

# Architektúra siete 5. generácie

B-UMKS, FEI B-UMKS – FEI STU

Yehor Brusniak

3. marca 2026



# Prečo LTE nestačilo?

## Požiadavky

✓ Gbit/s rýchlosť

✓ latencia <1 ms

✓ 1M zariadení/km<sup>2</sup>

## Limity LTE EPC

✗ Monolitické jadro

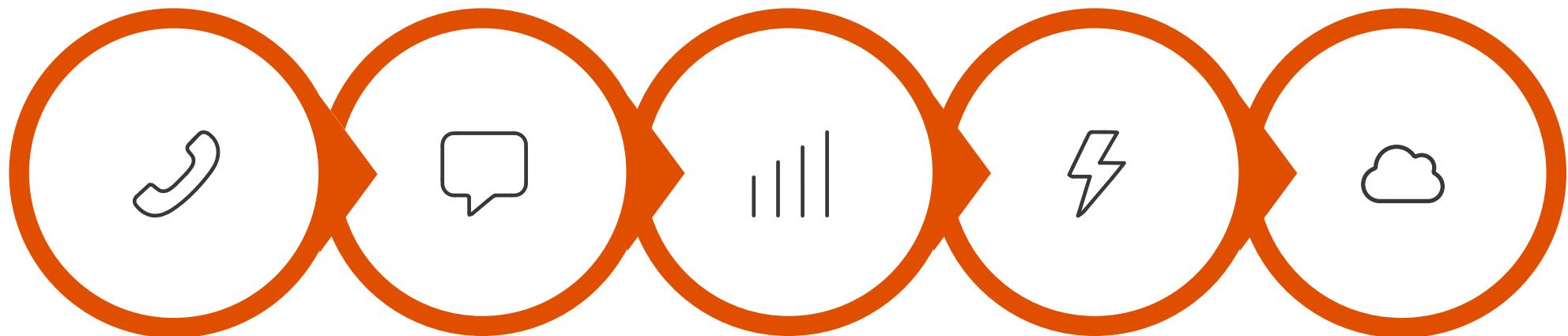
✗ Vysoká latencia

✗ Nízka škálovateľnosť

✗ Ziadny slicing

# Evolúcia mobilných sietí

„Každá generácia riešila iný problém – 5G však mení samotnú architektúru siete.“



**1G – 1980s**  
Analog voice

**2G – 1990s**  
Digital voice & SMS

**3G – 2000s**  
Mobile data

**4G – 2010s**  
IP broadband

**5G – 2020s**  
cloud-native SBA,  
slicing, URLLC,  
masívny IoT

**1G → 4G**

Postupná digitalizácia a paketizácia služieb.

**5G**

Disaggregated RAN (CU/DU/RU), control-user plane separation, service-based core.

# Tri aplikáčné scenáre 5G (IMT-2020)

eMBB (enhanced Mobile Broadband)

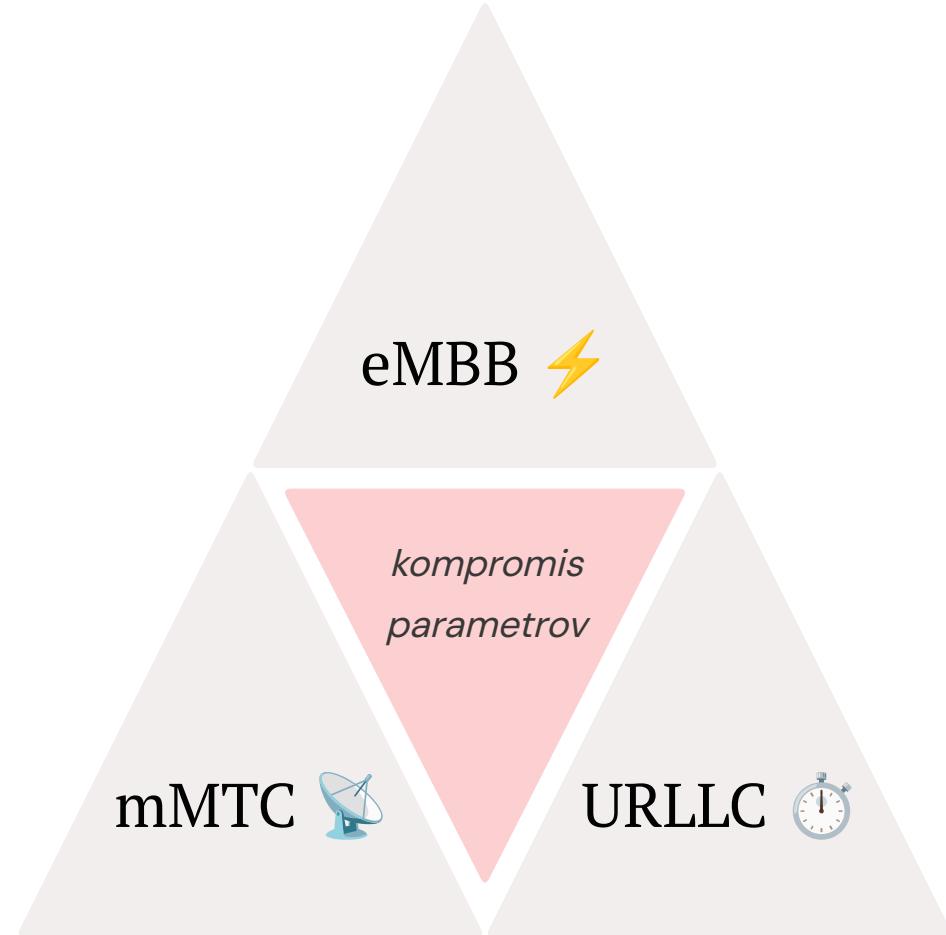
**Vysoká priepustnosť**

URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communications)

**Ultra-nízka latencia**

mMTC (massive Machine Type Communications)

**Masívne pripojenie IoT**



# Z monolitického EPC na 5G Core



## LTE Core (EPC)

**Pevne previazané uzly:** (MME, SGW, PGW). EPC je monolit, uzly sú pevne definované, málo flexibilné.

## 5G Core

**Modulárne Network Functions:** AMF, SMF, UPF, PCF, AUSF, UDM, NRF... každá NF je samostatná služba.

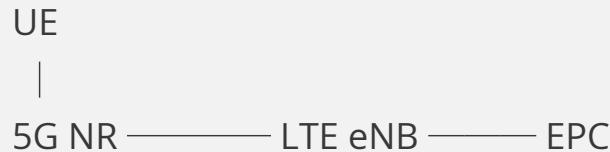
## Cloud-native SBA

**Flexibilita a efektivita:** HTTP/2, REST API, kontajnery, škálovanie, NF discovery.



# NSA vs SA architektúra

## Non-Standalone (NSA)



5G NR je „prilepené“ k LTE eNB / EPC stále centrálny bod

⌚ LTE JADRO (EPC)

⌚ RÝCHLY DEPLOYMENT

## Standalone (SA)



Žiadna LTE kotva / 5G Core je modulárny

☁ PLNÝ 5G CORE (5GC)

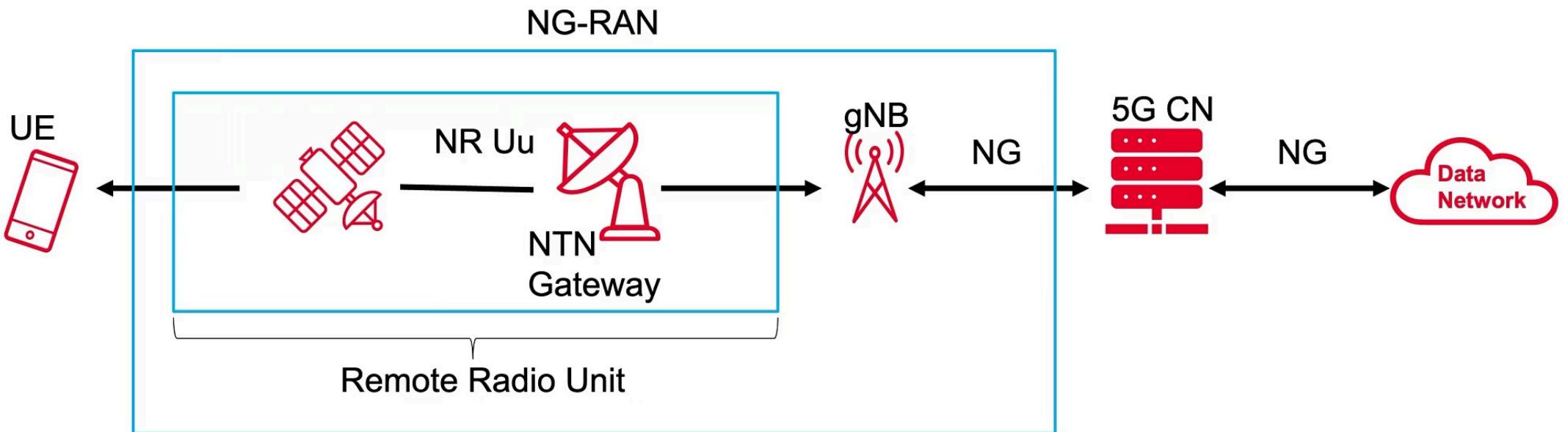
.Slice SLICING A URLLC

NSA = prechodový režim | SA = plnohodnotné 5G

# NG-RAN v architektúre 5G

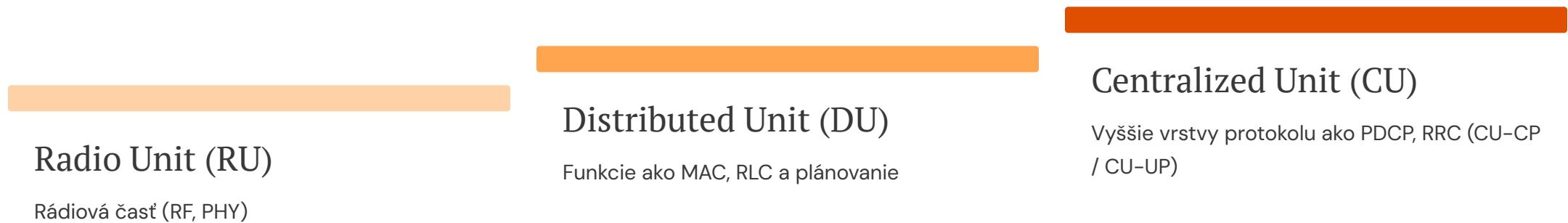
NG-RAN (Next Generation Radio Access Network) predstavuje kľúčovú súčasť 5G architektúry, ktorá zabezpečuje bezdrôtové spojenie medzi koncovými zariadeniami a jadrom siete.

- Slúži ako rádiové rozhranie medzi UE (User Equipment) a 5GC (5G Core).
- Hlavným uzlom v NG-RAN je gNB (next-generation NodeB), ktorý nahradza eNB z LTE sietí.
- Rozhraní N2 (Control Plane) a N3 (User Plane), umožňujú oddelenie riadiacej a dátovej prevádzky.



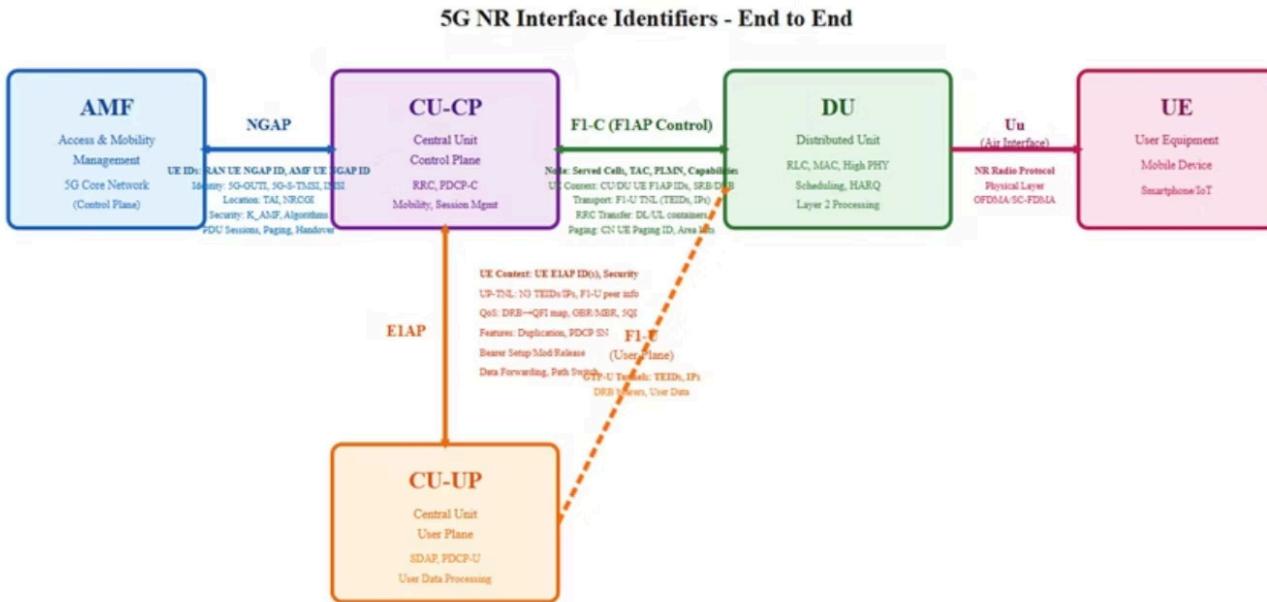
# Funkčné rozdelenie gNB

Rozdelenie funkcií v rámci **gNB (next-generation NodeB)** predstavuje modularizovaný prístup, ktorý umožňuje nezávislé nasadenie a škálovanie jednotlivých komponentov.



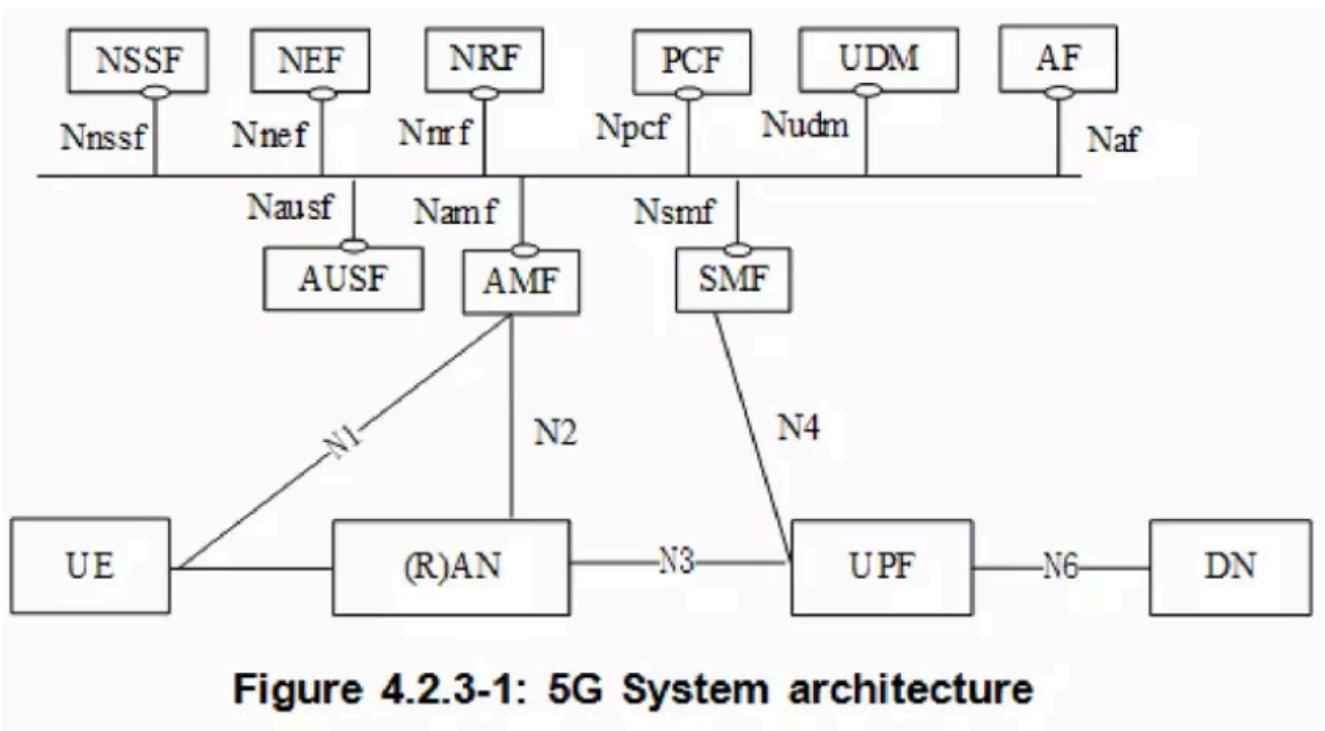
Táto funkčná disaggregácia podporuje rôzne možnosti nasadenia a umožňuje implementáciu funkcií gNB na rôznych miestach, od základnej stanice až po dátové centrá.

# Kľúčové rozhrania



- **F1** – rozhranie medzi gNB-CU a gNB-DU; zabezpečuje prenos riadiacej aj používateľskej roviny v rámci gNB.
- **N2** – riadiaca rovina (Control Plane); spája gNB-CU-CP s AMF pomocou protokolu NGAP.
- **N3** – používateľská rovina (User Plane); prepája gNB-CU-UP s UPF pomocou GTP-U.
- **Xn** – rozhranie medzi dvoma gNB; umožňuje handover a koordináciu susedných buniek.

# Service-Based Architecture (SBA)



NF ako služby

Každá funkcia (AMF, SMF, UPF...) je nezávisle nasaditeľná a škálovateľná mikroslužba.

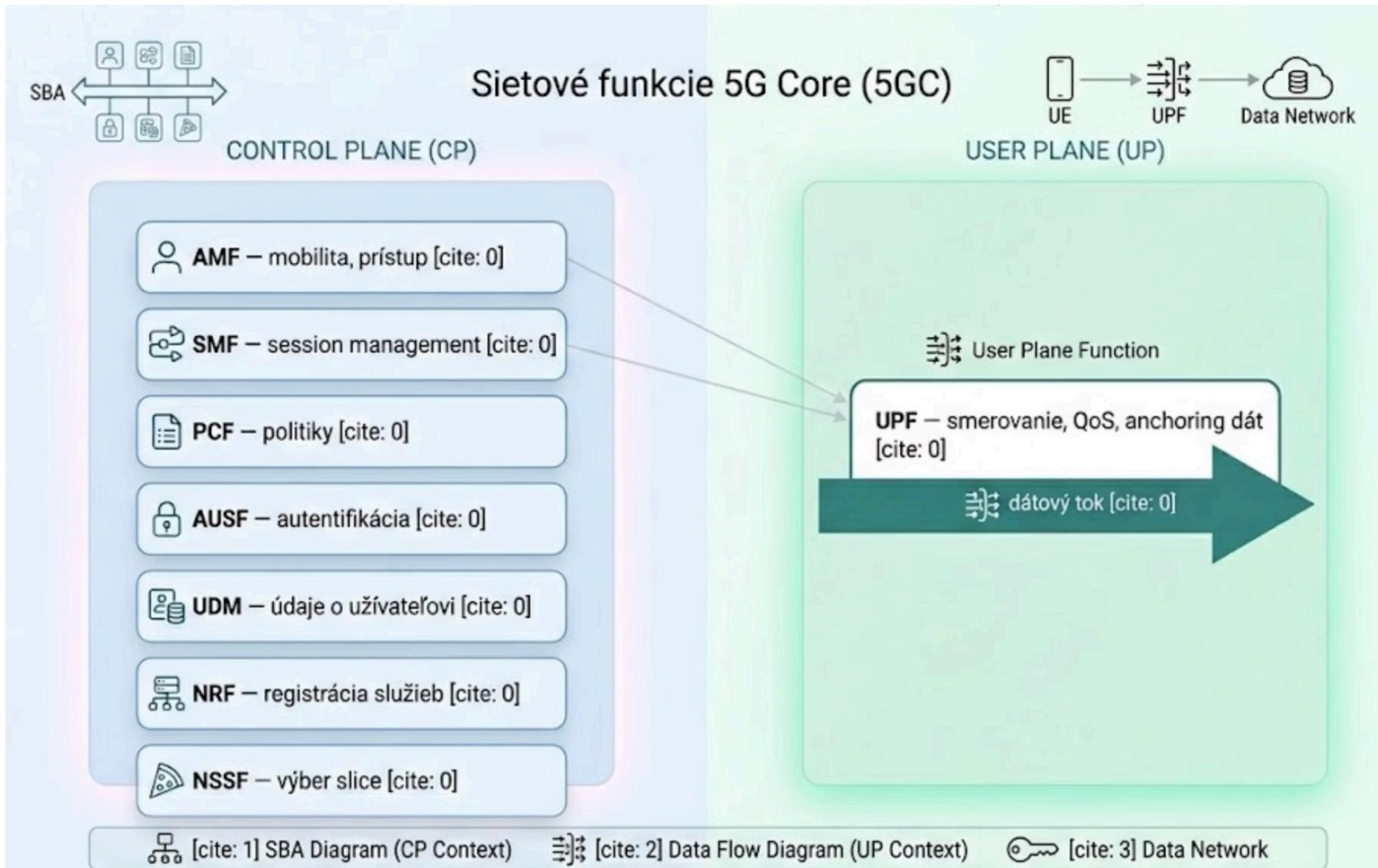
Service-Based Interfaces [SBI]

Komunikácia prebieha cez HTTP/2 a REST API podľa 3GPP štandardov.

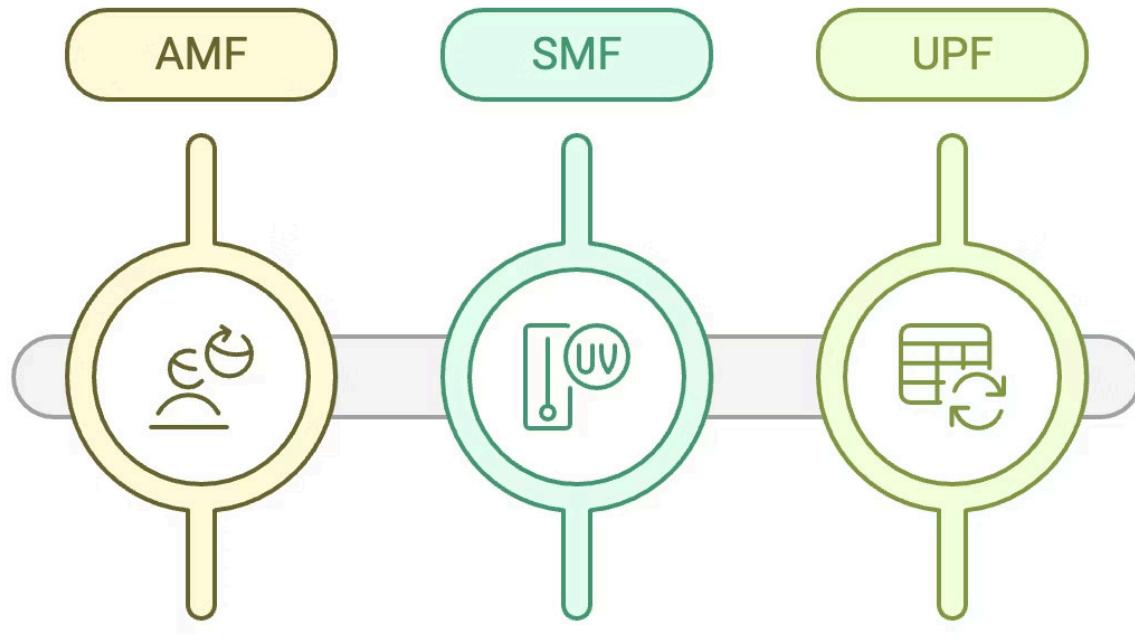
Cloud-native architektúra

Podpora virtualizácie, kontajnerizácie a horizontálneho škálovania.

# Sietové funkcie 5G Core (5GC)



# Riadenie prístupu a relácií



Registrácia UE,  
autentifikácia,  
mobilita

PDU session  
management, výber  
UPF

Dátový tok doprava

## AMF (Access and Mobility Management Function)

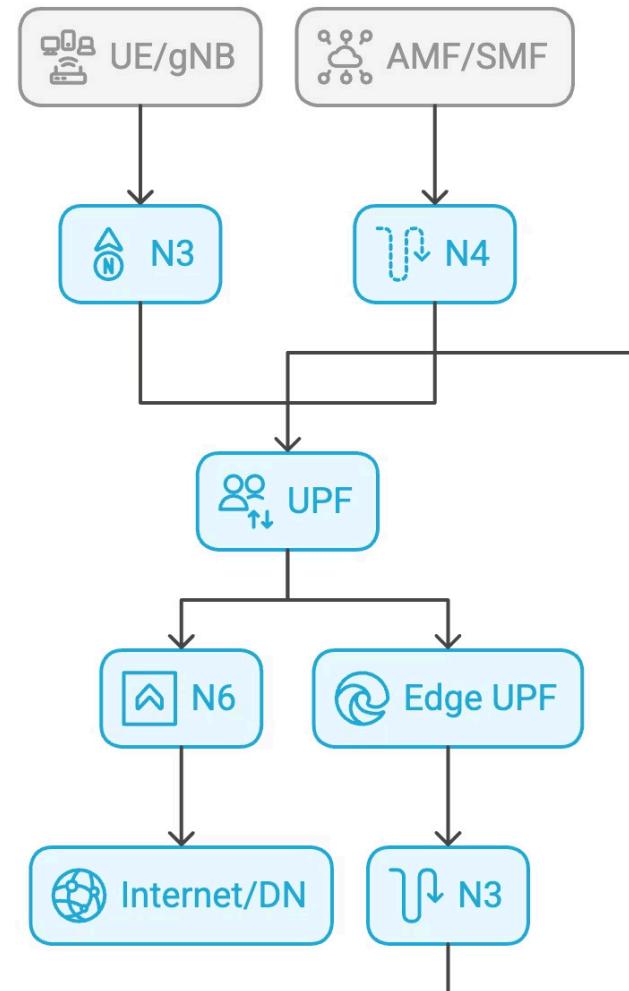
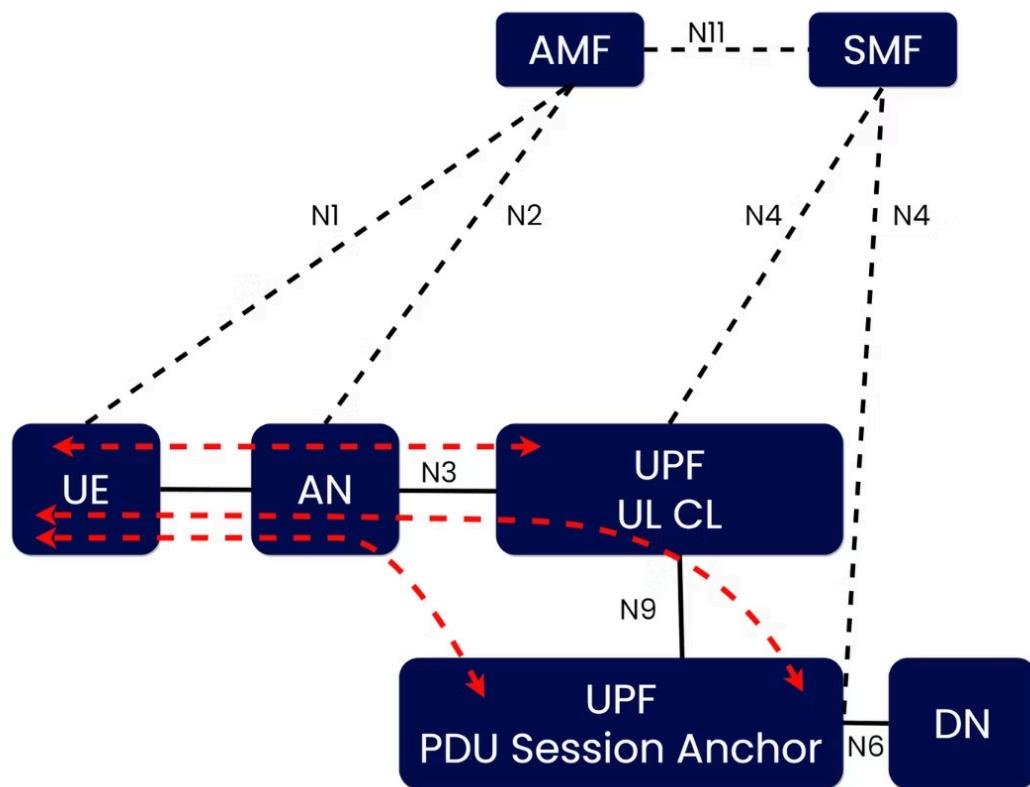
- Registrácia zariadenia (UE) a správa autentifikácie.
- Riadenie mobility používateľa v rámci siete.

## SMF (Session Management Function)

- Manažment PDU relácií (PDU session management).
- Zodpovedá za výber UPF.

# Oddelenie CP a UP (CUPS)

- Control Plane vs User Plane – riadenie vs. prenos dát
- UPF môže byť na edge – bližšie k UE / aplikácii
- Zníženie latencie – kratšia cesta dát, lepší výkon pre low-latency služby



# Bezpečnosť, policy a slicing

## AUSF (Authentication Server Function)

Zabezpečuje autentifikáciu a autorizáciu užívateľských zariadení (UE) v 5G sieti.

## UDM (Unified Data Management)

Spravuje všetky predplatiteľské dátá, profily a autentifikačné informácie.

## PCF (Policy Control Function)

Definuje a aplikuje sieťové politiky pre prístup, mobilitu a PDU relácie.

## NRF (Network Repository Function)

Umožňuje objavovanie a registráciu sieťových funkcií (NF) v 5GC.

## NSSF (Network Slice Selection Function)

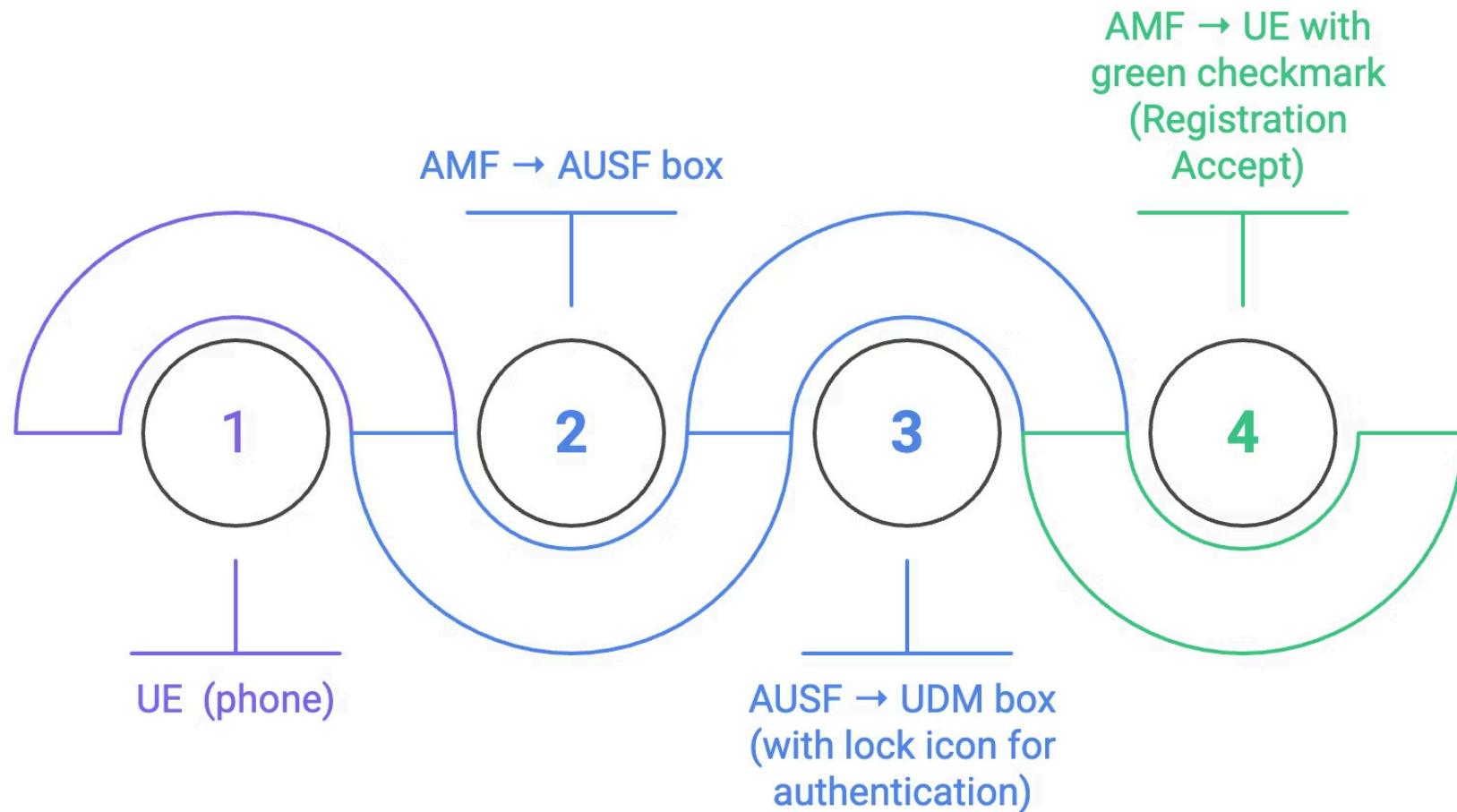
Zodpovedá za výber správneho sieťového "slicu" pre UE na základe jeho požiadaviek.

# Proces registrácie UE v 5G sieti

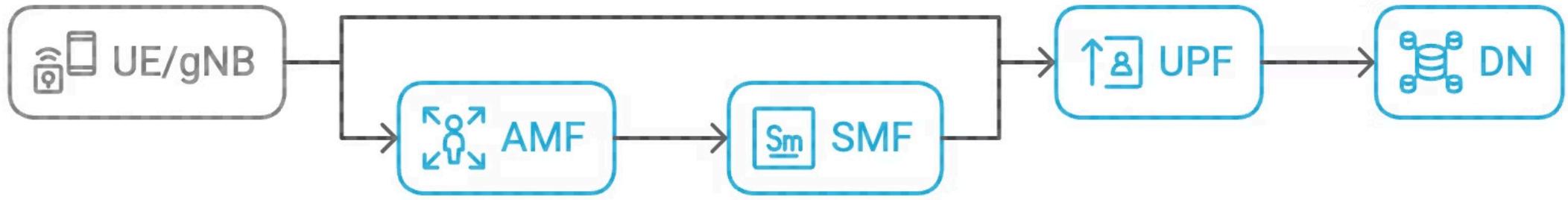
UE → gNB → AMF: Požiadavka o registráciu (Registration Request)

AMF → AUSF → UDM: Overenie identity a autentifikácia (5G-AKA / EAP-TLS)

AMF → UE: Registrácia schválená (Registration Accept) + priradenie GUTI, slice info, security keys

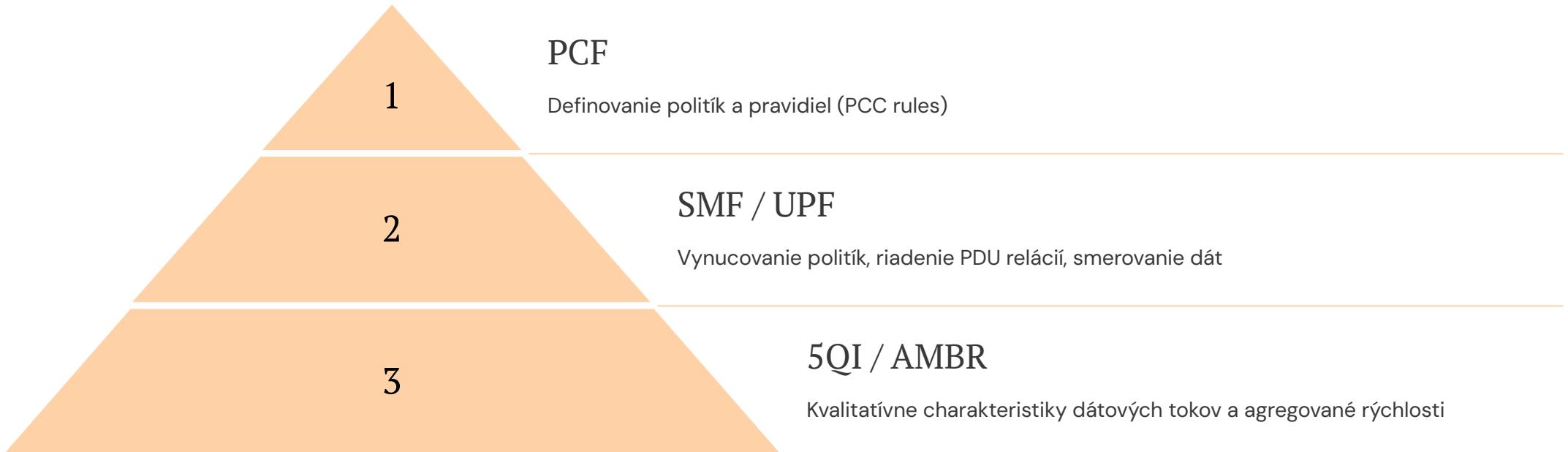


# Nadviazanie dátovej relácie



- **Výber SMF:** Požiadavka na dátovú reláciu (PDU Session Request) prichádza **od UE cez gNB na AMF**. AMF na základe parametrov (napr. DNN, S-NSSAI) vyberie vhodnú funkciu SMF.
- **Výber UPF:** Zvolená SMF preberá riadenie relácie. Na základe polohy používateľa a požiadaviek **na služby (QoS)** SMF vyberie optimálnu funkciu UPF.
- **Konfigurácia a Tunel:** SMF pridelí UE IP adresu a nadviaže **N3 tunel** (pomocou protokolu GTP-U) **medzi gNB a vybranou UPF**. Tým sa vytvorí používateľská rovina pre prenos dát.

# QoS v 5G – Riadenie kvality služby



Táto hierarchia zabezpečuje, že sieť dokáže dynamicky pridelovať zdroje a prioritizovať prevádzku, aby splňala náročné požiadavky aplikácií, ako sú kritické IoT služby alebo AR/VR zážitky s nízkou latenciou.

# Network Slicing

## S-NSSAI = SST + SD

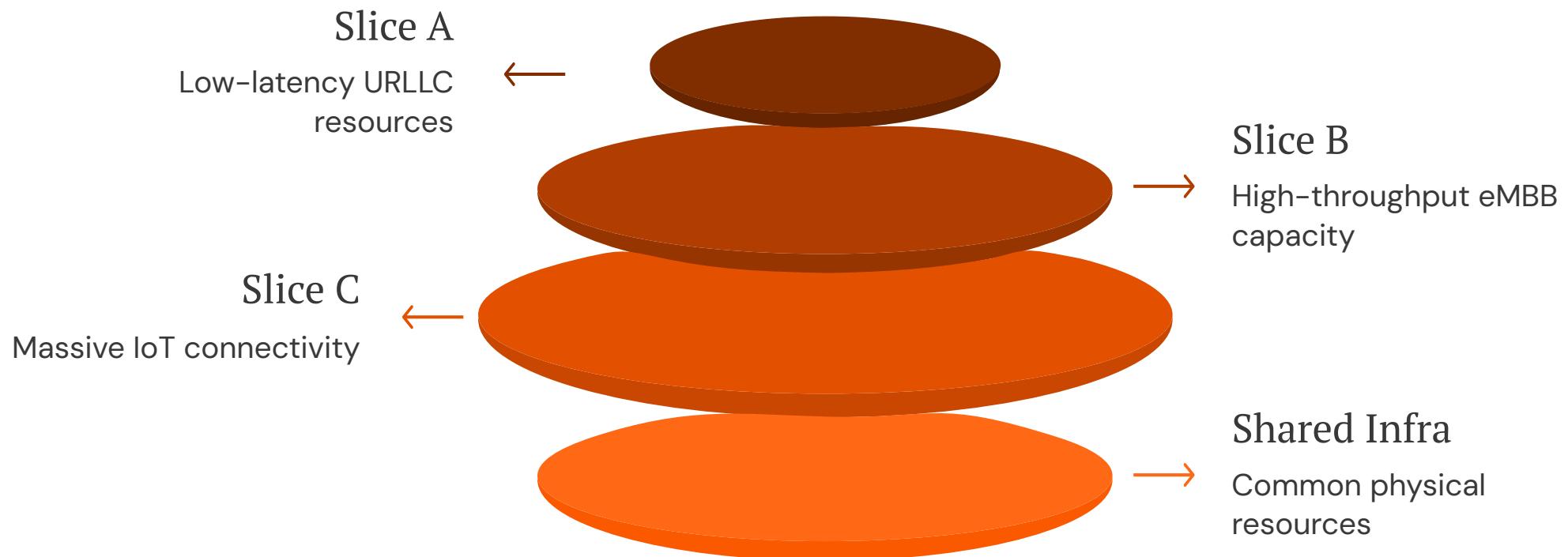
Unikátny identifikátor slicu

## Izolácia a optimalizácia

Samostatné NF inštancie pre izoláciu a optimalizáciu

## Tri typy slicov

eMBB (vysoká priepustnosť), URLLC (nízka latencia), mMTC (masívne IoT)



# 5G-Advanced (Rel-17/18)

## RedCap (Reduced Capability)

**Complexity -70%, Power efficient**

Zariadenia so **zníženou komplexnosťou** pre IoT, wearables, priemyselné senzory. **Max šírka pásma 20 MHz (FR1)**, nižšia spotreba energie.

## NTN (Non-Terrestrial Networks)

**Satelitné pokrytie, globálna dostupnosť**

Integrácia **satelitov a vysokových platoform**. Rozšírené pokrytie v odľahlých oblastiach, zvýšená spoľahlivosť.

## Network Intelligence (AI/ML)

**Autonómne operácie, optimalizácia**

Pokročilé **AI/ML algoritmy v RAN a Core**. Automatická optimalizácia, predikcia problémov, úspora energie a inteligentné riadenie.

# Kľúčové myšlienky – Záver

 Architektonická transformácia

**5G = kompletná zmena**

Od monolitických sietí k flexibilnej, programovateľnej infraštruktúre

 Cloud-native + SBA

**Service-Based Architecture**

Modulárne sietové funkcie, API-driven, agilné nasadenie a škálovanie

 CUPS + Edge Computing

**Nízka latencia**

Oddelenie CP a UP, UPF na okraji siete, optimalizácia dátovej cesty

 Network Slicing  
**Nový biznis model**

Virtuálne izolované slicey pre rôzne scenáre (eMBB, URLLC, mMTC)

**5G nie je len rýchlejšie – je to úplne nová sieť**

# Ďakujem za pozornosť!

---

Prezentácia pokrýva kľúčové aspekty **5G architektúry** – od **NG-RAN** až po **Network Slicing**. Všetky zdroje, špecifikácie a ďalšie materiály nájdete v QR kóde vedľa.

Ďakujem za vašu pozornosť a záujem o budúcnosť mobilných sietí!

Všetky zdroje  
Naskenuj QR kód

