

# Tehnologia 5G

## Curs 10 SC

- I. Evoluția spre noile tehnologii
- II. Schimbări aduse în tehnologia 5G
- III. Noțiuni introductive
- IV. Structura radio – Radio Network
- V. Funcțiile rețelei – Core Network
- VI. Interfețele rețelei

### I. Evoluția spre noile tehnologii

Standardele celulare mobile de prima generație au fost implementate în 1981 sunt numite standarde analogice. Apoi, în 1991, sistemul 2G global pentru comunicații mobile (GSM) a fost implementat la nivel internațional și permite transmisia digitală.

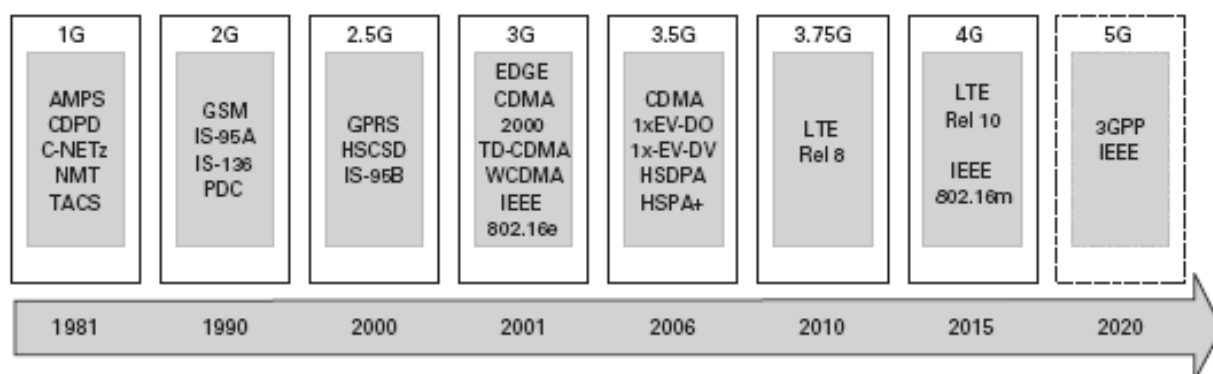


Fig.1 - Evoluția rețelelor celulare de comunicații

În anul 2015, au fost instalate rețelele 4G și sunt în prezent utilizate pe scară largă în întreaga lume, oferind date la 100Mbps pentru utilizatorii cu mobilitate ridicată și 1 Gbps pentru utilizatorii staționari. Datorită faptului că cererea ratelor de transfer a crescut ca urmare a creșterii traficului video și streaming-ului video de înaltă definiție (FHD, 4K și mai nou 8K), era necesară introducerea rețelei 5G, care va furniza rețele celulare pentru a corespunde ratelor de date cu întârzieri foarte mici. Implementarea rețelei 5G la noi în țară a fost posibilă începând din 2019-2020.

Conceptul de sistem privind integrarea blocurilor de tehnologie avansată este factorul decisiv pentru succesul 5G. Numai evoluția rețelelor actuale nu este suficientă pentru a îndeplini cerințele dificile, sunt necesare evoluții în ambele rețele, de acces radio și nucleu.

1G	2G	3G	4G	5G
1981	1992	2001	2010	2020(?)
2 Kbps	64 Kbps	2 Mbps	100 Mbps	10 Gbps
Basic voice service using analog protocols	Designed primarily for voice using the digital standards (GSM/CDMA)	First mobile broadband utilizing IP protocols (WCDMA / CDMA2000)	True mobile broadband on a unified standard (LTE)	'Tactile Internet' with service-aware devices and fiber-like speeds
				

Fig.2 – Evoluția și miniaturizarea terminalelor mobile

## II. Schimbări aduse de tehnologia 5G

Cea de-a cincea generație de rețele fără fir abordează evoluția dincolo de internetul mobil către IoT masiv (Internet of Things) începând cu 2019/2020. Evoluția principală comparativ cu 4G și 4.5G (LTE advanced) de astăzi este că, dincolo de îmbunătățirile de viteză a datelor, IoT și cazurile de utilizare critică a comunicațiilor vor necesita un nou nivel de performanță, îmbunătățit.

- De exemplu, latența scăzută este ceea ce oferă o interactivitate în timp real pentru serviciile care folosesc cloud: aceasta este esențială pentru succesul mașinilor autonome.
- 5G vs 4G înseamnă, de asemenea, cel puțin x100 de dispozitive conectate. 5G trebuie să poată suporta 1 milion de dispozitive pentru 1 km<sup>2</sup>.
- De asemenea, consumul redus de energie este ceea ce va permite obiectelor conectate să funcționeze luni sau ani fără a fi nevoie de asistență umană.

Spre deosebire de serviciile IoT actuale care fac compromisuri de performanță pentru a obține cele mai bune tehnologii wireless actuale (3G, 4G, WiFi, Bluetooth, Zigbee, etc ...), rețelele 5G sunt proiectate pentru a aduce nivelul de performanță necesar pentru IoT masiv. Aceasta va permite o lume conectată pe deplin și omniprezent percepută.

**Latența** este timpul necesar pentru dispozitive pentru a răspunde reciproc prin rețeaua fără fir. Rețelele 3G au avut un timp de răspuns tipic de 100 de milisecunde, 4G este de aproximativ 30 de milisecunde și 5G ajunge la nivelul de **1 milisecundă**. Aceasta este deschiderea practic către o nouă lume a aplicațiilor conectate în care timpul de răspuns este variabila critică impusă de o aplicație.

Așadar, tehnologia 5G va permite conectarea instantanee a miliarde de dispozitive, în special prin aplicații din domeniul IoT, cât și o lume conectată cu adevărat.

Evoluția latenței :

- Sisteme 4G – latența 20-30 ms
- Sisteme 5G – latența 4-5 ms
- Sisteme 5G URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communications) – **1 ms**

Astfel, se pot dezvolta aplicații precum :

- Aplicații pentru casele inteligente

- Aplicații mobile ce necesită viteză mare și latență mică
- Dezvoltarea Realității Virtuale (VR-holograme live)
- Dezvoltarea educației la distanță
- Eficientizarea și contorizarea inteligentă a energiei
- Aplicații medicale (roboti pentru operații ce necesită o latență mică)
- Dezvoltarea industriei automobilelor autonome ce necesită o comunicare de viteză cu latență mică.

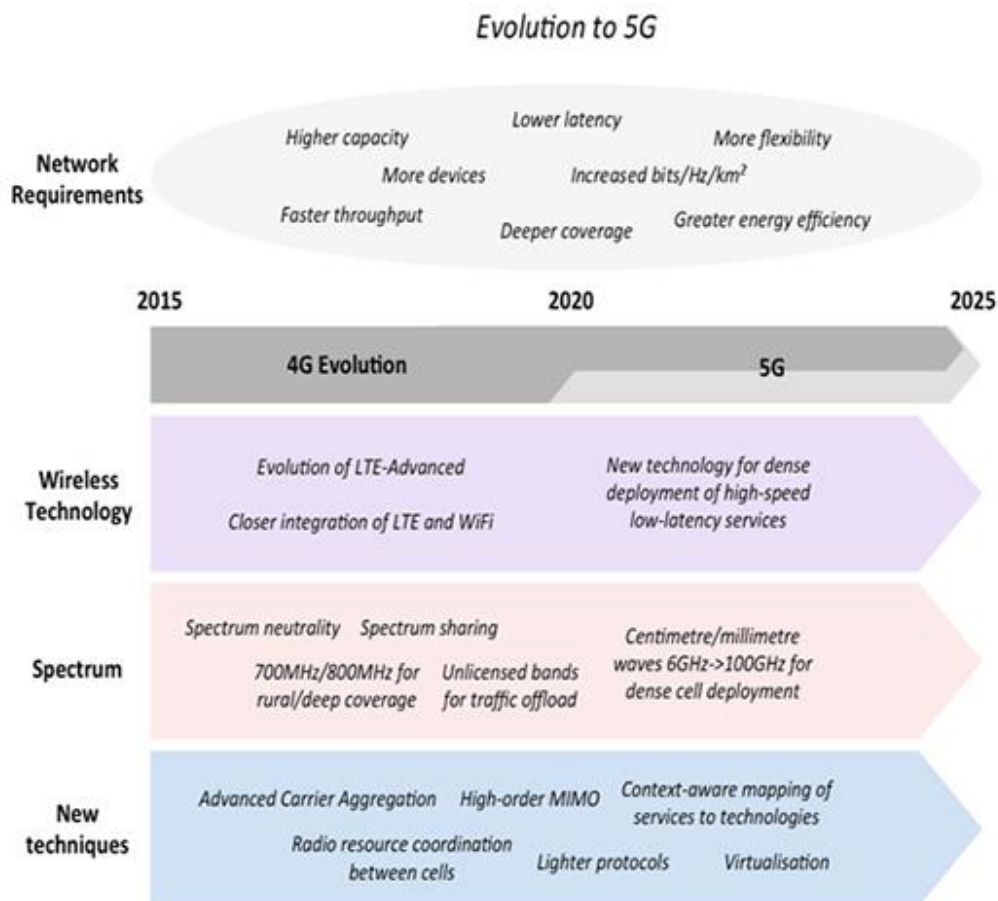


Fig.3 - Diagrama bloc a evoluției de la 4G la 5G

#### **Tehnologia 5G este bazată pe 8 cerințe de bază:**

- Rata de transfer date de până la 10 Gbps -> 10 - 100x îmbunătățire față de rețelele 4G și 4.5G
- Latență de 1 milisecundă
- Lățime de bandă 1000x pe unitate de suprafață
- Număr până la 100x de dispozitive conectate pe unitate de suprafață (în comparație cu 4G LTE)
- 99,999% disponibilitate
- 100% acoperire
- Reducere cu 90% a consumului de energie al rețelei
- Durată de viață a bateriei de până la 10 ani pentru dispozitivul IoT cu putere redusă

**În particular, rețeaua 5G are:**

- conectivitate pentru oameni și lucruri;
- conectivitate a mașinii;
- benzi noi de frecvențe și regimuri de reglementare;
- funcțiile rețelei includ mobilitatea și securitatea;
- integrarea distribuției conținutului;
- software-ul definește noi rețele - SDN;
- virtualizarea funcției de rețea.

**Mobile Network Architecture** - sunt necesare schimbări semnificative atât în rețeaua de bază (**Core Network - Core**) cât și în rețeaua de acces radio (**Radio access Network - RAN**) pentru a furniza latență scăzută.

**Core Network Changes** - Cu rețeaua de bază și semnalizare re-proiectate și arhitectura cu servere distribuite, cheia este de a muta conținutul cât mai aproape de utilizatorul final pentru a scurta calea între dispozitive pentru aplicații critice. Exemple bune sunt serviciile video la cerere. În cazul în care este posibil, se poate stoca o copie sau „cache” de conținut popular în serverele locale de streaming, astfel încât timpul de acces să fie mai rapid.

**Radio Access Network Changes** - Pentru a realiza o latență scăzută, rețeaua de acces radio (RAN) a fost reconfigurată într-un mod extrem de flexibil, bazată pe software configurabil pentru a sprijini diferite caracteristici ale tipurilor de servicii pe care le are în vedere noul sistem 5G.

Latența scăzută și fiabilitatea ridicată pe interfața radio necesită tehnici noi pentru a minimiza întârzierile de timp, în cadrul unui TTI (interval de timp de transmisie), împreună cu codificare robustă pentru a atinge un grad înalt de fiabilitate și siguranță.

Implementarea unui RAN virtual, dinamic și configurabil permite rețelei să aibă o latență foarte scăzută și randament ridicat, dar, de asemenea, permite rețelei de telefonie mobilă să se adapteze la schimbările de trafic, la defecțiunile de rețea și noilor cerințe de topologie.

În noua arhitectură va exista o ruptură RAN 4G / 5G în cazul în care planul de utilizator (5G) și planul de control (4G) sunt separate. Acest lucru necesită separarea de hardware de uz general și hardware de rețea specializat. Funcționalitatea de hardware de uz general (nodurile) este adaptată pentru funcțiile de rețea virtuală (NFV – Network Function Virtualisation), în cazul în care hardware-ul specializat în RAN devine configurabil dinamic.

### **III. Noțiuni introductive**

Tehnologia 5G este a cincea generație de tehnologie de rețea celulară. Asociația din sectorul 3GPP definește orice sistem folosind "5G NR" (**5G New Radio**) ca "5G". În plus față de serviciile tradiționale oferite de operatorii mobili, 5G NR abordează, de asemenea, cerințe specific superioare pentru rețelele de telefonie mobilă private, variind de la IoT la comunicații critice. 5G a fost conceput pentru a satisface creșterea foarte mare de date și conectivitatea

În societatea modernă de astăzi, internetul obiectelor cu miliarde de dispozitive conectate și inovațiile de mâine.

Tehnologia 5G se rezumă în principal la utilizarea mai eficientă a spectrului radio (Radio Access) și la a permite mai multor dispozitive să acceseze același internet mobil în același timp. Inițial, va funcționa în strânsă legătură cu rețelele existente (în principiu cu 4G) înainte de evoluție către rețele complet independente în versiunile ulterioare și extinderi de acoperire.



Fig.4 - Privire generală concept 5G

Sunt multe tehnologii noi care ar putea fi aplicate – însă standardele nu au fost stabilite încă pentru toate protocoalele 5G.

Benzile de frecvență înaltă – 3,5GHz până la 26GHz și chiar mai mult – au o mai mare capacitate, însă undele lor mai scurte determină o rază de acțiune mai scurtă și sunt blocate mai ușor de obiecte fizice.

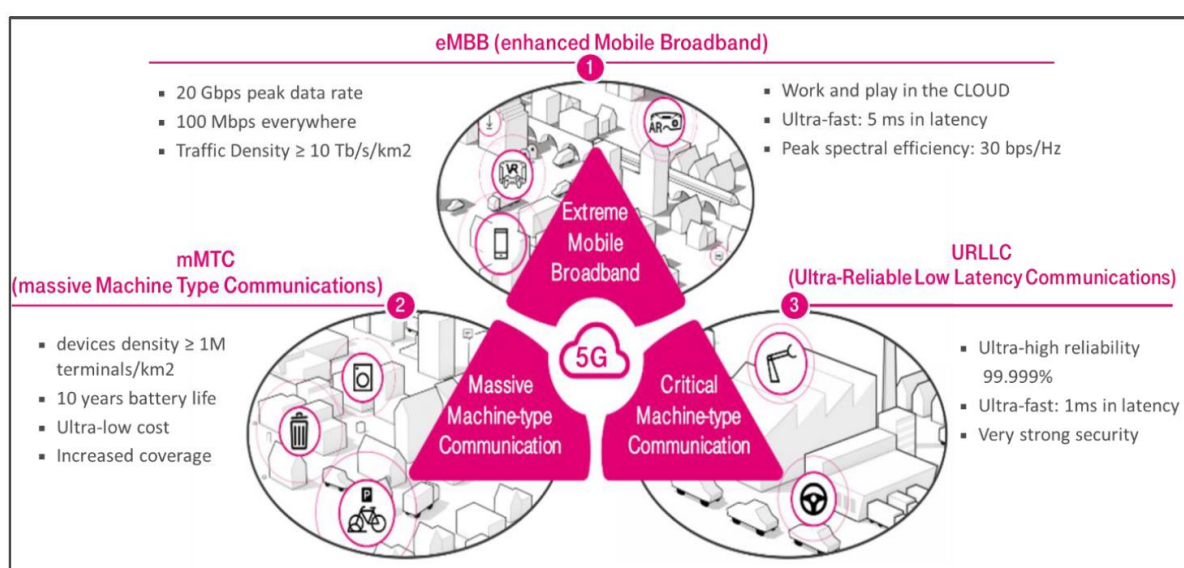
Deci, tehnologia 5G ar putea însemna mai mulți transmițători și receptori pentru unde milimetrice, astfel încât ar permite o densitate mai mare a utilizării. Însă acest lucru este scump, iar companiile de telecomunicații nu sunt încă dedicate în totalitate acestei variante.



Fig.5 - Domenii (în dezvoltare) deservite de către 5G

Există trei categorii majore de cazuri de utilizare pentru 5G:

1. **Massive machine to machine communications** - numit, de asemenea, internetul obiectelor (IoT), care implică conectarea a miliarde de dispozitive fără intervenție umană. Aceasta are potențialul de a revoluționa procese și aplicații industriale moderne, inclusiv agricultura, de fabricație și de comunicații de afaceri.
2. **Ultra-reliable low latency communications** - misiune critică, inclusiv de control în timp real a dispozitivelor, robotică industrială, comunicații între vehicule și sisteme de siguranță, conducere autonomă și rețele de transport mai sigure. Comunicațiile cu latență redusă, de asemenea, deschid o nouă lume în care sunt posibile îngrijiri medicale la distanță, proceduri și tratamente.
3. **Enhanced mobile broadband (eMBB)** - oferă mult mai rapid date de viteză mare și o mai mare capacitate de menținere conectată a lumii. Noile aplicații vor include acces fix la internet wireless pentru case, aplicații de difuzare în aer liber, fără a fi nevoie de utilitare de difuzare, precum și o mai mare conectivitate pentru oamenii în mișcare.



Cea mai rapidă viteză reală pe care o oferă rețelele 4G în acest moment este în medie de aproximativ 45 MB/s, deși industria încă speră să ajungă la viteza gigabyte (1GB/s). Rețelele

pure 5G vor putea ajunge la viteze mai mari, viteza de descărcare standard fiind de cel puțin 1 GB pe secundă. Benzile de frecvență mai redusă (600-800 MHz) sunt mult mai bune pentru distanțele lungi, așa încât operatorii de rețea se vor concentra pe îmbunătățirea acoperirii 4G LTE, în paralel cu lansarea 5G.

Primele inițiative de 5G se vor concentra pe eMBB și pe cele fixe wireless, care utilizează multe dintre aceleași capacități ca și eMBB. 5G va utiliza spectrul în gama de frecvențe LTE existente (600 MHz până la 6 GHz) și, de asemenea, în benzile milimetrice (24-86 GHz). Tehnologiile 5G trebuie să satisfacă cerințele ITU IMT-2020 și / sau versiunea 3GPP 15; în timp ce IMT-2020 specifică rate de date de 20 Gbit / s, viteza de 5G în benzile sub-6 GHz este similară cu cea a 4G.

Următorii opt parametri sunt capacități cheie pentru IMT-2020 5G:

Capacitate	Descriere	5G țintă	Scenariul de utilizare
Viteza datelor de vârf	Rata maximă de date realizabilă	20 Gbit/s	eMBB
Rata de date experimentată de utilizator	Rata de date realizabilă în zona de acoperire	1 Gbit/s	eMBB
Latență	Contribuția rețelei radio la timpul de călătorie al pachetelor	1 ms	URLLC
Mobilitate	Viteza maximă pentru transferul și cerințele QoS	500 km/h	eMBB/URLLC
Densitatea conexiunii	Numărul total de dispozitive pe unitate de suprafață	10 <sup>6</sup> /km <sup>2</sup>	MMTC
Eficiența energetică	Datele trimise/primate pe unitatea de consum de energie (pe dispozitiv sau rețea)	Egal la 4G	eMBB
Eficiența spectrului	Cantitatea de intrare per unitate de bandă wireless și pe celula de rețea	3-4x 4G	eMBB
Capacitatea de trafic pe zonă	Trafic total în zona de acoperire	10 (Mbit/s)/m <sup>2</sup>	eMBB

Tabel 1.Cerinte sistem tehnologie 5G



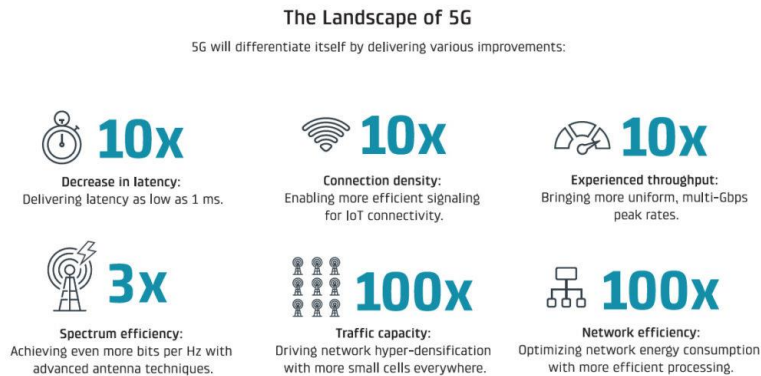


Fig.6 – Performante sistem 5G

## IV. Structura radio

Rețelele 5G sunt rețele digitale celulare, în care zona de servicii acoperită de furnizori este împărțită în mici zone geografice (celule). Semnalele analogice de interes pentru utilizator (payload) reprezentate de sunete, imagini și text sunt digitalizate în telefon, convertite de un convertor analogic în digital și transmise ca un flux de biți. Această tehnologie respectă principiile clasice ale unei rețele mobile celulare cunoscute, precum 4G. Antenele locale sunt conectate la rețeaua de telefonie și la internet printr-o conexiune de fibră optică cu bandă mare sau conexiune de backhaul (punct de acces în rețeaua backbone) wireless.

Standardele includ utilizarea de unde milimetrice pentru 5G. Undele milimetrice au o rază mai mică de acțiune decât microundele, de aceea celulele au dimensiuni mai mici. Prin folosirea undelor milimetrice, sunt introduse și o serie de variabile sensibile în partea de propagare radio a undelor electromagnetice.

Atenuarea undelor milimetrice este introdusă de următorii factori :

- Pierderea puterii semnalului în spațiul liber - (depinde de frecvența purtătoare și distanța la care are loc comunicația)
- Atenuarea atmosferică – (se datorează moleculelor de gaz din atmosferă ce absorb energia undei electromagnetice)
- Atenuarea introdusă de ploaie – rain fading (este cauzată de interacțiunea dintre picăturile de ploaie și unda propagată)
- Atenuarea datorată vegetației - (prezența vegetației între emițător și receptor ce adaugă atenuare suplimentară semnalului și poate afecta grav calitatea serviciilor)
- Atenuarea materialelor – (principala problema care nu poate fi controlată datorită arhitecturii urbane și a densității mari de construcții Fig.4)
- Atenuare prin mecanismele de propagare – reflexia, refracția și împrăștierea sunt principalele variabile
- Efectul Doppler – datorita vitezei de deplasare a ME în spațiul geografic.



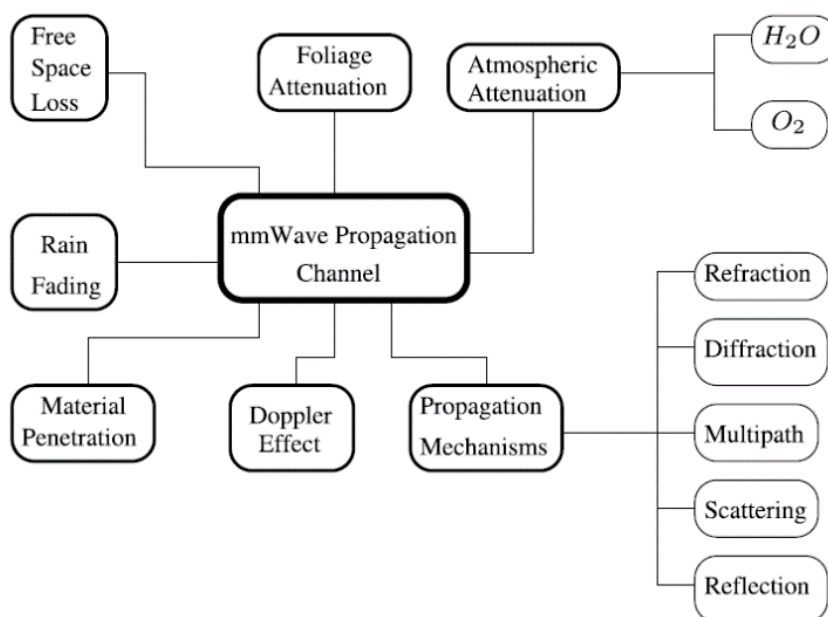


Fig.7 – Caracteristica de propagare a undelor milimetrice

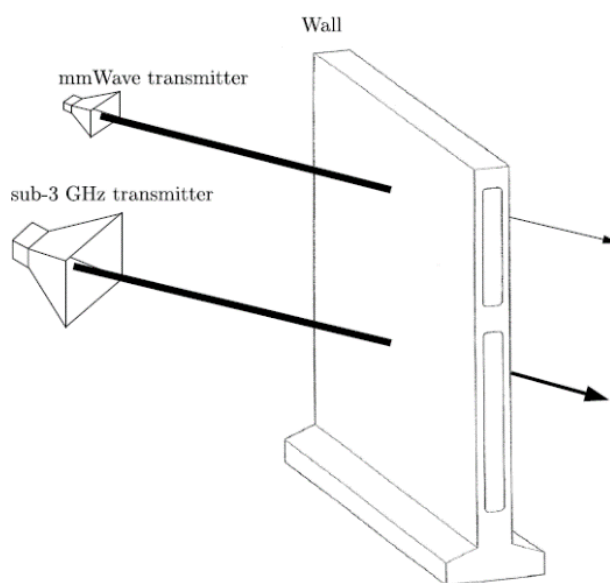


Fig.8 Penetrare material în funcție de frecvență

Antenele de unde milimetrice sunt din punct de vedere al dimensiunilor mai mici decât antenele mari utilizate în general în rețelele celulare anterioare. Acestea au o dimensiune de doar câțiva centimetri.

O altă tehnică folosită pentru creșterea ratei de transfer este **Masive MIMO** (Masiv Multi-Input Multiplu-Output). Fiecare celulă va avea mai multe antene care comunică cu dispozitivul terminal (UE), astfel mai multe fluxuri de date de date vor fi transmise simultan, în paralel. Prin formarea fasciculului (beamforming), DSP-ul (computerul) stației de bază va calcula continuu cea mai bună rută pentru ca undele radio să ajungă la fiecare dispozitiv terminal și să organizeze mai multe antene pentru a lucra împreună ca și un cluster (antenna

array) în fază pentru a crea fascicule de unde milimetrice. Noile terminale 5G au, de asemenea, capacitate 4G, deoarece noile rețele folosesc 4G pentru stabilirea inițială a conexiunii cu celula, precum și în locațiile în care accesul 5G nu este disponibil.

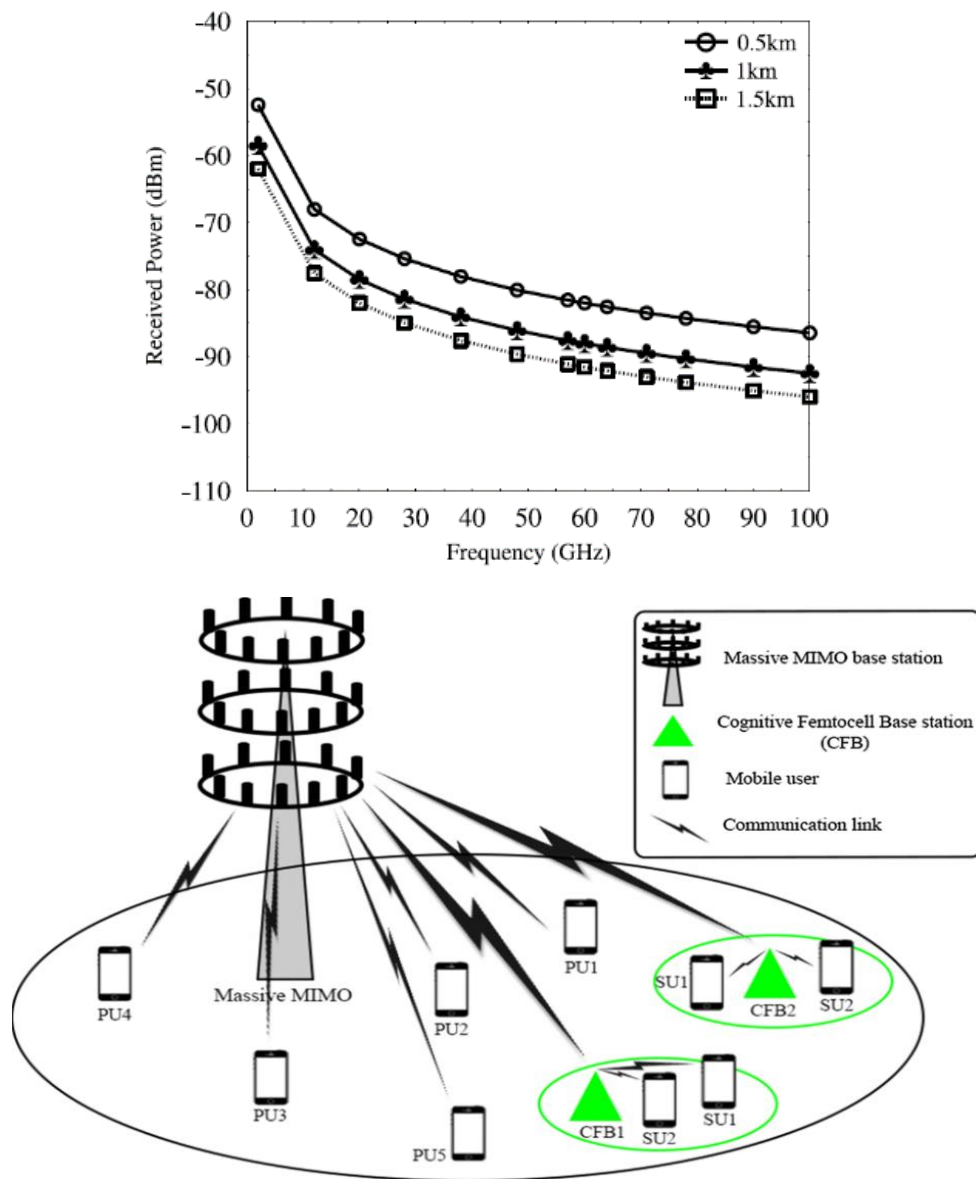


Fig.9 Topologia Masive MIMO

După cum s-a precizat mai sus, densitatea de terminale care poate fi suportată de 5G este de până la un milion de dispozitive pe kilometru pătrat, în timp ce 4G acceptă doar până la 100.000 de dispozitive pe kilometru pătrat. Așadar, prin intermediul tehnologiei 5G și noua versiune de protocol IPv6 putem extinde conectivitatea existentă a obiectelor.

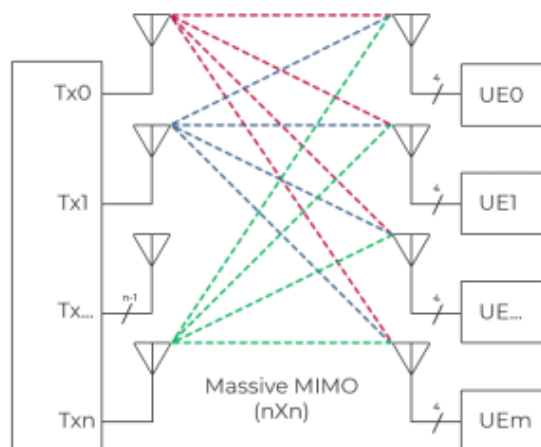


Fig.10 Multiple conexiuni Massive MIMO cu UE

În multe țări benzile de frecvență inițiale pentru 5G sunt sub 6 GHz (în multe cazuri, în benzile de 3,3-3,8 GHz) și frecvențe similare cu rețelele de telefonie mobilă și Wi-Fi existente. Spectrul de frecvențe suplimentar pentru dispozitive mobile de peste 6 GHz, inclusiv benzile 26-28 GHz adesea menționat ca milimetrice (mmWave), va oferi în mod semnificativ o capacitate mai mare în comparație cu tehnologiile mobile actuale. De asemenea, este de așteptat faptul că va exista în viitor reutilizarea spectrului existent de bandă joasă pentru 5G, deoarece rețelele mai vechi scad în utilizare. Spectrul sporit din banda mmWave va oferi o acoperire locală, deoarece acestea funcționează numai pe distanțe scurte. Dezvoltările 5G pot utiliza frecvențe mmWave în benzi de până la 86 GHz.

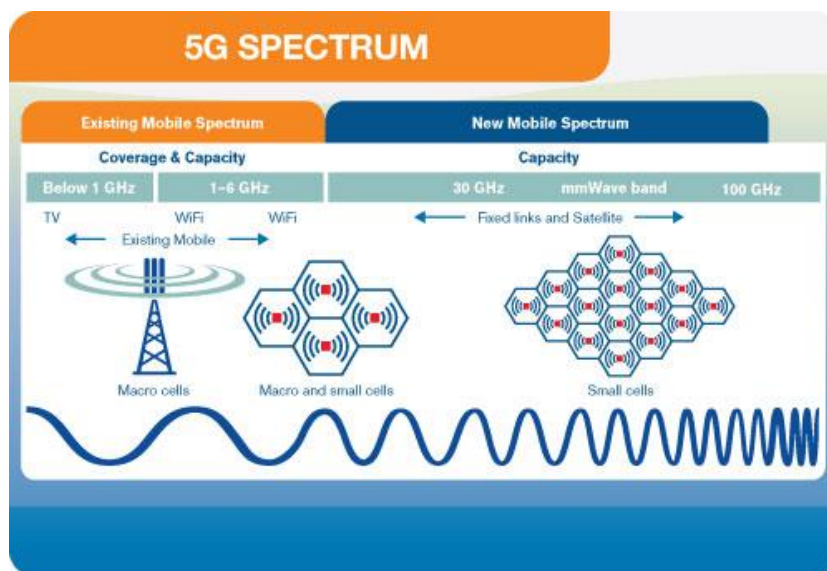


Fig 12. – Spectru 5G

Echipamentele pentru utilizator, inclusiv telefoane mobile și dispozitive aferente vor avea, de asemenea, tehnologia MIMO încorporată în dispozitiv pentru frecvențele mmWave.

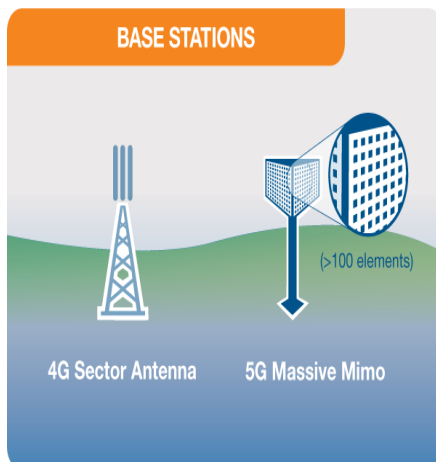


Fig 13. Stație de bază

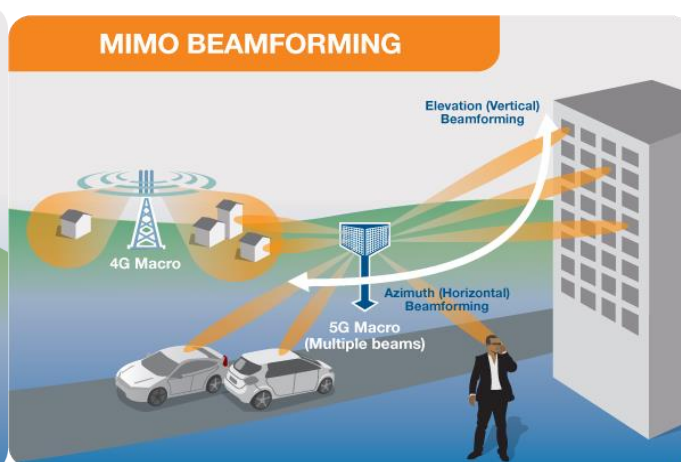


Fig.14. MIMO beamforming

Beam steering (direcționarea fasciculului) - este o tehnologie care permite antenei massive MIMO a stației de bază să focalizeze semnalul radio către utilizatori și dispozitive, nu în toate direcțiile. Tehnologia de direcționare a fasciculului utilizează algoritmi avansați de procesare a semnalului pentru a determina cea mai bună cale pentru semnalul radio, pentru a ajunge la utilizator. Acest lucru crește eficiența deoarece reduce interferențele (semnale radio nedorite).

Ca și în alte rețele celulare, un dispozitiv mobil (ME) care trece de la o zonă geografică deservită de o celulă la alta este automat „predat” de către vechea celulă și „preluat” fără probleme de către noua celulă. Handover-ul este pe cat posibil de evitat, sau optimizat astfel încât sesiunea utilizatorului să nu fie afectată.

Tehnologia 5G propune spre implementare un nou concept de handover, datorită celulelor foarte dense cu capacitate avansată de formare a fasciculului. Spre deosebire de metoda convențională, noul tip de handover propune un control al transferurilor între stațiile de bază (BS) folosind o **variabilă RL (Reinforcement Learning)** centralizată. Ideea principală a acestui algoritm este că procesul de handover este declanșat de stația de bază prin metoda de difuzare atunci când puterea fasciculului de acces a nodului țintă este mai mare decât puterea stației de bază în care se află ME, pentru o durată mai mare decât parametrul de declanșare. Această variabilă rezultă din postprocesarea unor algoritmi complecși, prelucrați prin intermediul rețelelor neuromorfe care prin RL pot optimiza procesul de handover. În tot procesul de handover, Reinforcement Learning are rolul de a optimiza procesul prin învățare repetitivă a modului în care acesta are loc.

Decizia (ce ține seama și de câștigul de putere al receptorului UE) ce favorizează handover-ul poate fi luată pe baza uneia sau mai multor valori ce trebuie monitorizate:

- Downlink-throughput (rata de transfer de la BS la ME)
- Up-link-throughput (rata de transfer ME la BS )
- Puterea semnalului recepționat
- SNR-ul fasciculului după predare

Rețeaua de acces radio - este formată din diferite tipuri de entități ce facilitează accesul radio al utilizatorului prin intermediul UE la rețeaua de bază principală, și anume: celulele radio, pilonii și piloneții, antenele, etc.

Celulele mici (micro, nano, pico și femto) vor fi o caracteristică majoră a rețelelor 5G în special pentru unde milimetrice, unde frecvențele sunt alocate pentru conexiuni scurte ca durată de timp. Pentru a oferi o conexiune continuă, celulele mici vor fi grupate în clustere.

**Macro** celulele vor folosi antene MIMO. Beneficiul utilizatorilor este faptul că mai multe persoane se pot conecta simultan la rețea și faptul că rețeaua menține debitul mare. În cazul în care antenele MIMO folosesc un număr mare de elemente (masive MIMO), dimensiunea lor fizică este similară cu cea de la 3G și 4G. Numărul de elemente de antenă poate fi 128, 256 sau mai mult.

Împreună cu multiplexarea spațială în 5G, pot fi utilizate variațiile tehnologiei N-OFDM pentru a crește eficiența spectrală.

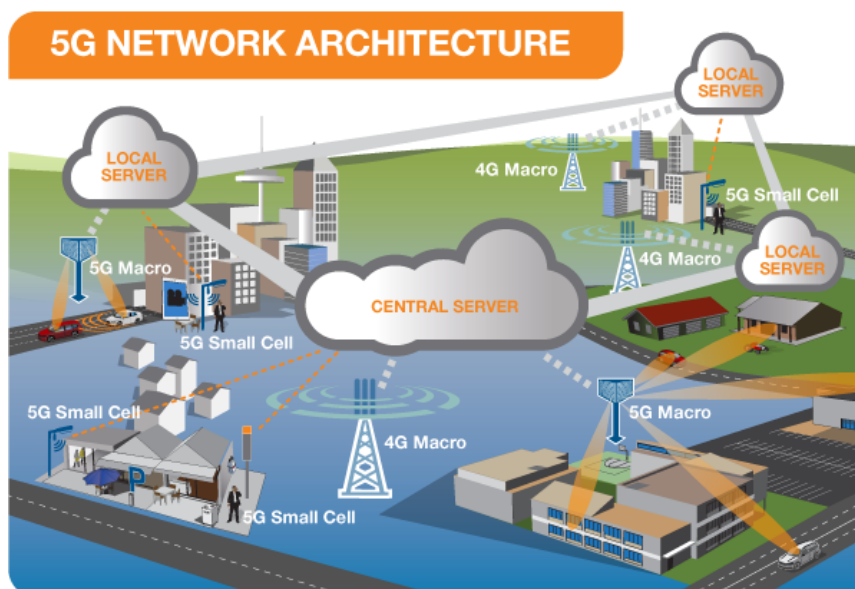


Fig.15 - Tehnologia 5G - arhitectura generală (tipuri de celule)

Pentru 5G, rețeaua de bază (nucleu) este în curs de proiectare (standardizată parțial) pentru o integrare mai bună cu serviciile de internet și cloud, ea urmând să includă servere locale în întreaga rețea pentru îmbunătățirea timpilor de răspuns (reducerea latenței).



Fig.16 - Exemplu de server local într-o rețea 5G (pentru conexiune rapidă)

## V. Funcțiile rețelei

La întâlniri, 3GPP a ajuns la un acord pentru arhitectura de rețea 5G fără roaming (e.g.). Arhitectura rețelei de referință convenită este prezentată în figura următoare, conform 3GPP TR 23.799.

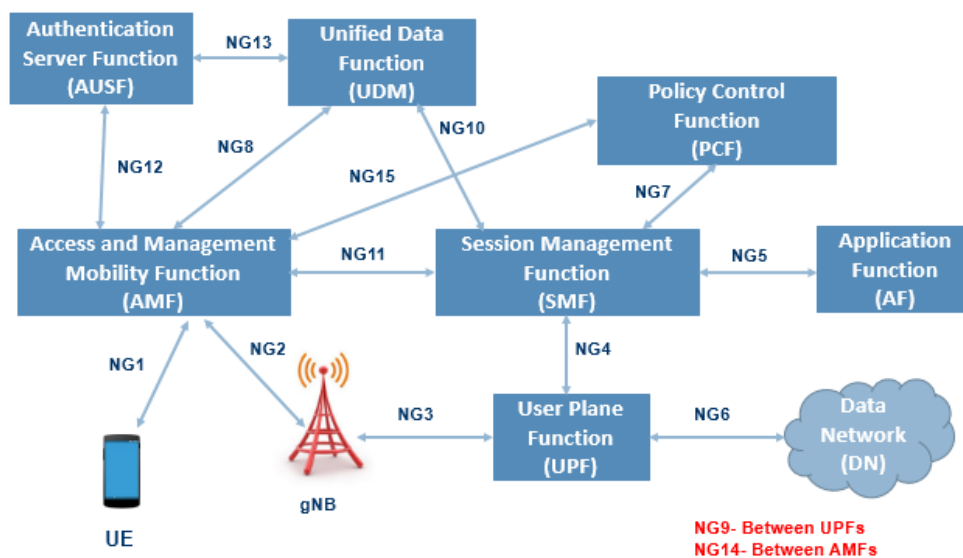


Fig.17 – Funcțiile rețelei

- User Equipment - (UE)
- Next Gen Node Base station -(gNB)

### User plane Function (UPF) – Planul UTILIZATOR

- QoS pentru planul user
- Rutare de pachete și redirectionare
- Controlul pachetelor și aplicarea regulilor de politică
- Interceptarea legală (Planul de utilizare)
- Contorizare și raportare de trafic

- Punct de acces pentru mobilitate intra-inter-RAT (dacă este cazul)
- Suport pentru interacțiunea cu DN extern – (transportul semnalizări pentru autorizarea / autentificarea sesiunii PDU prin DN)

### **Core Access and Mobility Management Function (AMF) – Accesul în rețea și funcția de mobilitate**

- Terminație pentru interfața RAN Control Plane (NG2)
- Terminație pentru NAS (NG1), criptarea NAS și protecția integrității
- Managementul mobilității
- Interceptarea legală (pentru evenimentele AMF și interfața cu sistemul legal de interceptare)
- Proxy transparent pentru rutarea autentificării accesului și a mesajelor SM
- Autentificare de acces
- Autorizație de acces
- Funcția de ancoră de securitate (SEA): interacționează cu UDM și UE, primește cheia intermediară care a fost stabilită ca urmare a procesului de autentificare al UE; în cazul autentificării bazate pe USIM, AMF preia datele de securitate din UDM
- Managementul contextului de securitate (SCM): primește o cheie de la SEA pe care o folosește pentru a obține chei specifice rețelei de acces

### **Session Management Control Function (SMF) – Funcția de control și gestiune a sesiunii**

- Managementul sesiunilor
- Alocarea și gestionarea adreselor IP UE (inclusiv autorizarea opțională)
- Selectarea și controlul funcției plan de utilizator
- Terminația interfețelor către funcțiile de control a politicii și de încărcare
- Controlul unei părți legislative și a politicilor de QoS
- Interceptarea legală (pentru evenimentele de gestionare a sesiunilor și interfața cu sistemul de interceptare legală)
- Terminația părților de gestionare a sesiunilor și a mesajelor NAS
- Notificări pe downlink
- Inițiatorul informațiilor specifice de gestionare a sesiunii din Nodul de acces, trimise către AMF prin NG2 către Nodul de acces
- Funcționalitate în roaming
- Gestionarea executării locale pentru aplicarea SLA-urilor QoS (VPLMN)
- Încărcarea colectării datelor și a interfeței de încărcare (VPLMN)
- Interceptare legală (în VPLMN pentru evenimente de gestionare a sesiunilor și interfață cu sistemul de interceptare legală)

**Data Network (DN):** Servicii de operator, acces la Internet sau alte servicii

**Authentication Server Function (AUSF) – :** Efectuează procese de autentificare cu UE

**Unified Data Management (UDM) :**

- Authentication Credential Repository and Processing Function (ARPF) : această funcție stochează datele de securitate pe termen lung utilizate în autentificare pentru AKA



– Stocarea informațiilor despre abonament

**Policy Control Function (PCF) – Funcția de control a politicii**

– Înființarea cadrului de politică pentru gestionare comportamentului rețelei

– Reguli de politică pentru controlul funcțiilor (planurilor)

**Application Function (AF) – Solicită politici dinamice și / sau control de tarificare**

**VI. Interfețele rețelei**

Similar cu alte rețele vechi, interfețele rețelei sunt enumerate mai jos:

- NG1: Punct de referință între **UE** și funcția de gestionare a accesului și a mobilității **AMF**
- NG2: Punct de referință între **gNB** funcția de gestionare a accesului și a mobilității **AMF**
- NG3: Punct de referință între **gNB** și funcția User plane (**UPF**)
- NG4: Punct de referință între Session Management function (**SMF**) și funcția User plane
- (**UPF**)
- NG5: Punct de referință între Policy Function (**PCF**) și Application Function (**AF**)
- NG6: Punct de referință între the User Plane function (UPF) si o Data Network (DN)
- NG7: Punct de referință între Session Management function (SMF) si Policy Control function (PCF)
- NG8: Punct de referință între Unified Data Management si AMF
- NG9 Punct de referință între 2 Core User plane functions (UPFs)
- NG10: Punct de referință între UDM si SMF
- NG11: Punct de referință între Access and Mobility Management function (AMF) si Session Management function (SMF)
- NG12: Punct de referință între Access and Mobility Management function (AMF) si Authentication Server function (AUSF)
- NG13: Punct de referință între UDM si Authentication Server function (AUSF)
- NG14: Punct de referință între 2 Access and Mobility Management function (AMF)
- NG15: Punct de referință între PCF si AMF in caz de scenariu non-roaming, V-PCF si AMF in caz de scenariu de roaming