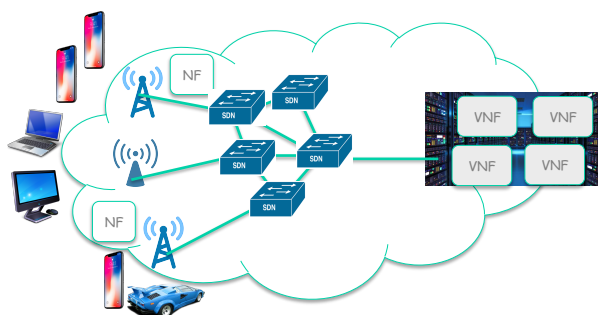
## CellSDN virtuelizacija



## 5G mreža

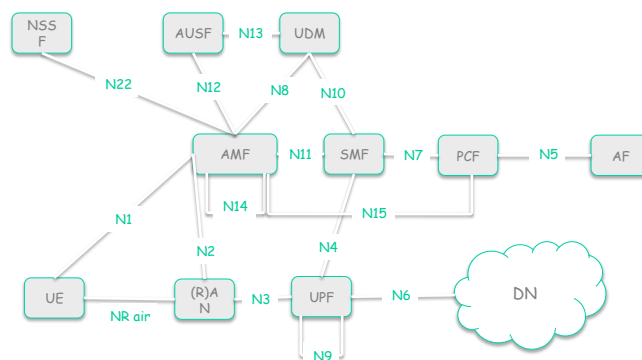
### NFV/SDN middleware

- Distribuirana heterogena infrastruktura
  - Fizičke komponente
  - Heterogeni data centri
  - Povezane mreže (pristupne, okosnice, kompanijske, ...)
- Generičke mrežne funkcije implementirane u softveru koji se izvršava na virtuelnim mašinama (vEPC, vVPN, vNAT, vIMS, ...)
- Middleware funkcionalnosti:
  - Razumijevanje zahtjeva servisa i njihova transformacija u parametre mreže
  - Dijeljenje zajedničkih resursa (računari, storage i mreža) između više servisa
  - Garantovanje SLA od kraja do kraja uslovima dinamičkih izmjena saobraćaja i mreže



## 5G jezgro mreže

### 3GPP TS 23.501



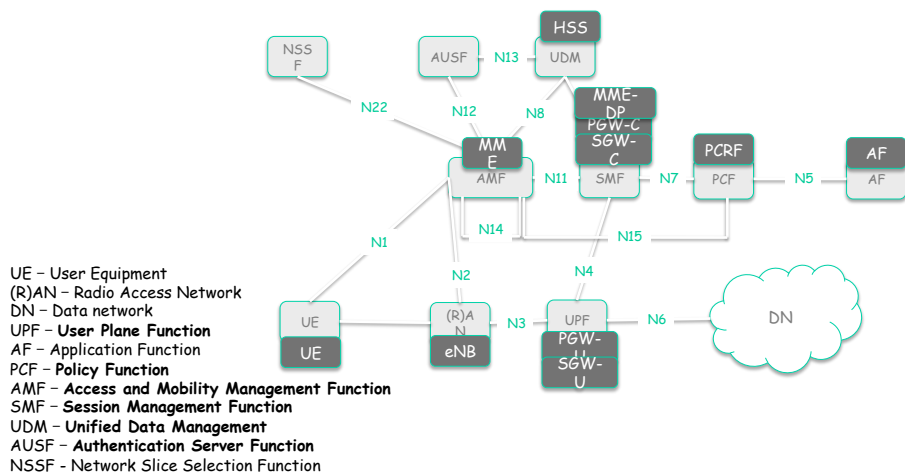
- UE - User Equipment
- (R)AN - Radio Access Network
- DN - Data network
- UPF - User Plane Function
- AMF - Access and Mobility Management Function
- SMF - Session Management Function
- PCF - Policy Function
- UDM - Unified Data Management
- AUSF - Authentication Server Function
- NSSF - Network Slice Selection Function
- AF - Application Function



## 5G jezgro mreže

### Poređenje sa 3GPP EPC (4G jezgrom mreže)

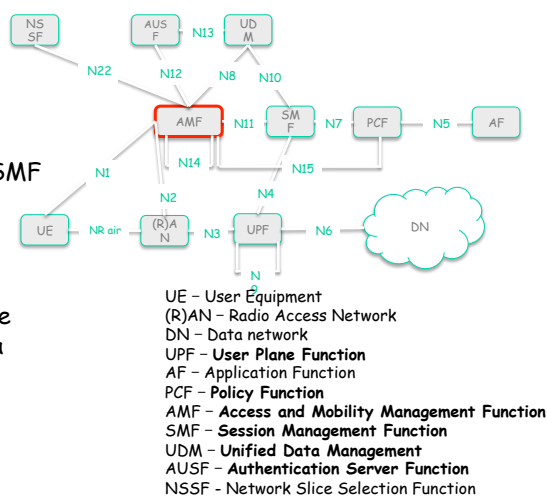
- 5G predstavlja evoluciju postojeće mreže prema softverskoj mreži



## 5G jezgro mreže

### Access and Mobility Management Function (AMF) je ključni kontrolni entitet

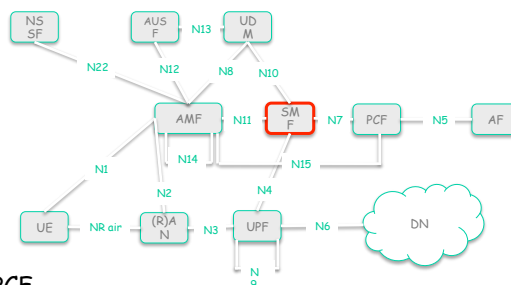
- Terminacija RAN i NAS interfejsa
- Menadžment registracije
- Menadžment konekcije
- Menadžment mobilnosti
- Menadžment dostupnosti
- Transport SM poruka prema SMF
- Autentikacija pristupa
- Autorizacija pristupa
- Prenos SMS poruka
- Security anchor funkcija
- Menadžment konteksta zaštite
- Zakonsko presrijetanje poziva



## 5G jezgro mreže

Session Management Function (SMF) predstavlja odvojene funkcije za sesije

- Menadžment sesije (uspostavljanje, modifikacija, raskidanje i nadzor)
- Dodjela IP adrese korisničkom terminalu
- Izbor i kontrola funkcija korisničke ravni
- Konfiguracija upravljanja saobraćaja na UPF
- Terminacija interfejsa prema PCF
- Terminacija SM dijela NAS poruka
- Inicijator AN specifičnih SM informacija
- Downlink data notifikacija

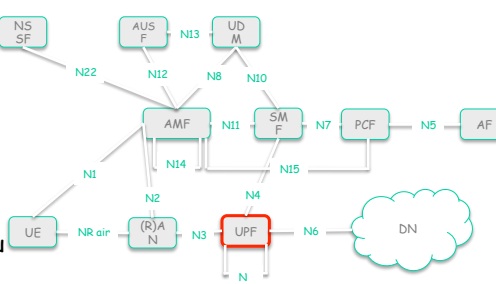


UE - User Equipment  
 (R)AN - Radio Access Network  
 DN - Data network  
 UPF - User Plane Function  
 AF - Application Function  
 PCF - Policy Function  
 AMF - Access and Mobility Management Function  
 SMF - Session Management Function  
 UDM - Unified Data Management  
 AUSF - Authentication Server Function  
 NSSF - Network Slice Selection Function

## 5G jezgro mreže

User Plane Function (UPF) sadrži funkcije korisničke ravni

- Rutiranje i prosleđivanje paketa
- Zakonsko presrijetanje poziva
- Izvještavanje o korisničkom saobraćaju
- Inspekcija paketa i sprovođenje pravila politika korisničke ravni
- Podrška QoS
- Markiranje paketa
- Baferovanje paketa na downlinku
- Verifikacija uplink saobraćaja
- Uplink klasifikator prema DN
- ...

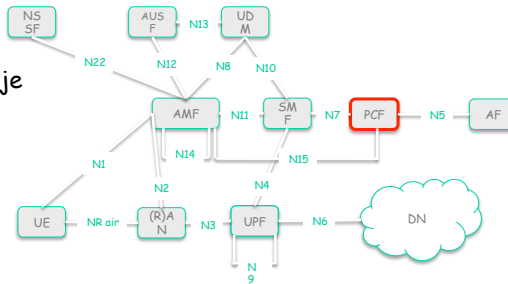


UE - User Equipment  
 (R)AN - Radio Access Network  
 DN - Data network  
 UPF - User Plane Function  
 AF - Application Function  
 PCF - Policy Function  
 AMF - Access and Mobility Management Function  
 SMF - Session Management Function  
 UDM - Unified Data Management  
 AUSF - Authentication Server Function  
 NSSF - Network Slice Selection Function

## 5G jezgro mreže

Policy Function (PCF) sadrži funkcije bazirane na administrativnoj politici

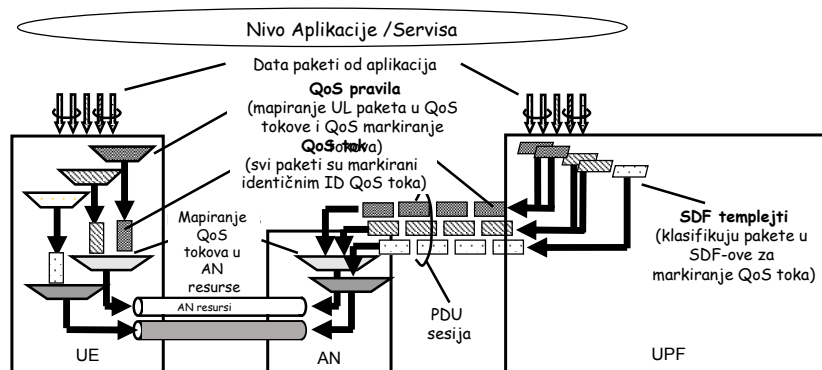
- Podržava unificirani okvir za praćenje ponašanja mreže
- Obezbeđuje pravila za funkcije kontrolne ravni
- Implementira front end za informaciju o pretplatnikovom pristupu koja je relevantna za donošenje odluka u UDM



UE - User Equipment  
 (R)AN - Radio Access Network  
 DN - Data network  
 UPF - User Plane Function  
 AF - Application Function  
 PCF - Policy Function  
 AMF - Access and Mobility Management Function  
 SMF - Session Management Function  
 UDM - Unified Data Management  
 AUSF - Authentication Server Function  
 NSMF - Network Slice Selection Function

## 5G jezgro mreže

QoS principi

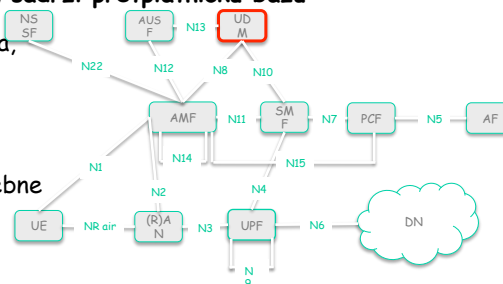


SDF - Service Data Flow  
 PDU - Protocol Data Unit

## 5G jezgro mreže

### Unified Data Management (UDM) sadrži pretplatničku bazu

- Front End (obrada kredencijala, menadžment lokacije, menadžment pretplate,...)
- Repozitorijum korisničkih podataka sadrži podatke potrebne za UDM-FE i PCF profile
- Autentifikacija obrade kredencijala
- Identifikacija korisnika
- Autorizacija pristupa
- Menadžment registracije/mobilnosti
- Menadžment pretplate

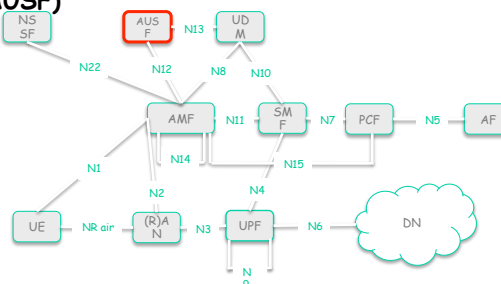


UE - User Equipment  
 (R)AN - Radio Access Network  
 DN - Data network  
 UPF - User Plane Function  
 AF - Application Function  
 PCF - Policy Function  
 AMF - Access and Mobility Management Function  
 SMF - Session Management Function  
 UDM - Unified Data Management  
 AUSF - Authentication Server Function  
 NSSF - Network Slice Selection Function

## 5G jezgro mreže

### Authentication Server Function (AUSF)

- Front-end za UDM kako bi odradio odgovarajuću autentifikaciju
- Definisani od SA3 u 3GPP



UE - User Equipment  
 (R)AN - Radio Access Network  
 DN - Data network  
 UPF - User Plane Function  
 AF - Application Function  
 PCF - Policy Function  
 AMF - Access and Mobility Management Function  
 SMF - Session Management Function  
 UDM - Unified Data Management  
 AUSF - Authentication Server Function  
 NSSF - Network Slice Selection Function

## 5G jezgro mreže

### Servisno bazirana arhitektura

#### Network Exposure Function (NEF)

- Omogućava umrežavanje sa funkcionalnostima treće strane
- "Otvora" servise 3GPP mrežne funkcije trećoj strani
- Prevođenje informacija koje se razmjenjuju između AF i internih mrežnih funkcija
- Služi kao storage za informacije

#### NF Repository Function (NRF)

- Služi kao network discovery funkcija za dinamičku mrežnu infrastrukturu
- Podržava service discovery funkciju
- Nadzire informacije o dostupnim NF instancama i njihovim podržanim servisima