**Sok sikert a vizsgán mindenkinek!**

**ZH/Vizsgatételek a Mobil kommunikációs hálózatok c. tárgyhoz**

**Rövidítések jegyzéke: https://vik.wiki/A\_tárgy\_anyagában\_előforduló\_rövidítések**

[Alapok: 4](#_Toc29468025)

[1. A mobil hálózati kommunikáció alapvető kihívásai: csatorna és mobilitás. 4](#_Toc29468026)

[2. Hogyan lehet védekezni a rádiócsatorna kedvezõtlen hatásai ellen? 4](#_Toc29468027)

[3. Shannon formula és értelmezése. 5](#_Toc29468028)

[4. A modulált jelek alapsávi leírása, az alapsávi ekvivalens. 5](#_Toc29468029)

[5. Lineáris digitális modulációk: adó felépítése, fajták, konstellációs diagramm, időtartománybeli jelalak. 5](#_Toc29468030)

[6. Milyen terjedési modelleket ismer? Mik a főbb jellemzőik? 8](#_Toc29468031)

[7. A frekvencia újrafelhasználás elve, haszna, bemutatása egy példán, cellás elv. 8](#_Toc29468032)

[8. Rádióhálózat típusok (cellatípusok): méret, használat, alak, stb. szerinti csoportosítás. 9](#_Toc29468033)

[9. Mobilitás menedzsment alapok: handover, location update, paging fogalma, szerepe, működése. Location area fogalma. 11](#_Toc29468034)

[GSM: 13](#_Toc29468035)

[10. Milyen alrendszerekből és milyen funkcionális elemekből áll a GSM hálózat, mik ezek feladatai? 13](#_Toc29468036)

[11. Milyen adatbázisok találhatók a GSM hálózatban és miket tárolnak ezek, mi a szerepük? 16](#_Toc29468037)

[12. Ismertesse a GSM rádiós jellemzőit (csatornamegosztás, duplexitás, moduláció, frekvenciasávok, időrések, keretek)! 18](#_Toc29468038)

[13. A logikai csatornákon keresztül írja le a bejelentkezés és a hívásfelépítés folyamatát a GSM-ben. 19](#_Toc29468039)

[14. Mi a timing advance és miért kell vele foglalkozni, milyen problémát old meg, mekkora? 20](#_Toc29468040)

[3G: 20](#_Toc29468041)

[15. Az UMTS hálózatok felépítése, az egyes eszközök feladatai. 20](#_Toc29468042)

[16. Az OFDM alapjai, működése, előnyei, hátrányai. (LTE rádiós interface) 22](#_Toc29468043)

[4G LTE: 22](#_Toc29468044)

[17. Az EPC felépítése, az egyes eszközök feladatai. 22](#_Toc29468045)

[18. Az E-UTRAN architektúra változása 3G-hez képest és ennek következményei. 23](#_Toc29468046)

[29. LTE és 3G együttélése a hálózatban. WiFi bekötésének módjai LTE hálózatba. 25](#_Toc29468047)

[30. LTE rádiós interfész alapvető tulajdonságok: LTE keretszerkezet, erőforrás blokk. LTE-ben elérhető fizikai átviteli sebességek levezetése. 26](#_Toc29468048)

[31. LTE erőforrás kiosztás (ütemezés): az ütemezési feladat bemutatása, nehézségek, tört reuse, elosztott kooperatív ütemezést, ezt hogyan támogatja a rendszer. 28](#_Toc29468049)

[32. LTE rádiós protokoll rétegek és ezek feladatainak ismertetése. 28](#_Toc29468050)

[IEEE 802.11 - WLAN: 30](#_Toc29468051)

[33. 802.11 felépítése, használata, terminológia, protokoll architektúra, protokoll rétegek feladatai. 30](#_Toc29468052)

[34. 802.11 MAC: Az elosztott és központilag koordinált közeghozzáférés működése. A rejtett terminál probléma és megoldása. 32](#_Toc29468053)

[35. 802.11 Menedzsment folyamatok és keret típusok jellemzése. Címmezők szerepe és használata a MAC keretekben. 34](#_Toc29468054)

[36. 802.11 hálózat továbbfejlesztései: 802.11a,b,g,n verziók működési alapjai. 36](#_Toc29468055)

[37. A 802.11e QoS képes MAC kiegészítés jellemzése. 38](#_Toc29468056)

[Bluetooth: 38](#_Toc29468057)

[38. Bluetooth (dual mode) architektúra fontosabb elemei és szerepük. 38](#_Toc29468058)

[39. Hagyományos és LE fizikai réteg: moduláció és frekvenciaugratás. 41](#_Toc29468059)

[40. Hagyományos Piconet és Scatternet fogalma és működése. 41](#_Toc29468060)

[41. BLE Link Layer állapotgép és az állapotoknak megfelelő működés. 42](#_Toc29468061)

[BLE Link Layer Állapotgép 42](#_Toc29468062)

[42. GATT és GAP rétegekben definiált BLE specifikus szerepek és funkciók. GATT és SDP közötti fontosabb különbségek. 43](#_Toc29468063)

[IEEE 802.15.4: 44](#_Toc29468064)

[qcella43. A 802.15.4 általános jellemzése és a rendszer elemeinek ismertetése 44](#_Toc29468065)

[44. 802.15.4 MAC működésének bemutatása. 46](#_Toc29468066)

[45. 802.15.4 Fizikai rétegek 46](#_Toc29468067)

[46. 802.15.4a UWB működése és a távolságmérés módszerei. 47](#_Toc29468068)

[RFID: 49](#_Toc29468069)

[47. Az RFID rendszerek célja, komponensek működése, gyakoribb frekvenciasávok és az ott alkalmazott csatolási módszerek jellemzése. 49](#_Toc29468070)

[48. Különböző RFID Tag típusok sematikus felépítése és működése. 51](#_Toc29468071)

[49. RFID közeghozzáférési módszerek ismertetése. 54](#_Toc29468072)

[EPCglobal Class 0 54](#_Toc29468073)

[EPCglobal Class 1 Generation 1 54](#_Toc29468074)

[ISO 18000-6B (Intellitag) 55](#_Toc29468075)

[ISO 18000-6C ( EPCglobal Class 1 Generation 2) 55](#_Toc29468076)

[NFC - Near Field Communication 55](#_Toc29468077)

[Energiaigény számítása: 56](#_Toc29468078)

[50. Adott közeghozzáférési módszer esetén az energiaigény számításának módja. P és D mátrixok, valamint az energiaprofil. Várható elemélettartam kalkulációja. 56](#_Toc29468079)

[Ipari és speciális hálózatok: 60](#_Toc29468080)

[5G: 60](#_Toc29468081)

[55. Mi az 5G? Milyen fő szolgáltatási területeket kell kiszolgálni az 5G-nek, mik ezek fő követelményei? 60](#_Toc29468082)

[56. Mik azok a hálózati szeletek, mik a vertikálok? 61](#_Toc29468083)

[57. A virtualizáció alapvető fajtái. Virtualizáció előnyei IT alkalmazások tekintetében. 62](#_Toc29468084)

[58. NFV alapjai: mi a koncepció, mik a kihívások, mik az előnyök. 62](#_Toc29468085)

[59. NFV fogalmai: NFV, PoP, VNFI, stb. 63](#_Toc29468086)

# Alapok:

## 1. A mobil hálózati kommunikáció alapvető kihívásai: csatorna és mobilitás.

Problémák általában a mobilhálózati kommunikációval:

* Felhasználók mozognak
  + Akkumulator kell a mobil üzemeltetéshez -> Eszközméret
  + Cellák közötti mozgás
    - Handover
    - Mobility Management
* Radios átvitel kell
  + Osztott közeg
  + Szűk erőforrás
  + Terjedés egyenetlen
  + Csatorna általában nem ideális, rossz, lesz zaj és interferencia is
* Biztonsági problémák is adódnak abból, hogy osztott közeg van
* Ami még extra rossz: **fading** - a jelszint hirtelen, véletlenszerűen lecsökken

Mobility management-el kapcsolatos kifejezések: 7. tétel

## 2. Hogyan lehet védekezni a rádiócsatorna kedvezõtlen hatásai ellen?

• nyugtázás/újraadás

• többféle verzió: pozitív nyugta minden csomagra, küldési ablakos megoldások, negatív nyugta

• általában: magasabb szintű moduláció és kisebb kódolási redundancia: kevésbé zavartűrő

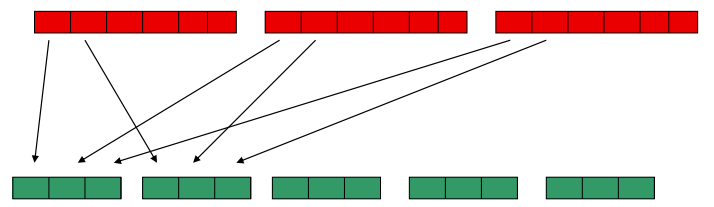
• adaptív moduláció és kódolás: a csatorna állapotától függ, hogy egy adott pillanatban milyen modulációval, milyen hibavédő kódolással küldik az adatot: a hasznos átviteli sebesség is a csatornától függ

• hibavédő kódolás (FEC): konvolúciós kódolás, blokk-kódolás, turbó kódolás: bizonyos mennyiségű bithibát képesek javítani, még többet jelezni, ha a hibák elszórtak, függetlenek

• redundancia (több bit átvitele) kell hozzá

• de a hibák: tipikusan börsztösen jelentkeznek

• ezért: interleaving (átlapolás)



• scrambling (bitkeverés)

## 3. Shannon formula és értelmezése.

Maga a Shannon-Formula: )

A csatorna:

● kis kapacitás (sávszélességtől és adóteljesítménytől függ, sávszélesség nagyon drága)

● R: a csatorna átviteli sebessége (b/s)

● W: a csatorna sávszélessége (Hz)

● P\_signal (S): átlagos vett jelerősség (Watt) [[1]](#footnote-1)

● P\_noise (N): átlagos zaj erősség (Watt)

● S/N: jel-zaj arány

zaj, időben és helytől függően (drasztikusan) változó csatorna

csillapítás; interferencia (mások is használhatják ugyanazt a sávot,

vagy valami behallatszik)

● a keskeny csatornát a lehető leghatékonyabban kell kihasználni

(legtöbb bit per szekundumot átpréselni): de minden felhasználó látja,

valahogy el kell köztük osztani

● mivel mindenki hallja, sokkal könnyebb lehallgatni, ill. zavarni: kényes

a biztonság

Felhasználói mobilitás:

● a felhasználók rádiós interfészen keresztül csatlakoznak a (globális)

hálózathoz, egy hálózati csatlakozási ponton keresztül (bázisállomás,

hozzáférési pont)

● mozgás során eltávolodhatnak, másikhoz csatlakozhatnak (ha

kommunikáció közben történik: handover): ez történhet akár

különböző szolgáltatók, vagy hálózatok között is!

● ennek úgy kell megtörténnie, hogy a felhasználó ne vegye észre

– hívások, adatcsomagok átirányítása az új hely felé, manapság

szolgáltatási minőségről (QoS) beszélnek, ezt kell biztosítani

– rádiós erőforrásnak kell rendelkezésre állnia az új csatlakozási pontnál

● a felhasználót meg kell találni a hálózatban, ha felé irányuló

kommunikáció van

## 4. A modulált jelek alapsávi leírása, az alapsávi ekvivalens.

A könnyebb érthetőség kedvéért először összefoglaljuk a jelek alapsávi leírásáról tanultakat. Egy amplitudó és/vagy szögmodulált szinuszos jel a következő alakban írhato fel:

 (1)

ahol *a*(*t*) az amplitudót, *j*(*t*) pedig a fázist (vagy a frekvenciát) modulalo jel. Egyszerű trigonometrikus átalakitásokkal a jel un. kvadratúra alakra hozható:

Ahol

(2)

Az *sI*(*t*) neve a jellel fázisban lévő (in phase), vagy normál komponense, *sα*(*t*) pedig a kvadratúraban levő komponens. E két összetevő ismeretében definiálható az (1) szerinti jel komplex alapsávi ekvivalense:



Láthatóan ez egy komplex értékű időfüggvény, a (2) szerinti valós és képzetes résszel. Ismerve a komplex számok Euler féle (exponenciális) alakját, könnyen belátható, hogy:

(3)

ahol *w*0 a szinuszos vivő körfrekvenciája. Az komplex kifejezés elnevezese az *s*(*t*) jel komplex előburkoloja.

## 5. Lineáris digitális modulációk: adó felépítése, fajták, konstellációs diagramm, időtartománybeli jelalak.

● a bináris forrásból soros/ph átalakítással b bites szavak jönnek (demultiplexer)

● jelrendező: a bináris szavaknak megfelelő *dI* és *dQ* értékeket állít elő

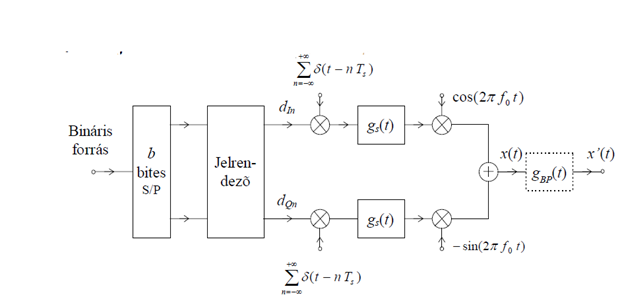
● gS(t): elemi jelalak szűrő, Dirac impulzusokat ráadva a kívánt jelalakot

érjük el (a gyakorlatban gyakran nem szűrővel, hanem tárolt

jelalakokkal dolgoznak)

● ezeket ültetjük a vivőre (fázisban és kvadratúrában levő komponens)

● az összegzett jelen sávszűrést végrehajtva kész a kimenő jel



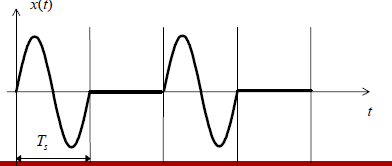
● a *dI* és *dQ* értékeklehetséges értékeit síkban ábrázolva az ún. konstellációs diagrammot kapjuk, ez gyakorlatilag a vivő fázisát és amplitúdóját mutatja

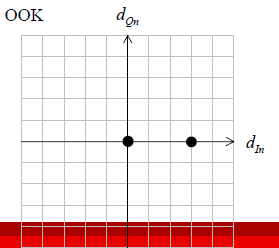
● elemi jel: mint látható, ennek megfelelően fog változni az I és Q összetevők amplitúdója, így az eredeti jel fázisa is. legegyszerűbb esetben négyszögjel, a simább átmenet és így kisebb sávszélesség érdekében valamilyen lekerekített jeleket szoktak használni

**Fajták:**

● On-OFF keying : b=1, dQ mindig nulla, dI egy vagy nulla, az elemi jelet vagy átvisszük, vagy nem

● jelalak, konstellációs diagram:

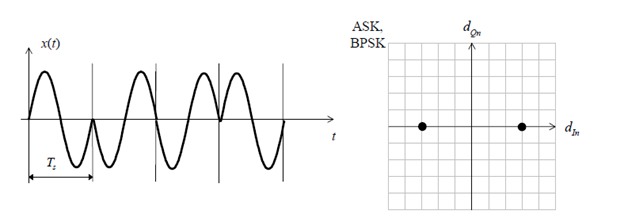




● Amplitúdó billentyűzés, bináris fázisbillentyűzés (ASK, amplitude shift keying, BPSK binary phase shift keying)

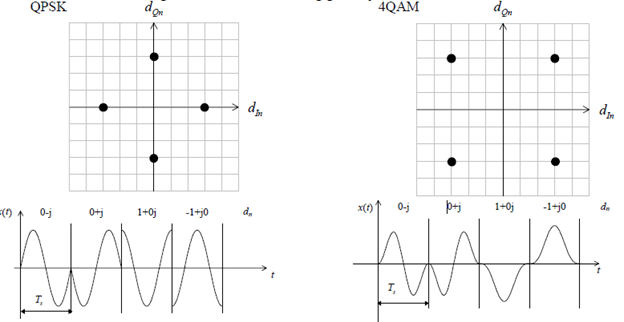
● b=1, dQ mindig nulla, dI egy vagy mínusz egy, az elemi jel, vagy inverze modulálja a koszinuszt

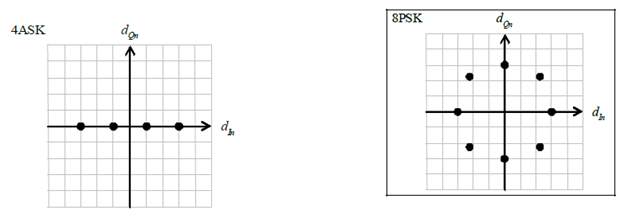
● időfüggvény, konstellációs diagram



● QPSK (Quadrature Phase shift keying), 4-QAM (4 Quadrature Amplitude modulation), vizsgán: dI és dQ értékei

● konstellációs diagrammok és időfüggvények:



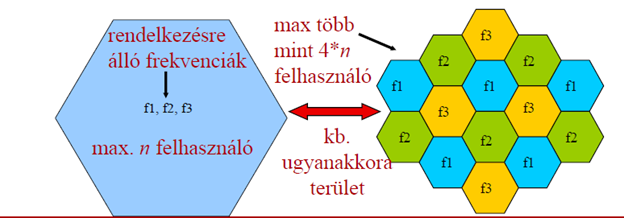


## 6. Milyen terjedési modelleket ismer? Mik a főbb jellemzőik?

## 7. A frekvencia újrafelhasználás elve, haszna, bemutatása egy példán, cellás elv.

● frekvencia újrafelhasználás: a teljes rendelkezésre álló frekvenciasávokból csak néhányat használnak egy cellában

● ugyanazokat a frekvenciákat ismét használják egy lehető legtávolabbi cellában--> sokkal több felhasználó kiszolgálható



## 8. Rádióhálózat típusok (cellatípusok): méret, használat, alak, stb. szerinti csoportosítás.

**makrocella:**

• nagy terület lefedésére (1-35km)

• ritkán lakott területek, gyorsan mozgó felhasználók

• külvárosok, kisvárosok, falvak és nem lakott területek lefedése

• kétszintű hálózatok esetén a felső szint biztosítása

• nagy adóteljesítmények (1-20W), nagy G

**mikrocella:**

• kis terület lefedése (0.2-1 km)

• sok felhasználó, lassabb mobilok (városok, külvárosok városközpontja)

• a bázisállomás antennája épületek tetőszintje alatt

• kis teljesítmény (0.01-5 W), nagy kapacitás

**pikocella:**

• főként beltéri lefedésre, ill nagyon nagy forgalmú területek lefedésére (nagy kapacitás)

• kis teljesítmény (<100 mW), antennák beltérben

**femto cella:**

● **~10 m**

**hatszögletű cella:**

• gyakorlatban nincs ilyen

• hatszögekkel lefedhető a sík

• jól közelíti az omni cellákat

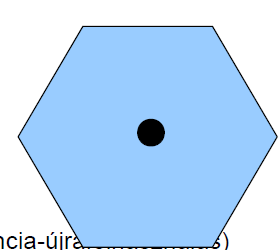
• közelítő számításokhoz

• elméleti modellekhez

• jól szektorizálható, három szektor

• K faktor meghatározásához (frekvencia-újrafelhasználás)

• városokban



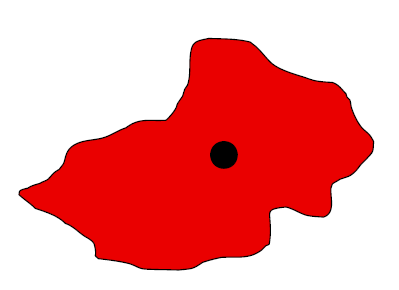
**omni cella:**

• körsugárzó antenna

• elvileg kör alakú (a Hortobágyon lehet)

• gyakorlatban a terep miatt szabálytalan

• főleg vidéki (rural) területen



**szektorantennák:**

• egy bázisállomással több cella kialakítására

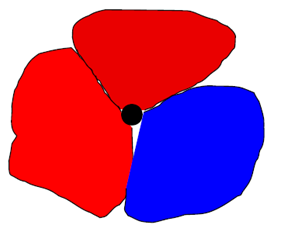
• létező cellák feldarabolására

• gyakorlatban a terep miatt szabálytalan

• 60, 90, 120 fok

• antennánként külön-külön kezelve

• különböző méretű szektorok

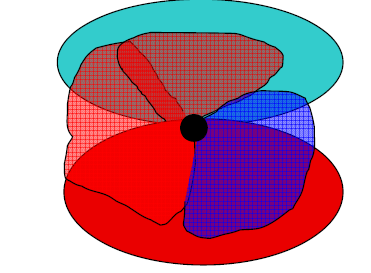


**hierarchikus cellák:**

• nagy forgalmú területek több cellával lefedése

• a cellák természetesen más frekvenciákat használnak

• egy bázisállomás több cellát is „működtet”



**hierarchikus cellák, esernyő cella:**

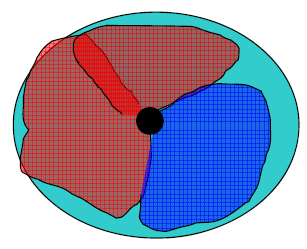
• egy nagy cella több kisebbet is lefed

• különösen mikro-, pikocellás környezetben

• a gyorsan mozgó felhasználók kiszolgálására

• a gyakori handoverből eredő

problémák kiküszöbölésére



## 9. Mobilitás menedzsment alapok: handover, location update, paging fogalma, szerepe, működése. Location area fogalma.

**Handover:**

• a felhasználók rádiós interfészen keresztül csatlakoznak a (globális) hálózathoz, egy hálózati csatlakozási ponton keresztül (bázisállomás, hozzáférési pont) (rajzot!)

• mozgás során eltávolodhatnak, másikhoz csatlakozhatnak (ha kommunikáció közben történik: **handover**) (rajzot!): ez történhet akár különböző szolgáltatók, vagy hálózatok között is!

• ennek úgy kell megtörténnie, hogy a felhasználó ne vegye észre

– hívások, adatcsomagok átirányítása az új hely felé, manapság szolgáltatási minőségről (QoS) beszélnek, ezt kell biztosítani

– rádiós erőforrásnak kell rendelkezésre állnia az új csatlakozási pontnál is

• a felhasználót meg kell találni a hálózatban, ha felé irányuló kommunikáció van

**Location area & Location update:**

Végberendezés helyének nyilvántartása:

● Cella szinten – túl gyakori adatbázis frissítés, nagy hálózati forgalom

● Országos szinten – túl nagy területen kéne keresni pl. beérkező híváskor, szintén nagy hálózati forgalom

● Kompromisszum - néhány (tipikusan 20-30) cella együttese

● köztük való cellaváltáskor nincs helyzetfrissítés (Location update)

● Location Area váltáskor helyzetfrissítés

**Paging:**

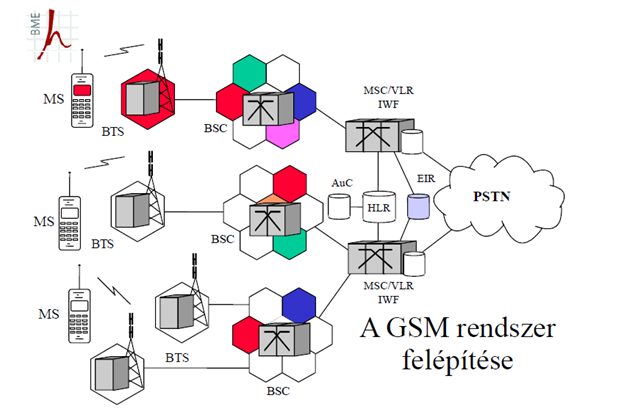
● bejövő híváskor/SMS-kor broadcast keresési üzenet (paging) a Location Area-ban

# 

# 

# GSM:

## 10. Milyen alrendszerekből és milyen funkcionális elemekből áll a GSM hálózat, mik ezek feladatai?

****

A GSM hálózat négy alrendszerbõl áll:

• a Mobil Állomás (MS, Mobile Station),

• a Bázisállomás Alrendszer (BSS, Base Station Subsystem),

• a Hálózati és Kapcsoló Alrendszer (NSS, Network Switching Subsystem) és

• az Üzemeltetési Alrendszer (OSS, Operation Support Subsystem).

A rendszer funkcionális egységeit interfészek választják el. Ezek az interfészek:

• az Um rádió interfész (MS–BTS),

• az Abis interfész (BTS–BSC) és

• az A interfész (BSC–MSC).

A **Bázisállomás alrendszer** tartalmazza a cellás hálózat kialakításához szükséges adó-vevő és vezérlõ berendezéseket.

● Három fő funkcionális elemet foglal magában:

• a Bázis Adóvevő Állomást (BTS, Base Transceiver Station),

• a Bázisállomás Vezérlõt (BSC, Base Station Controller) és

• a transcodert (TC-k).

**Bázisállomás (BTS)**

A bázisállomások a rádió interfészen keresztül közvetlen kapcsolatban vannak a mobil állomásokkal.

**Főbb feladataik:**

• elvégzik a csatorna kódolást és dekódolást,

• megvalósítják az ún. interleaving és de-interleaving funkciókat,

• a titkosítást és a titkosított jel visszaalakítását,

• a beszéd- és adatsebesség adaptálását,

• a modulációt, a teljesítmény erősítést és

• az RF jelek egyesítését,

• fenntartják a szinkronizációt a BTS és az MS között,

• valamint vezérlik a logikai csatornák időzítését és

• továbbítják a BSC felé az MS és a BTS méréseit.

Összefoglalva: a digitális beszédsorozatból előállítják a rádiós interfészen küldött fizikai jelet és vissza

**A BTS-ek főbb elemei:**

• rádió adók és vevők,

• antennák és antenna kábelek,

• duplexerek

• esetenként splitterek.

A BSC-khez tipikusan n\*2 Mbit/s-os PCM vonalakon

keresztül csatlakoznak, melyeket mikrohullámú, vagy

optikai összeköttetésekkel valósítanak meg.

A lehetséges BTS-BSC átviteli megoldások

• pont-pont,

• többleágazású-lánc és

• többleágazású-hurok összeköttetések lehetnek.

**Bázisállomás vezérlő (BSC)**

A BSC feladatai,

• hogy konfigurálja és vezérelje a rádió interfészt és

• hogy a transcodereken keresztül kapcsolatot tartson a hálózat és

kapcsoló alrendszer központjaival.

Távvezérli a hozzá tartozó bázisállomásokat és ezáltal vezérli

• a forgalmi és jelzésátviteli csatornák lefoglalását,

• a forgalmi csatornák minőségét és térerősségét,

• a BTS-ek és MS-ek teljesítményszintjét,

• az előfizetők megtalálását (paging) és

• a frekvencia ugratást.

• az egy BTS kiszolgálási területe alatt történő cellaváltást (handovert)

Emellett részt vesz a BSC és MSC közti földi átviteli vonal vezérlésében.

**Transzkóder (TC)**

● A transzkóder funkcionálisan a bázisállomás része.

● GSM-specifikus kódolást és dekódolást és adatátvitel esetén sebesség adaptálást végez.

● Feladatai közé tartozik a downlink (BTS-MS irányú) beszédintenzitás érzékelése is.

● A transzkóderek telepíthetõk a BTS-ekben vagy tőlük távol is így pl. a BSC-ben vagy akár az MSC-ben.

● A transzkóderek BSC-be vagy MSC-be való áthelyezésével az üzemeltetõk megtakarítást érhetnek el a földi átviteli összeköttetések árában, mivel a TC-k összekötõ (gateway) funkcióval rendelkeznek a 16 és 64 kbit/sec átvitel között; így a csatornánkénti BTS és TC közti átviteli kapacitást 16 kbit/sec-ra csökkenthetõ.

A **Hálózat és Kapcsoló Alrendszer** fő feladata, hogy irányítsa a GSM felhasználók és az egyéb távközlési hálózati rendszerek felhasználói közötti kommunikációt.

**Két funkcionális része van:**

* a kapcsoló rendszer valamint
* az előfizetõi és végberendezés adatbázisok.

**A kapcsoló rendszer**

* a Mobil Szolgálati Kapcsolóközpontból (MSC),
* egyéb szolgálati központokból, mint pl. a Rövid Üzenet Szolgálati Központ (SMSC) áll.

**Az előfizetői és végberendezés adatbázisok tartalmazzák**

* a Látogató Elõfizetői Helyregisztert (VLR),
* a Honos Előfizetői Helyregisztert (HLR),
* az Előfizetői Azonosító Központot (AUC)
* a Berendezés Azonosító Regisztert (EIR).

􀂃 Az Hálózat és Kapcsoló Alrendszer további funkcionális egysége a Hangposta Rendszer (VMS), mely tulajdonképpen nem illik bele a GSM specifikációk által definiált fenti funkcionális egységek egyikébe sem.

Az Hálózat és Kapcsoló Alrendszer általában egynél több MSC-t tartalmaz. Ez esetben egy vagy több MSC-t átlépő központnak (Gateway MSC, GMSC) jelölnek ki, melyek feladata az előfizetõ helyének megállapítása és a hívás továbbítása azon MSC illetve külső hálózat (pl. PSTN) felé, mely a felhasználót kiszolgálja.

**Üzemeltetési alrendszer OSS (Operation Subsytem): hiba, számlázás, biztonság, konfiguráció menedzselés**

● Az üzemeltetési alrendszer lehetővé teszi hogy a hálózat fenntartó nyomon kövesse és vezérelje a GSM hálózatot.

● TMN (Telecommunications Management Network) feladatok: hiba-, konfiguráció-, számlázás, teljesítőképesség-, biztonság-menedzselés.

● A szabványos TMN koncepció alapelveinek megfelelően

• egyrészt az OSS olyan főbb hálózati elemekhez csatlakozik, mint az MSC, a BSC, a HLR és egyebek (a BTS-eket a BSC-ken keresztül lehet elérni)

• másrészt ember-gép interfészt biztosít az üzemeltetõ

személyzet számára.

● Az OSS lehetővé teszi hogy az üzemeltető folyamatosan ellenõrizze a felhasználónak nyújtott szolgáltatás minõségét olyan paraméterek mérésével, mint a forgalom, a torlódás, a hívásátadások, az eldobott hívások, az interferencia, stb.

● Ez a lehetőség segít a rendszer szűk keresztmetszeteinek és problematikus területeinek feltárásában.

● Ugyancsak lehetőséget biztosít a rendszerbe történő beavatkozásra egy-egy probléma megoldása során.

## 11. Milyen adatbázisok találhatók a GSM hálózatban és miket tárolnak ezek, mi a szerepük?

**Készülék Azonosító Regiszter EIR (Equipment Identity Register)**

A GSM specifikáció definiál egy mobil állomások azonosítására szolgáló hálózati elemet, a Készülék Azonosító Regisztert (EIR).

● Ez egy adatbázis, amely a mobil készülékek fõbb adatait tárolja.

● Az EIR-ben az MS-ekre a Nemzetközi Mobil Készülék Azonosítóval (IMEI) hivatkoznak.

● Az EIR három különbözõ listán tárolja az IMEI-ket.

● A fehér lista a típus engedélyezett berendezések IMEI számait tartalmazza,

● a szürke listán a megfigyelés alatt álló készülékek vannak

● a fekete lista azon mobil állomások IMEI számait tartalmazza, amelyeket le kell tiltani, vagy azért, mert ellopták õket vagy súlyos mûködési zavarok miatt.

**Előfizetői Azonosító Központ AuC, Authentication Center**

Az előfizetõk azonosítására szolgáló biztonsági adatokat az Előfizetői Azonosító Központ (AuC)

kezeli.

● A hálózat illetéktelen használata elleni védelme céljából lehetõség van a GSM előfizetők

azonosítására

• minden regisztráláskor,

• minden hívás-felépítési kísérlet alkalmával és

• a kiegészítõ szolgáltatások aktiválása, deaktiválása, regisztrálása vagy törlése alkalmával.

● A hitelesítés lényege a hálózati oldalon lévõ előfizetői azonosító kulcs (az úgynevezett Ki szám összehasonlítása) a SIM-en tárolt Ki számmal anélkül, hogy az valaha is kiküldésre kerülne.

● A hálózati oldalon az AuC tárolja a Ki számot. Emellett tárol rejtjelezési paramétereket és tartalmaz egy véletlen szám generátort is.

● Az AuC lényegében a HLR funkcionális alosztálya, de különálló hálózat elem is lehet.

• A HLR és AuC általában integráltan jelenik meg, HSS

(Home Subscriber System) elnevezéssel

**Honos Előfizetői Helyregiszter HLR (Home Location Register)**

● A Honos Előfizetői Helyregiszter egy olyan adatbázis, amely az előfizető helyére és a számára nyújtható távközlési szolgáltatásokra vonatkozó információt tartalmaz.

● A HLR azonosítja, hogy a felhasználó megkaphatja-e az adott táv- vagy hordozó szolgáltatást.

● A kiegészítő szolgáltatásokra vonatkozó információkat nem feltétlenül tárolja.

● A Honos Előfizetői Regiszterben két szám tartozik minden felhasználóhoz:

• a Mobil Állomás Nemzetközi ISDN Száma (MSISDN)

• és a Nemzetközi Mobil Állomás Azonosító (IMSI).

● Az MSISDN az elõfizetõ telefonszáma, melyet a mobil állomás hívásakor tárcsáznak. Szemben a hagyományos telefonhálózatban megszokottakkal az MSISDN az elõfizetõ

szolgáltatását definiálja, nem pedig az elõfizetõ telefon készülékét. Ez azt jelenti, hogy az elõfizetõk a különbözõ szolgáltatásokhoz különbözõ MSISDN-t kapnak.

● Az IMSI a SIM kártya hálózaton belül használt egyedi azonosító száma. Ezt a számot az elõfizetõ aktiválásakor definiálják és összekapcsolják az MSISDN-nel.

● Az IMSI-t a HLR az AuC-ban és a SIM kártya is tárolja.

● A HLR lehetõvé teszi a hívások átirányítását azon MSC/VLR szolgáltatási területére, amelyben a mozgó felhasználó éppen elhelyezkedik azáltal, hogy az elõfizetõ helyére vonatkozó információkat tárol, beleértve legalább a látogatott MSC/VLR címét,

azonosítani képes a mobil állomásokat, valamint megkéri a látogatott MSC/VLR-tõl a Mobil Állomás Roaming Számot (MSRN).

**Látogató Előfizetői Helyregiszter VLR**

● A HLR-en kívül egy másik adatbázis funkciót is megvalósítanak a GSM-ben: a Látogató Előfizetői Helyregiszter (VLR).

● A VLR-ek egy vagy több MSC-hez kapcsolódnak. Mindegyikük több cellát vezérel, feladatuk, az MSC(-k) szolgáltatási területén tartózkodó előfizetõk adatainak átmeneti tárolása, valamint az előfizető helyének a HLR-nél pontosabb ismerete.

• Location Area szinten ismert helyzet

● A GSM cellák egy-egy csoportja forgalmi területet képez (Location Area). Valahányszor a mobil állomás átlépi két forgalmi terület határát vagy más helyen kapcsolják be,

mint ahol utoljára sikeresen regisztrálásra került, a VLR megkíséreli végrehajtani a helyregisztrációs eljárást (location updating).

● A legutolsó helyregisztrációs kísérlet eredményét a SIM is tárolja. A helyregisztráció során az előfizető adatai áttöltődnek a HLR-ből a VLR-be. Ezáltal a VLR részt vesz

• az előfizető azonosításában,

• a hívásátadásban,

• támogatja a titkosítást és

• a rövid üzenetek továbbítását.

## 12. Ismertesse a GSM rádiós jellemzőit (csatornamegosztás, duplexitás, moduláció, frekvenciasávok, időrések, keretek)!

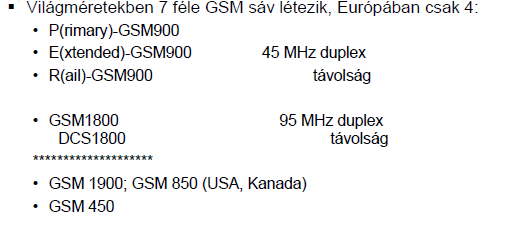
● közeghozzáférés: TDMA/FDMA/FDD

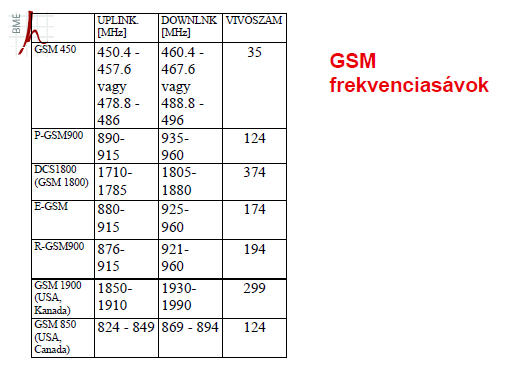
● moduláció: GMSK(Gaussian Minimum Shift Keying / frekvencia moduláció)

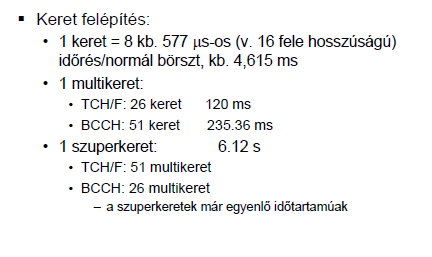
● frekvenciaosztás: 200 kHz -es sávok

● időosztás: egy-egy vivőn nyolc időrés

● duplexitás: uplink és downlink kommunikációs irány frekvenciában elválasztva







## 13. A logikai csatornákon keresztül írja le a bejelentkezés és a hívásfelépítés folyamatát a GSM-ben.

A bejelentkezés folyamata (készenléti állapotba jutás):

– MS bekapcsolása

(Hálózat keresése: saját, tárolt, engedélyezett)

– Csatornák megmérése és jelszint szerinti rendezése

– BCCH-e?

– Ha igen, FCCH -t keres, beállítja a vevőt, SCH-t keres, beállítja időalapját, időzítését,

megvizsgálja, hogy mik a hálózat jellemzői, saját-e (ha nem, akkor a következő legnagyobb szintű BCCH-val folytatja le a fenti folyamatot)

(Megjegyzés: LA lehet egy BSC celláiból, de más is lehet, ezen belül hívják pl.)

– A következő vizsgálat a helyzetre vonatkozik, azonos-e a legutóbbival, ha igen,

kezdeményezhet és fogadhat (készenléti állapotba kerül).

– Ha nem, akkor az MS forgalmaz a RACH-en

– BS SDCCH-t jelöl ki

– MS átmegy az SDCCH-ra hitelesítésre es helyzetfrissítésre

– BS utasítja MS-t a SACCH-n át a teljesítmény és időzítés beállítására, MS jelenti a BCCH-ek jelszintjét és jelminőséget és készenleti állapotba megy át.

A HIVÁSFELÉPÜLÉS FOLYAMATA:

– Mobil kezdeményez: RACH-en át

– Mobil felé: irányuló hívás esetén a LA-n belüli BS-ek hívják az MS-t a BCCH-n levő PCH-en, amire az MS válaszol a RACH-en

– Mindkét esetben a BS kijelöl egy SDCCH-t, vagy TCH-t

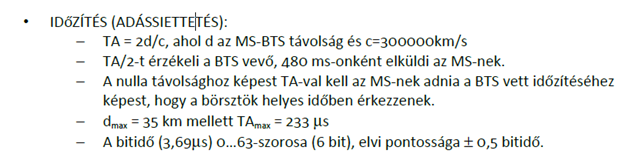
– SDCCH esetén közbeiktatás: hitelesités, hivásfelépítés és TCH kijelölés, a BS utasítja SACCH-en az MS-t a teljesítmény és időzítes beállításra, MS jelenti a BCCH-ek szintjét és minőségét

– Forgalmazás TCH-n át

– MS az SACCH-en jelenti a BCCH-ek szintjét és minőségét, BS utasítja MS-t a teljesítmény és időzítés beállítására

– A hívást az MS vagy a BS végezteti (bontja a kapcsolatot)

## 14. Mi a timing advance és miért kell vele foglalkozni, milyen problémát old meg, mekkora?

****

Az idõzítés problémája:

Mindenki a DL kerethez szinkronizál RCH-nál

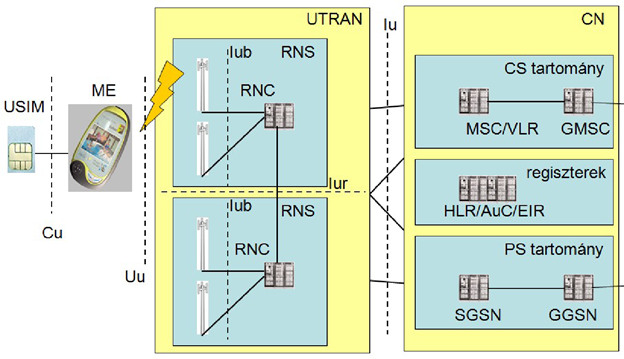
Ha már csak két mobil is van, egyik 0 méter, másik távolabb, simán adhatnak egyszerre

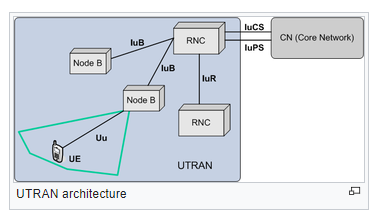
Adássiettetés: a mobilnak ennyivel hamarabb kell adni, mint gondolná --> ezt adja meg a rendszer

# 3G:

## 15. Az UMTS hálózatok felépítése, az egyes eszközök feladatai.

|  |
| --- |
| UMTS - Universal Mobile Telecommunication System |

****

****

● **felhasználói készülék, UE (User Equipment)** két részre bontható:

● USIM (UMTS Service Identity Module)

● ME (Mobile Equipment), köztük Cu interfész

* a rádiós hozzáférést biztosító hálózat elnevezése **UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network)**, rádiós hálózati alrendszerekre osztva (Radio Network Subsystems, RNS)

– EDGE alkalmazásánál a hozzáférési hálózat elnevezése GERAN (GSM/EDGE RAN)

• **gyökérhálózat (Core Network, CN)**

● UTRAN: egy RNS egy rádiós hálózatvezérlőből **(Radio Network Controller, RNC)** és az általa felügyelt bázisállomásokból (Node B) áll

• az RNC –k az Iur intefészen át kapcsolódhatnak

• az RNC – bázisállomás között Iub

• az RNC –k a gyökérhálózathoz Iu interfészen keresztül csatlakoznak

• gyökérhálózat: a GSM –ből ismert **MSC** –k, **GMSC** –k, valamint **SGSN**, **GGSN** eszközök és felhasználói regiszterek (**VLR, HLR, AuC, EIR**)

**UTRAN:**

● feladata: rádiós hozzáférés biztosítása a CN és az UE között

● új berendezések:

* **Node B** – megfelel a GSM BTS-nek, de újak kellenek
  + más moduláció, más közeghozzáférés (CDMA), más frekvenciasávok és sűrűbben kell elhelyezni
  + feladatai: OSI fizikai réteg a rádiós interfészen
  + Uu fizikai biztosítása, Iub kommunikáció
  + moduláció, spektrumszórás, szinkronizáció
  + csatornakódolás, interleaving
  + bitfolyam titkosítása
  + FDD és/vagy TDD módú működés
  + gyors teljesítményszabályozás
* **Rádióhálózat Vezérlő** (RNC, Radio Network Controller)
  + új elem, funkciója hasonló a GSM BSC -éhez
  + Iu (PS és CS) interfészen csatlakozik a gyökérhálózathoz, Iur interfész két RNC között, Iub interfész BS és RNC között
  + egy RNC BS-ek egy csoportját vezérli
  + adatok továbbítása a bázisállomásokhoz (kapcsoló funkció)

● rádiós erőforrás menedzsment (RRM):

• teljesítményszabályozás, kódkiosztás, handover szabályozás, beengedés szabályozás, csomagütemezés

● rendszerinformációk szórása

● UTRAN szintű mobilitás menedzsment

● cella információs adatbázis menedzselése

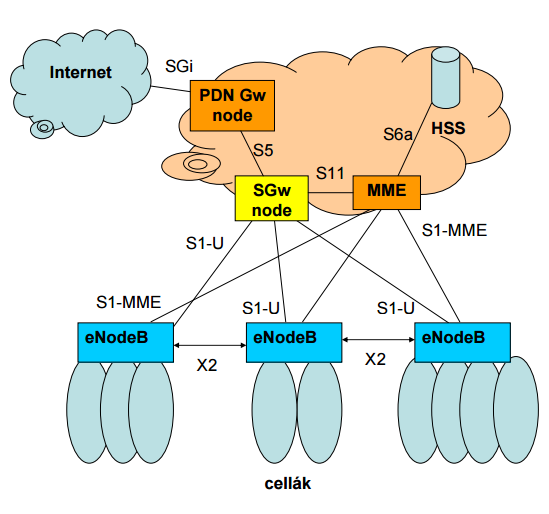
makro diverziti

## 16. Az OFDM alapjai, működése, előnyei, hátrányai. (LTE rádiós interface)

# 4G LTE:

## 17. Az EPC felépítése, az egyes eszközök feladatai.

EPC: Evolved Packet Core, a [lényege](http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/100-the-evolved-packet-core), hogy lecserélték a még áramkörkapcsolt részeket csomagkapcsolt (IP) dolgokra, hogy az egész maghálózat csomagkapcsolt legyen.

****

MME (Mobility Management Entity)

* a vezérlő sík megvalósítója az EPC-ben
* mobilitás támogatás
* előfizető helyének lekérdezése
* paging megfelelő helyre küldése
* útvonal választás az előfizető helyének függvényében
* minden egyéb vezérlési feladat: hordozó felépítése, authentikáció, titkosítási kulcsok cseréje, stb..

SGw (Serving Gateway)

* az előfizetői adatok továbbítója az EPC és az eNodeB (Evolved Node B, A NodeB ami kommunikál a mobilokkal, tehát az adó, és a RNC (Radio Network Controller) egybe van építve az adóval LTE-ben) között

PDN Gw (Packet Data Network Gateway)

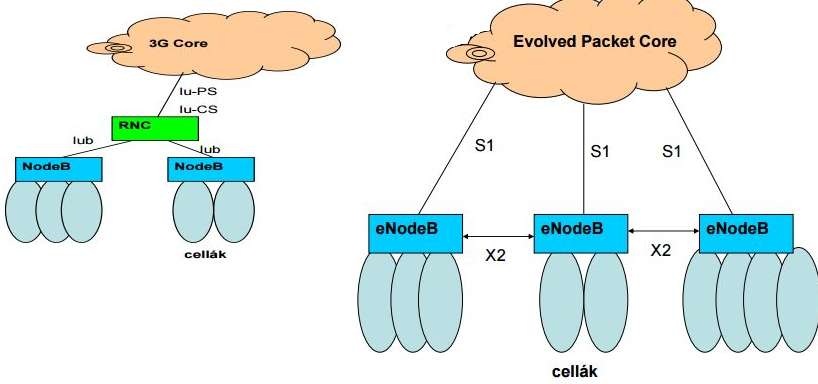
* az interfész a külső csomagkapcsolt hálózatok felé (pl.: Internet)
* LTE mobilitás gyökere
  + a külső hálózattal ez tartja a kapcsolatot
  + a hálózaton belül alagútban megy az adat a felhasználóig
  + a maghálózat kezeli a mobilitást, minden cellaváltásnál új alagút

PCRF (Policy and Charging Rules Function)

* az előfizetői kapcsolatokat érintő szabályok és eljárások
* számlázási szabályok

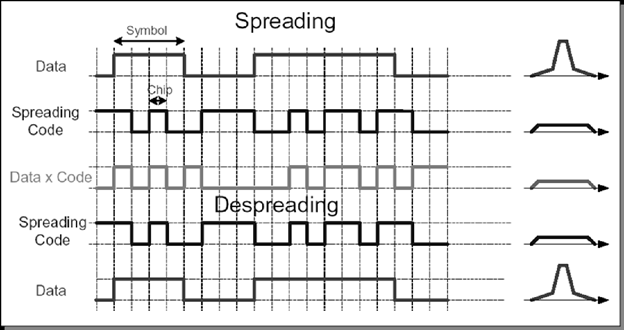
## 18. Az E-UTRAN architektúra változása 3G-hez képest és ennek következményei.

E-UT*RAN*: Evolved Universal Terrestrial *Radio Access Network*



Nincs központi elem RNC => Korábbi RNC feladatok eNodeB-ben való megvalósítása  
Nincs makrodiverziti https://www.facebook.com/thuglifevideo/videos/889763231204971/  
Nincs puha hívásátadás(Soft handover)

**19. Az OFDM alapjai, működése, előnyei, hátrányai. (LTE rádiós interface)**

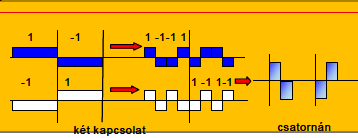
****

● azonos frekvenciasávot egy időben használnak a felhasználók

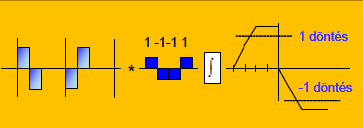
● bitek helyett kódsorozatot visz át egy felhasználó

● ezek egy átvitelhez egyediek, sok ilyen összegéből mindegyik különválasztható a vevő oldalon

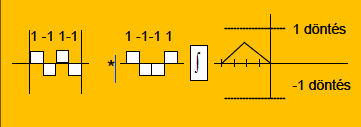
példa:



* a vevő oldalon: a teljes jelet a saját kóddal korreláltatja
* chipenként szorozza a vett jelet a kóddal és integrálja
* az integrátor kimenete ha elér egy küszöböt, döntés az átvitt bitről

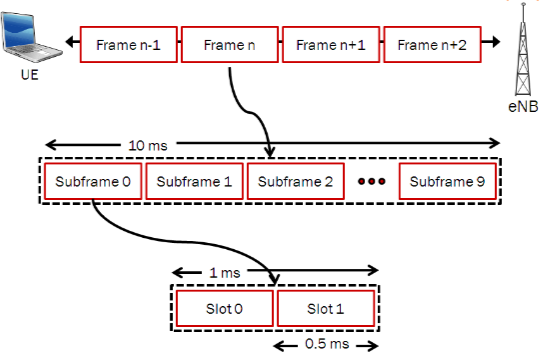


* ezt azért lehet megtenni, mert a különböző kódok ortogonálisak
* két kód közti korreláció nulla
* gyakorlatban használatos más kódok: nem teljesen ortogonálisak -> gyak. interferenciát jelent

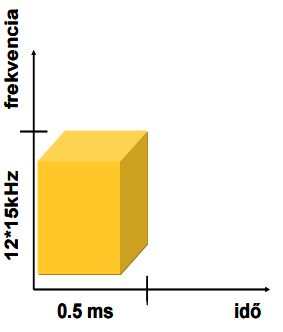


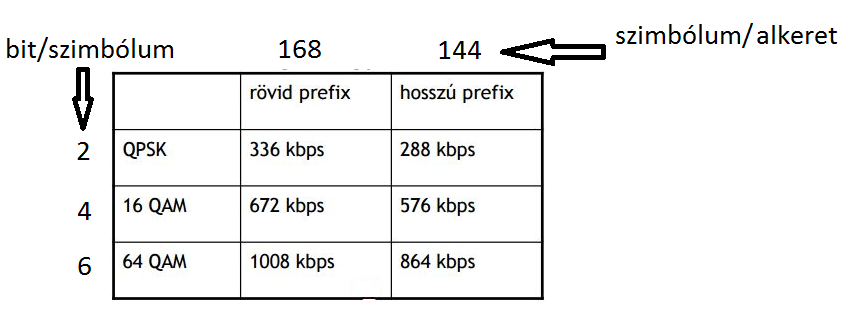
## 20. LTE rádiós interfész alapvető tulajdonságok: LTE keretszerkezet, erőforrás blokk. LTE-ben elérhető fizikai átviteli sebességek levezetése.

Két fajta keretszerkezet: FDD és TDD, mi csak az FDD-t tanultuk.  
FDD keretszerkezet:

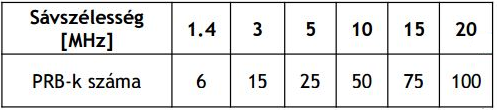
  
1 keret 10 ms hosszú. Minden keret 10 alkeretet tartalmaz, melyek 1 ms hosszúak. Mindegyik alkeret tartalmaz 2 időrést, melyek egyenként 0.5 ms hosszúak.

Fizikai szintű erőforrás blokk (PRB):

  
12 db egyenként 15kHz-es sávszélességgel rendelkező segédvívő(12\*15=180kHz)-1 PRB sávszélessége: 180kHz  
1 PRB hossza = 1 időrés 0.5 ms  
12\*6(72) vagy 12\*7(84) szimbólum PRB-ként=> alkeretenként 2 PRB = 144-168 szimbólum/alkeret

Elérhető fizikai sebességek alkeret esetén:  


Sávszélesség:



Minimum 6 PRB => Sávszélesség = PRB-szám \* 180kHz+védősáv+vivő

Maximális elméleti sebesség = 100 PRB\*1008kbps = 100.8 Mbps

## 21. LTE erőforrás kiosztás (ütemezés): az ütemezési feladat bemutatása, nehézségek, tört reuse, elosztott kooperatív ütemezést, ezt hogyan támogatja a rendszer.

Ütemezési feladat:

* melyik PRB-t, melyik időrésben, mekkora teljesítménnyel, melyik előfizető részére
* összes adóteljesítmény, PRB-k, időrések száma korlátos

Nehézségek:

* cellánként eltérő sávszélességek
* cellánként eltérő sávok, azonban nincs annyi elérhető sávszélesség, ami ehhez szükséges => Egymás melletti cellák azonos sávot használnak és a rendszer felügyeli, hogy egy PRB egyszerre ne legyen kiadva 2 felhasználónak
* különféle széle
* tetszőleges sáv minden cellában (reuse 1)
* a rendszer gondoskodjon az interferencia elkerüléséről

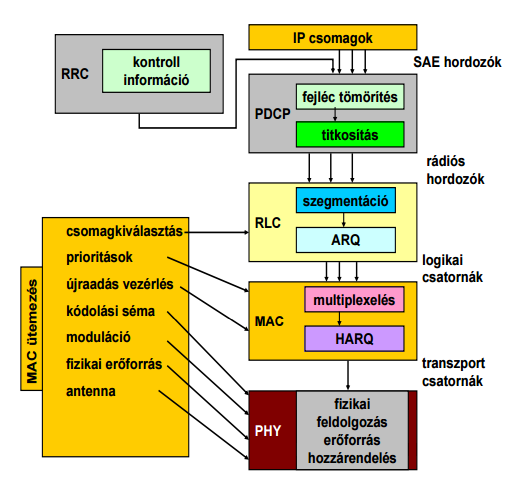
Elosztott ütemezés:

* Szomszédos cellák ne, vagy csak kis teljesítménnyel használják ugyanazt a PRB-t. X2 interfész segítségével történik az ütemezés az eNode-k között.
* 3 dimenziós erőforrás kiosztás
  + minden bázisállomás ugyanazt az erőforrás rácsot használja

A tört reuse (Fractional Frequency Reuse) a cellában rendelkezésre álló sávszélességet ún. "belső" és "külső" részekre bontja. A belső az adóhoz közel eső részeken található, ezt a szomszédos cellák teljes mértékben újra tudják használni. A külső a cellák peremén van. Az FFR elsődleges célja a cellák peremén jelentkező interferencia csökkentése.

## 22. LTE rádiós protokoll rétegek és ezek feladatainak ismertetése.

<ftp://www.3gpp.org/Information/presentations/presentations_2010/2010_06_India/3GPP%20LTE%20Radio%20layer%202.pdf>

****

RRC (Radio Resource Control):

* broadcast rendszerinformáció küldése
  + alvó és aktív UE-nek szóló információk
  + cella (újra)választási paraméterek
  + szomszédos cella paraméterek
  + csatornakonfiguráció
* RRC kapcsolat vezérlés
  + paging
  + RRC kapcsolat felépítése/bontása/módosítása
  + UE azonosító kijelölése/módosítása
  + jelzés információt vivő rádiós hordozók kezelése
* dedikált kontroll információk továbbítása, feldolgozása

PDCP (Packet Data Convergence Protocol)

* IP fejléc tömörítés
* duplikáció detekció
* titkosítás, adatintegritás megőrzés

RLC (Radio Link Control)

* adat feldarabolás/összefűzés
* sorrend helyes továbbítás a felsőbb rétegek felé
* hiba korrekció => újraküldés vezérlés

MAC (Media Access Control)

* hiba korrekció => hibrid-ARQ (Automatic Repeat reQuest) újraadás
* multiplexing/demultiplexing
* uplink és downlink ütemezés

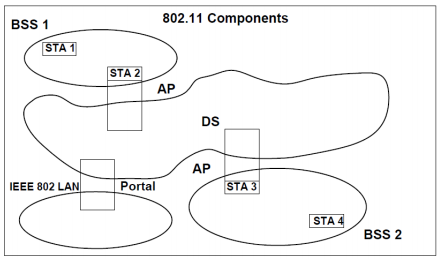
PHY (Physic)

* fizikai feldolgozás
* erőforrás hozzárendelés

# IEEE 802.11 - WLAN:

## 23. 802.11 felépítése, használata, terminológia, protokoll architektúra, protokoll rétegek feladatai.

Felépítés:

****

BSS (Basic Service Set)

* ez egy cella
* IBSS (Independent): nem csatlakozik sehová

STA (Station)

* vezetéknélküli állomás, mely képes 802.11 rádiós protokollal kommunikálni
* STA-k kommunikálnak IBSS-ben => ad-hoc mód

AP (Access Point)

* amin keresztül egy hálózathoz az STA hozzáfér

DS (Distribution System)

* az AP-ket egy elosztó hálózat köti össze

ESS (Extended Service Set)

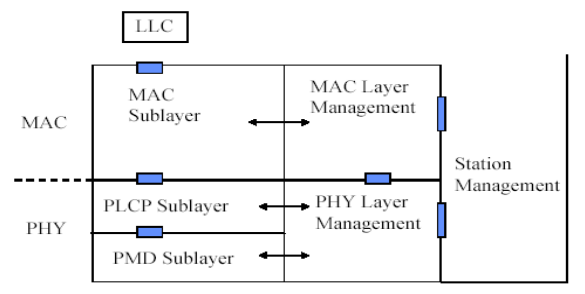
* 802.11 hálózat a felsőbb OSI rétegek számára

Portal

* 802.11 és másik 802 LAN összekapcsolására szolgáló eszköz

Protokoll rétegek és feladataik:

802.11 protokoll a MAC és Fizikai réteget definiálja



MAC entitás:

* aszinkron adatátviteli szolgáltatás az LLC felé
* közeghozzáférés vezérlés
* fragmentáció/összefűzés
* hitelesítés/titkosítás
* csomagújraadás
* nyugtázás

MLME (MAC Layer Management Entity)

* szinkronizálás
  + beacon keretekkel BSS-ben található STA-k óráinak szinkronizálása
    - ha van AP, akkor az ő órájához
    - ha nincs AP, akkor elosztott módszer
* teljesítmény management
* roaming (cellaváltás)
* MAC MIB (Managent Information Base) fenntartás

PLCP (Physical Layer Convergence Protocol)

* közös PHY SAP-t biztosít
  + MAC kereteket (MPDU) fizikai keretekké alakítja
* Clear Channel Assessment jelet biztosít

PMD (Physical Medium Dependent)

* moduláció és kódolás
* hullámforma

PHY Layer Management

* csatorna hangolás - link adaptáció, átviteli sebesség adaptáció
* PHY MIB fenntartás

Station Management

* a MAC és PHY managmenttel működik együtt, illetve az együttműködésüket hangolja össze

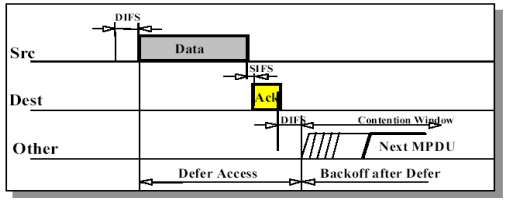
## 24. 802.11 MAC: Az elosztott és központilag koordinált közeghozzáférés működése. A rejtett terminál probléma és megoldása.

DCF közeghozzáférés: <https://www.youtube.com/watch?v=npRZdyy8VG8>

## 

Elosztott koordinált közeghozzáférés (DCF - Distributed Coordination Function):

* Minden állomás (STA) ugyanazt az egyszerű szabályt alkalmazza. Vivőérzékeléssel minden STA figyeli, hogy szabad-e a csatorna, mielőtt hozzáfér.
* CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)
* keret létrejöttekor az adni kívánó állomás figyeli a közeget, hogy van-e forgalom
* ha a közeg foglalt, más ad és elhalasztja az adását: backoff mechanizmus
* akkor hatékony ha a közeg nem túl terhelt, ilyenkor minimális késleltetéssel ad
* MAC réteg adja újra a csomagot nem a felsőbb rétegek, így kevesebb késleltetés

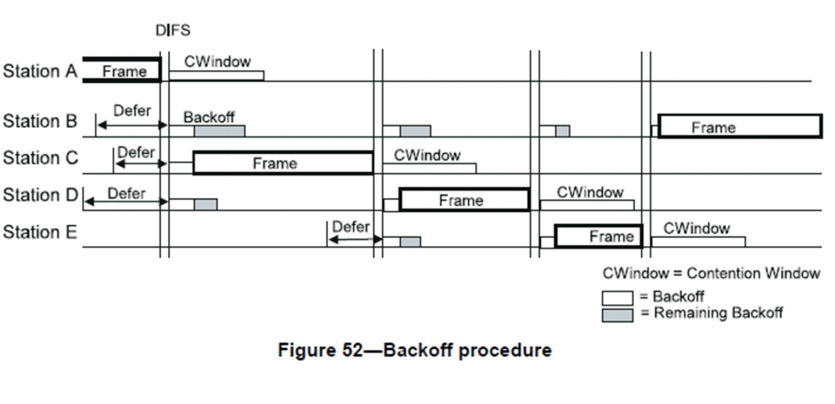


Belehallgat a csatornába,

* ha szabadnak érzékeli DIFS (DCF InterFrame Space) időt vár és elküldi az adatot. Ezt követően SIFS (Short InterFrame Space) idő után ACK-t vár, amit a címzett küld vissza a CRC ellenőrzése után. Nyugta vétele jelzi, hogy nem történt ütközés. (Broadcast/multicast üzenetekre nincs nyugta.) Ha nem érkezik ACK újraküldi az adatot, meghatározott sikertelen küldés után eldobja az adatot.
* ha foglaltnak érzékeli a csatornát, sorsol magának egy véletlen számot( 0 és CW között, CW értéke attól függ hányadszorra próbálkozik küldéssel) (CW: Contention Window). A backoff counter(BC)-t beállítja erre a sorsolt számra. Ez a szám azt jelöli, hogy mennyi időrést kell várakoznia (várakozási idő - backoff). Minden időrésben csökken 1-gyel a BC. Ha a BC = 0, tehát lejár a várakozás mehet a csomag.

Mikor van backoff?

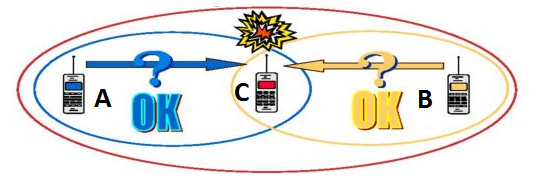
* foglaltnak érzékelt csatorna esetén
* ütközés esetén
* sikeres átvitel esetén is



Központosított közeghozzáférés (PCF - Point Coordination Function):

* AP vezérli ki mikor férhet hozzá a csatornához, lekérdezésen alapul. Ez opcionálisan szerepel a szabványban, a gyártók nem nagyon alkalmazzák.

Rejtett terminál probléma:



A ad C-nek. B szintén adni szeretne C-nek, azonban nem érzékeli a közeget foglaltnak, így elkezd adni. C-ben ekkor az A és B egyidejű küldése miatt ütközés alakul ki. Ennek egy megoldása, ha küldés előtt küldünk egy RTS(Request To Send)-t. Ez tartalmazza, hogy kinek akarunk majd küldeni és a küldés összidejét(összidőbe beletartozik az ACK nyugta ideje is). SIFS után a címzett válaszol (CTS - Clear To Send üzenetet küld), ha szabad. Minden terminál, aki hallja az RTS-t és CTS-t, megjegyzi és beállítja a NAV(Network Allocation Value)-ját és addig nem próbálkozik.

**A 802.11e QoS képes MAC kiegészítés jellemzése:**

* Bevezeti a QoS képes terminál és AP fogalmát
* Bevezeti a QBSS–t (QoS Enhanced Basic Service Set)
* új QoS keretformátum
* Prioritás megállapítására mechanizmus
* QoS biztosításának másik lehetősége:
  + Terhelés alatti QoS: a fizikai átviteli sebesség az igények előtt járjon
  + protokoll időzítések kézbentartása
* Itt lett definiálva a tömbösített nyugtázás(block ACK), valamint az aggregált keretek előzménye, a TxOP
* No ACK: STA jelezheti ha nem kér ACK-t
* Közeghozzáférési módszerek kiegészítése: HCF(Hybrid Coordination Function)

## 25. 802.11 hálózat továbbfejlesztései: 802.11a,b,g,n verziók működési alapjai.

<https://www.youtube.com/watch?v=SeANpj-4mFs>

**802.11b:**

1999 októberi specifikáció  
2.4 Ghzes tartományt használja, több ütközés ISM sáv miatt  
maximum 11 Mbps sebességre képes

High Rate DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

11 Mbps áll rendelkezésre   
Tetszőleges +-1 sorozat 11 M szimbólum/s-mal (DBPSK)   
DQPSK esetén 2 párhuzamos +-1 sorozat

CCK (Complementary Code Keying)

* 8 hosszú komplex kódok: 11/8x sebességnövekedés  
  5.5 Mbps: 8 hosszú kód 4 bitet kódol (11/8\*4)

– 2 bit: Melyik kód a lehetséges 4 közül

– 2 bit: DQPSK-ban mennyi fázisfordítás a chipeken

* 11 Mbps: 8 hosszú kód 8 bitet kódol (11/8\*8)

– 6 bit: Melyik kód a lehetséges 64 közül

– 2 bit: DQPSK szerinti fázisváltozású

* Ez már sokkal kevésbé zavarvédett
* 3 darab nem átlapoló sáv lehet a 2.4 GHz-es tartományban
* Átlapolódás esetén romlik a jelminőség  
  Innen jött az igény a dinamikus frekvenciaválasztásra

**802.11a:**

* OFDM alapú specifikáció, 1999-ben
* Definiálja az 5GHz ISM sávok használatát
* 54 Mbps sebességre képes
* mivel magasabb frekvenciát használ, mint a b verzió, ezért a hatótávolsága kisebb(nagyjából a harmada)(magasabb frekvenciákon nagyobb a csillapítás)
* Bevezeti az adaptív csatornakódolást és modulációt
* A nagyobb funkcionalitás miatt bonyolultabbá válik
* A jó vételhez jól kell ismerni a csatorna állapotát és fejlett fizikai eljárásokat kell futtatni
* Teljesen új rádiós interfész
* Nem kellett igazodni a 802.11b-hez, teljesen új
* 20 MHz-es sávok az 5GHz-es tartományban
* 64 pontos FFT

**802.11g:**

* 2003 júniusi release
* 802.11 b továbbfejlesztése
* 54 Mbps sebességre képes, megegyezik az 802.11a sebességével
* Felmerült az igény a 2.4 GHz sávban való OFDM működésre

– Lassan terjedtek a korábbi verziók

* További igény: visszafelé kompatibilis legyen

– Azaz „Extended Rate” működés

– Fizikai fejlécek megegyezzenek a 802.11b –val

– Utána az adat rész lehessen 802.11a, vagy b kompatibilis

* Ezeket valósítja meg a 802.11g szabvány

– DSSS-OFDM fizikai réteg

* Ennek ára a nagyobb fizikai réteg overhead

– Viszont legacy 802.11 és 802.11b tud együttműködni

* Többféle verzió együttélése esetén:

– A rendszer összátvitelét rontják a korábbi verzióval működő eszközök

– Hiszen időt foglalnak, de kevés adatot visznek át

**802.11n:**

* 2009 októberi relase
* támogatja a 2.4/5 Ghzes sávokat
* 600 Mbps-ra képes
* Keret aggregáció: több MAC keret összevonása és együttes elküldése
* 2 us redukált keretközti idő RIFS -> csak zöldmezős módon (Azaz csak 802.11n képes készülékek, és mind tudja a RIFS-et)
* Szélesebb csatorna: 40 MHz -> csak zöldmezős módon
* MIMO: többantennás technikák alkalmazása
* A maximális kerethossz megnövelve 65535 byte–ra (korábban 4095)
* Csoportos nyugtázás
* AP üzemmódok:
  + HT (High Throughput) formátum: zöldmezős mód:
    - A beacon és kontroll keretek mennek 20 MHz-en
    - Legacy ezközök nem tudják használni
  + Nem-HT formátum: visszafelé kompatibilis működés
    - Tulajdonképpen 802.11 a/g
    - Nincs 40 MHz csatornahasználat, még akkor sem, ha lenne ilyen képességű terminál
  + Kevert HT formátum: 802.11n klienseknek HT, többieknek nem-HT
    - Hasonlóan a 802.11g-nél
    - A fizikai előtag 802.11a/g-nek megfelelő
    - Kell egy elsődleges 20 Mhz csatorna, ezeken történik a régebbi eszközök kiszolgálása, valamint a beacon, management és kontroll keretek küldése
    - Az n-es készülékek 40 MHz-n

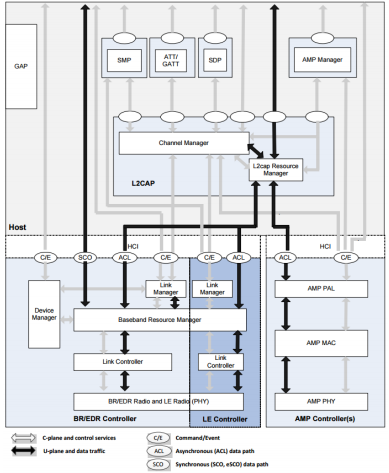
**802.11 ac**

* Új szabvány, amely még nagyobb átviteli sebességet biztosít
  + Nagyfelbontású videó
  + AR alkalmazások
  + Nagyobb rendszerthroughput, azaz több felhasználó
* Adatsebesség növelésének alapelve: „brute force”
  + Szélesebb sáv
  + Nagyobb állapotszámú moduláció
  + Több térben multiplexált adatfolyam
  + 5GHz –es sáv ezért, a 2.4 GHz-en nincs elég
    - 2.4 GHz-beli működés nem is definiált az ac -ben
    - Amúgy is eléggé „zsúfolt” a 2.4 GHz
* Visszafelé kompatibilitás az 5GHz-n
  + a,n terminálok
* Továbbá kifinomultabb eljárások
* Ez az 5G WiFi
* A definíció: VHT (Very High Throughput)
  + Definiált sávszélesség konfigurációk: 20, 40, 80, 160 MHz (szomszédos 20 MHz-enként)
    - 80 + 80 MHz, két 80 MHz nem szomszédos sáv
  + Visszafelé kompatibilitás (sávszélesség tekintetében)
  + A fizikai keret előtagja 20 MHz 802.11a formátumban megy
    - Minden 20 MHz részcsatornában
    - Érzékelni tudják a legacy készülékek
* OFDM mint eddig, itt is van rövid prefix
* Relatíve még kevesebb pilot segédvivő
  + Több, mint kétszeres növekedés a sávszlesség duplázásával
* Sebességek így (MIMO nélkül):
  + 80 MHz -> 325 Mbps (2\*802.11n -> 300 Mbps lenne)
  + 160 MHz -> 650 Mbps
* Bevezetik a 256 QAM –et, max 5/6 kódolással
  + 433.3 Mbps, illetve 866.6 Mbps
  + A 256 QAM nagyon zajérzékeny
  + Kiváló RF jelfeldolgozás kell hozzá
* Térbeli multiplexálás
  + Maximum 8 párhuzamos adatfolyam
  + Nyolcszoros adatsebesség
  + Elvi maximum a 6933.3 Mbps 160 MHz, 256 QAM
  + A vevőben (mobiltelefon, laptop, színestévé) ehhez
    - 8 antenna, legalább fél hullámhossznyira egymástól
      * De inkább egész (6 cm)
    - 8 vételi jelfeldolgozási lánc
* Többfelhasználós (Multi User) MIMO
  + Több adó és több vevő (MIMO) szükséges
  + A több, párhuzamosan küldött jel több kliensnek szól
* A gyártók tipikusan beleteszik a 2.4 GHz n és 5 GHz n/ac technológiákat
  + Szimultán működés a két sávban
    - Van aki erre mondja, hogy MU-MIMO, de nem igaz
    - Illetve összeadják az egyes sávokban elérhető elméleti maximális sebességeket
* Háromsávú működés
  + 2.4 GHz (ISM) és két sáv 5 GHz-en (U-NII)

# Bluetooth:

## 26. Bluetooth (dual mode) architektúra fontosabb elemei és szerepük.

<https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification>



Host specifikus architektúra blokk:

L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol)

* elrejti az alsóbb rétegek Bluetooth specifikus jellemzőit a felsőbb rétegek elől és csomag szintű illesztést biztosít a felsőbb rétegek számára
* L2CAP csomagok sokkal nagyobbak lehetnek mint a Baseband csomagok, ezért szegmentálásra lehet szükség
* L2CAP csatornák kezelése
* Adatfolyamok és service-specifikus információk átvitele
* A távoli (peer) eszköz Channel Managerével (CM) tart fenn kapcsolatot
* Erőforrások kezelése

SDP (Service Discovery Protocol)

* célja az egyes szolgáltatások protokollfüggőségeinek felderíthetővé tétele bármely fél által
* Service Registry
* Az eszközökön definiált Service leírók felderítését teszi lehetővé

AMP (Alternative MAC/PHY) Manager Protocol

* Távoli eszközökön található AMP-ok felderítése

GAP (Generic Access Profile)

* Alap Bluetooth funkcionalitások definiálása

SMP (Security Manager Protocol)

* Biztonsági mechanizmusok megvalósítása

ATT/GATT

ATT (Attribute Protocol)

* Szerver/kliens modellen alapuló protokollt határoz meg

GATT (Generic Attribute Profile)

* ATT-beli szerepekhez tartozó funkciók definiálása

BR/EDR/LE-specifikus architektúra blokkok:

Device Manager

* GAP által definiált funkciók megvalósítása

Link Manager

* Logikai linkek felépítése, kezelés, módosítása, frissítése
* 2 link menedzsment entitás között teremt kapcsolatot
* távoli eszközök képességeinek felderítése
* teljesítménykímélő üzemmódok, biztonság, QoS

Baseband Resource Manager

* alapvető eljárásokat definiál a Bluetooth eszközök egymás közötti kommunikációjának megvalósításához
* Alapvetően: AZ ütemező, ki, mikor, melyik csatornán, hogyan küldhet

Link Controller

* A Bluetooth kapcsolat koordinációját végzi
* L2 (MAC) adatcsomagok „értelmezése”
* LE-n: Link Layer Protocol megvalósítása
* BR/EDR esetén: Link Control (Baseband) funkciók megvalósítása

PHY

* Csomagok küldése és fogadása a megfelelő fizikai csatornákon
* FHSS

AMP-specifikus architektúra blokkok:

AMP PAL (Protocol Adaptation Layer)

AMP MAC

AMP PHY

Host-Controller Interface (HCI):

* Inkább interfész, mint protokoll arra az esetre, ha Host és a Controller specifikus funkciók külön vannak implementálva (pl. Bluetooth Dongle)
* A HCI szabványos felület a Host eszközök számára a szabványos BR/EDR/LE/AMP specifikus rétegek elérésére

Controllerek „felett” értelmezhető alapvető logikai transzportok:

ACL (Asynchronous Connection-oriented Logical Transport)

* Aszinkron, kapcsolat-orientált adatátvitelhez

SCO, eSCO (Synchronous Connection-Oriented)

* Szinkron, kétirányú, kapcsolat-orientált adatátvitelhez

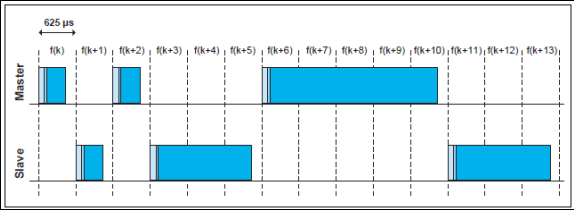
C/E (Commands/Events)

* Parancsok, válaszok, események aszinkron jelzéséhez

## 27-28. Hagyományos Piconet és Scatternet fogalma és működése.

**Piconet:** ad-hoc mukodes

* 1 master, maximum 7 slave
  + Parked eszközből akár több is lehet, mint 7!
* Kommunikációt a master vezérli:
  + Minden slave hozzá szinkronizálja az óráját
* Basic Piconet Channel: véletlen frekvenciaugratás sorozat, 79 darab van belőle
* Adapted Piconet Channel: minimum 20 Basic Piconet Channel-ből áll
* Időben koordinált hozzáférés
  + Master minden páros időszelettel rendelkezik, a páratlanokat a slave-ek között osztják ki + 1 dedikált broadcast csatorna



**Scatternet:** több összekapcsolt piconet (közös node-ok)

* Olyan frekvenciaugratási sorozat szükséges, amik nem ütköznek
  + Eltoljuk minden piconet-beli hop-okat offszetekkel
* Jobb a throughput, mintha sok független piconet-tel dolgoznánk
  + Nem megoldható ütközésmentes átvitel -> előbb-utóbb átlapolnak a frekvenciaugratási minták
  + ALOHA-jellegű átviteli sebesség-node szám görbét kapunk
* Egy eszköz több piconetnek is a tagja lehet, akár úgy is, hogy egyikben master, a másikban slave

**Hagyományos és LE fizikai réteg: moduláció és frekvenciaugratás.**

***Hagyományos:***

Modulációk

* Basic Rate (BR): GFSK (1 Mbps)
* Enhanced Data Rate (EDR): DQPSK (2 Mbps), 8DPSK (3 Mbps)

Frekvenciaugratásos szórt spektrum (FHSS)

* 1600 hop/s – 625 us/szimbólum
* 79 db 1 MHz-es vivő , f=(2402+k) MHz , k=0,1,..78

***LE:***

Moduláció

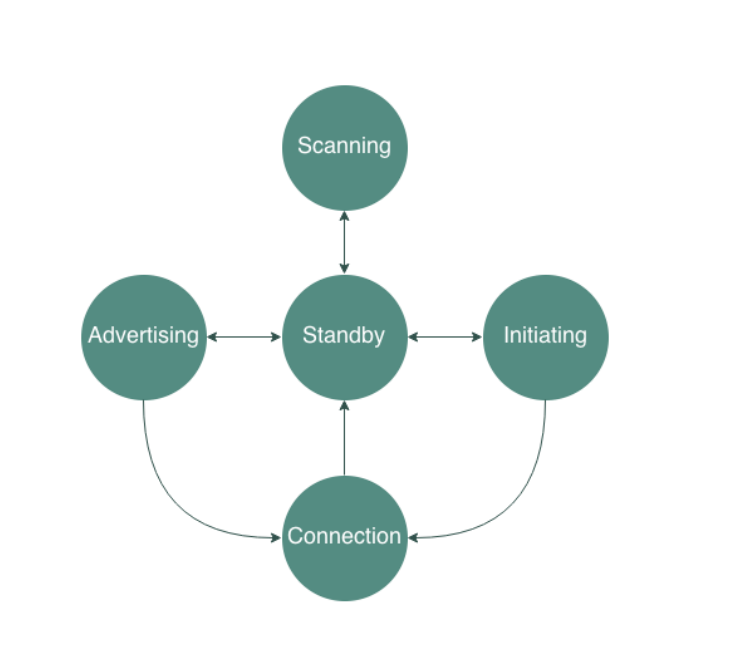
* GFSK (1 Mbps)

40 db 2 MHz-es frekvenciasáv

* 3 db Advertising csatorna
* 37 db Data csatorna

## 29. BLE Link Layer állapotgép és az állapotoknak megfelelő működés.

### BLE Link Layer Állapotgép



**Advertising:**

* a felderíthetőség állapota
* hirdetmények sugárzása az advertising eventekben

**Scanning:**

* a felderítés alapfolyamata
  + hallgatózás az advertising csatornákon
* lehet aktív vagy passzív folyamat
  + aktív ha SCAN\_REQ PDU segítségével több információt szeretnénk kinyerni az eszközből
  + passzív, ha nem

**Initiating:**

* kapcsolatfelépítés kezdeményezése
* hirdetési csatornákon CONN\_REQPDU küldése, majd Connection állapotban Master szerep

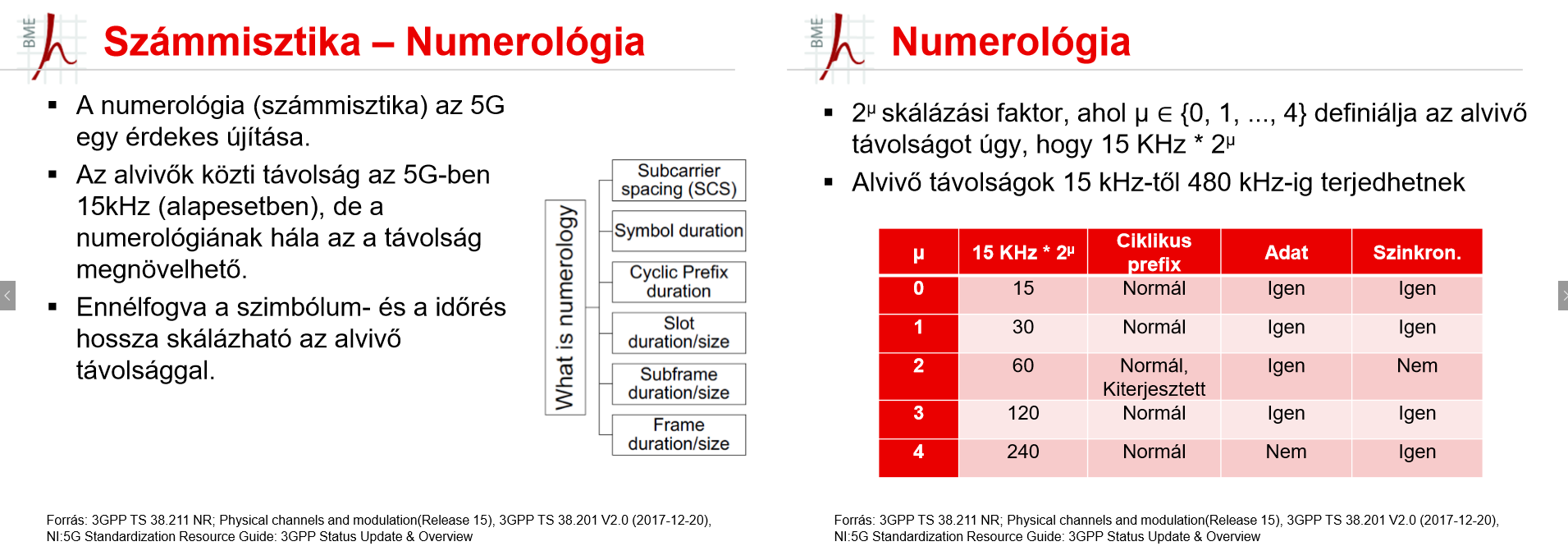
**Connection:**

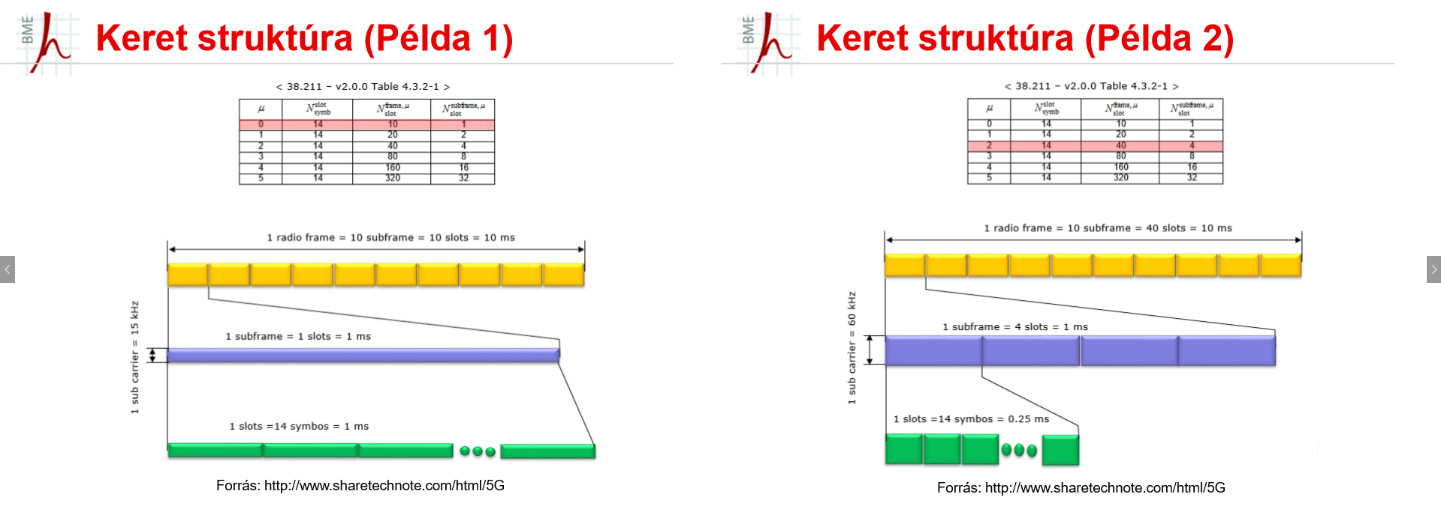
* Data csatornák és Data Channel PDU-k használata
* Connection eventek időzítései

**Standby**

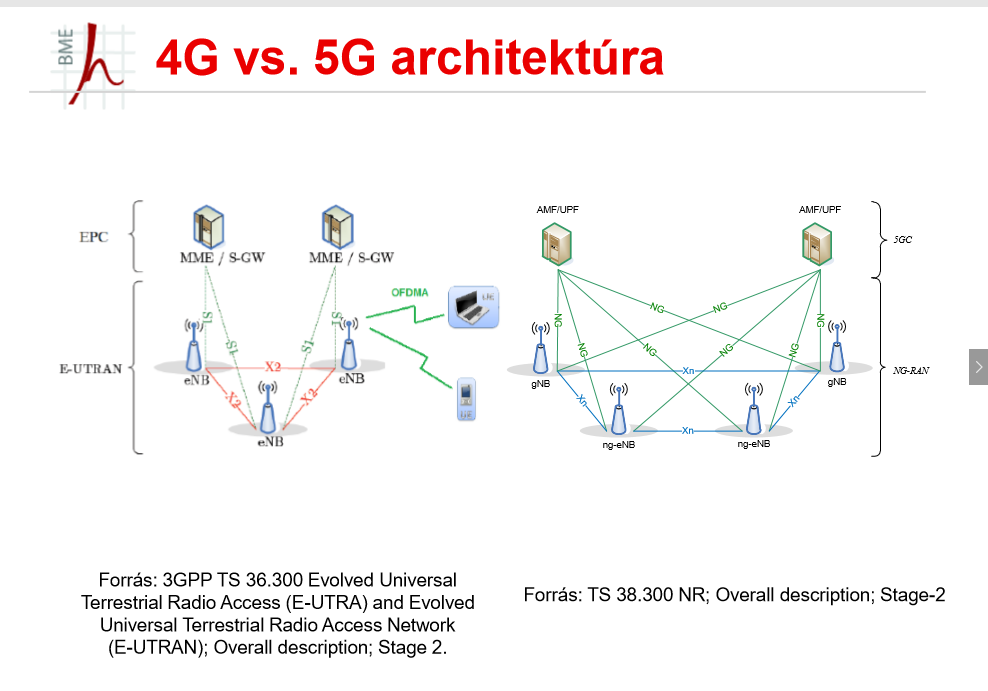
# 5G:

## 30. 5G New Radio numerológia fogalma, jelentősége. Hogy befolyásolja ez a keretszekezetet?

****

****

## 31. 5G architektúra (NG-RAN és 5GC), milyen változások jelentek meg a 4G SAE-hez képest.

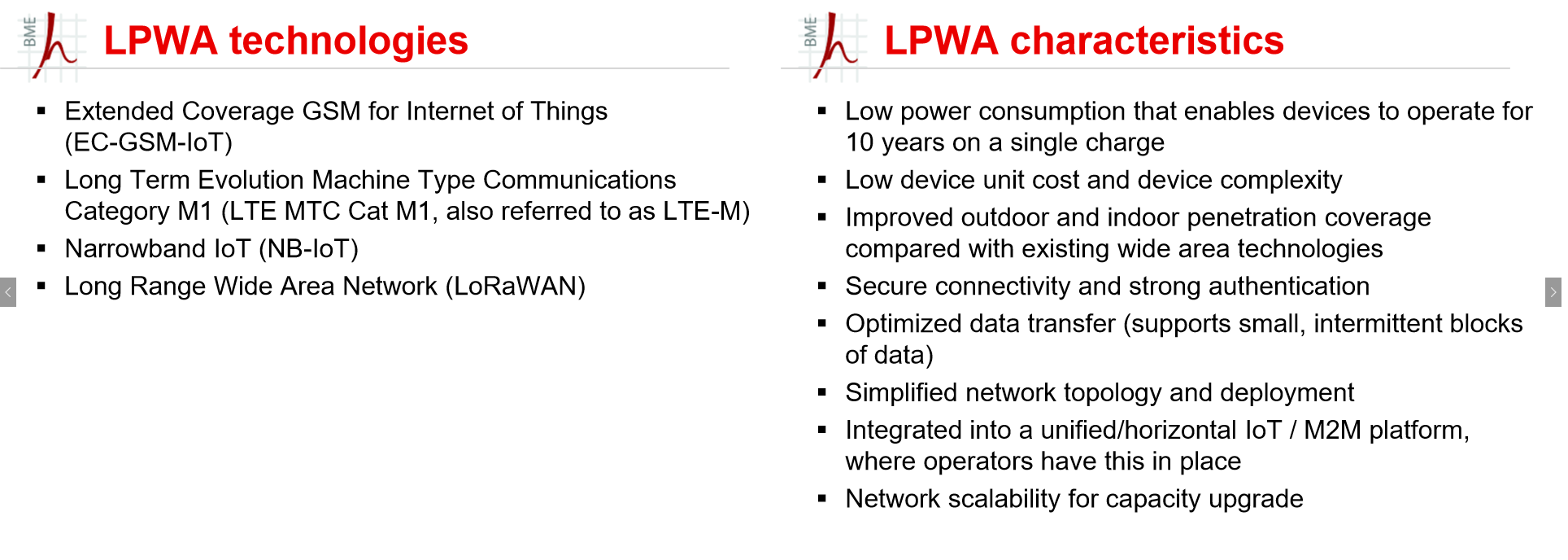
****

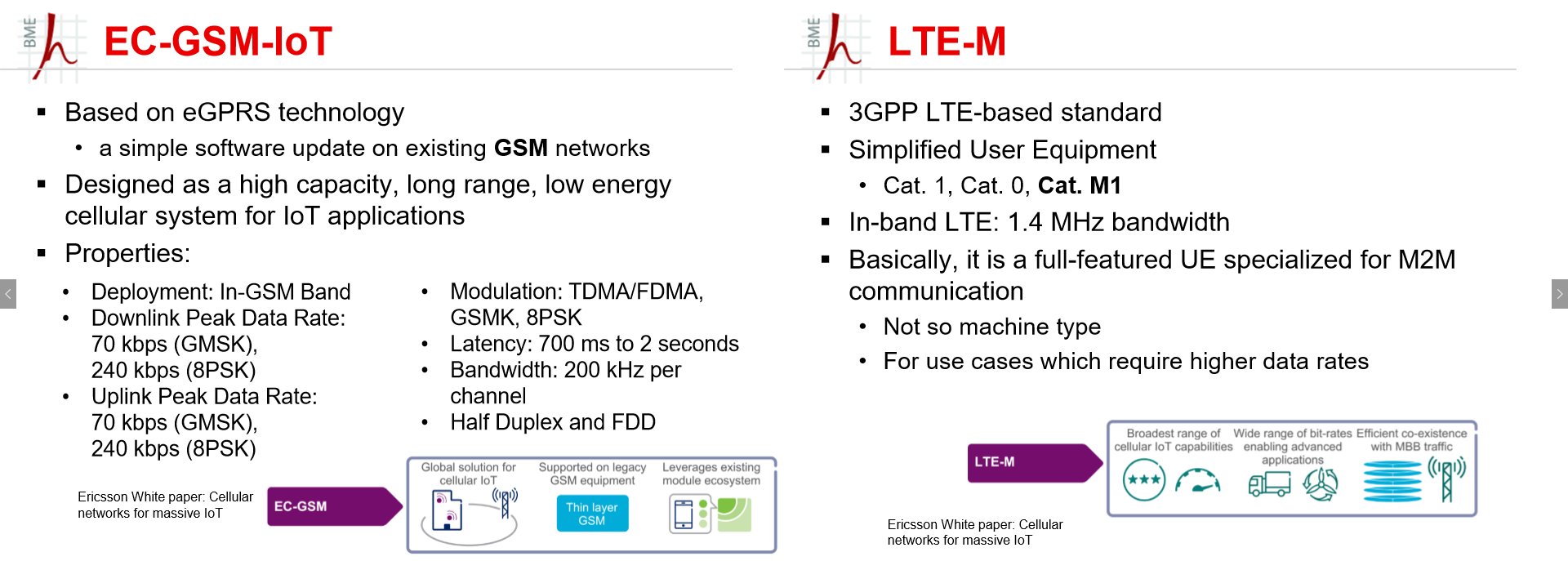
## 32. Milyen módszereket definiáltak az 5G-ben az alacsony késleltetésű kommunikáció megvalósításához?

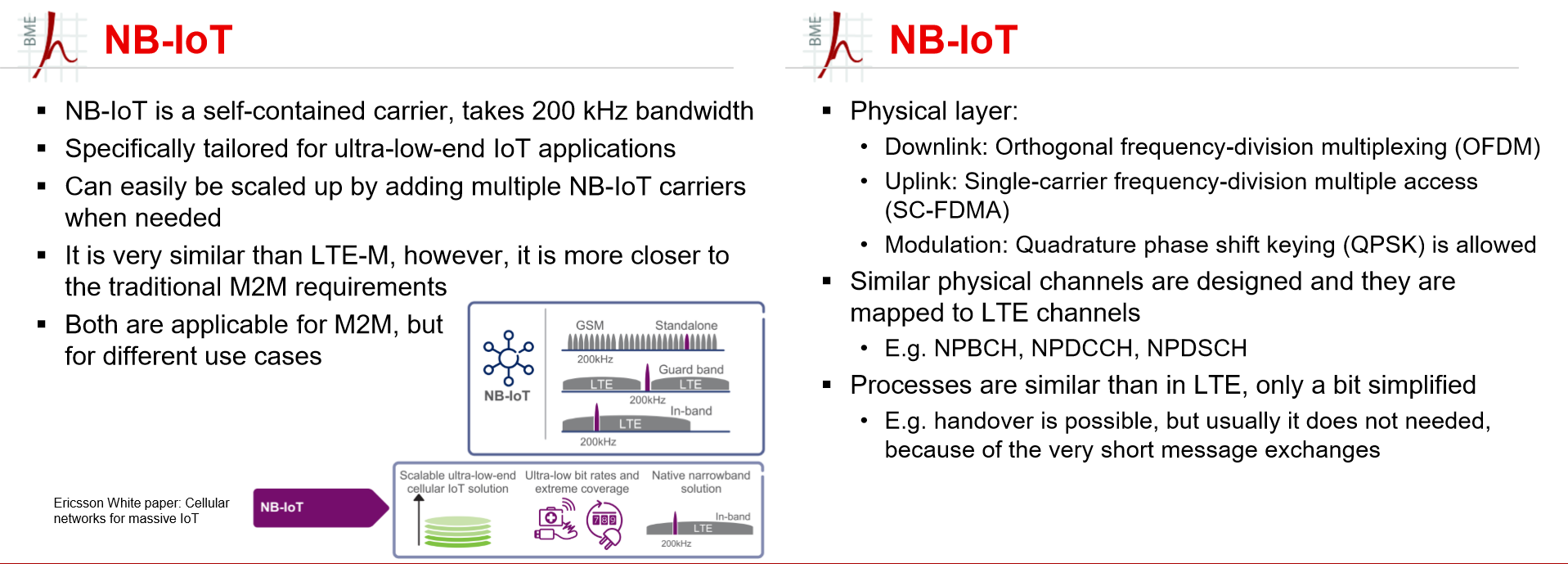
Minislot, változtatható alvivő távolság

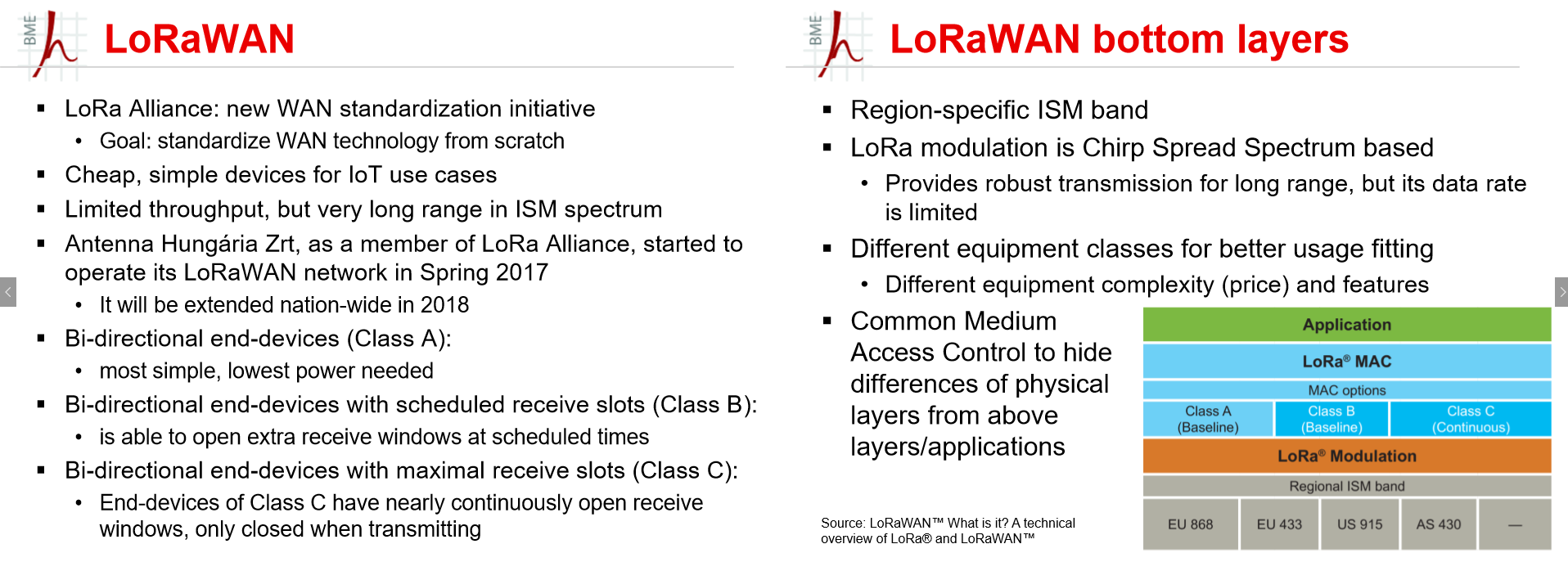
## 33. Többantennás technikák: diverziti, beamforming, térbeli multiplexálás és MU-MIMO.

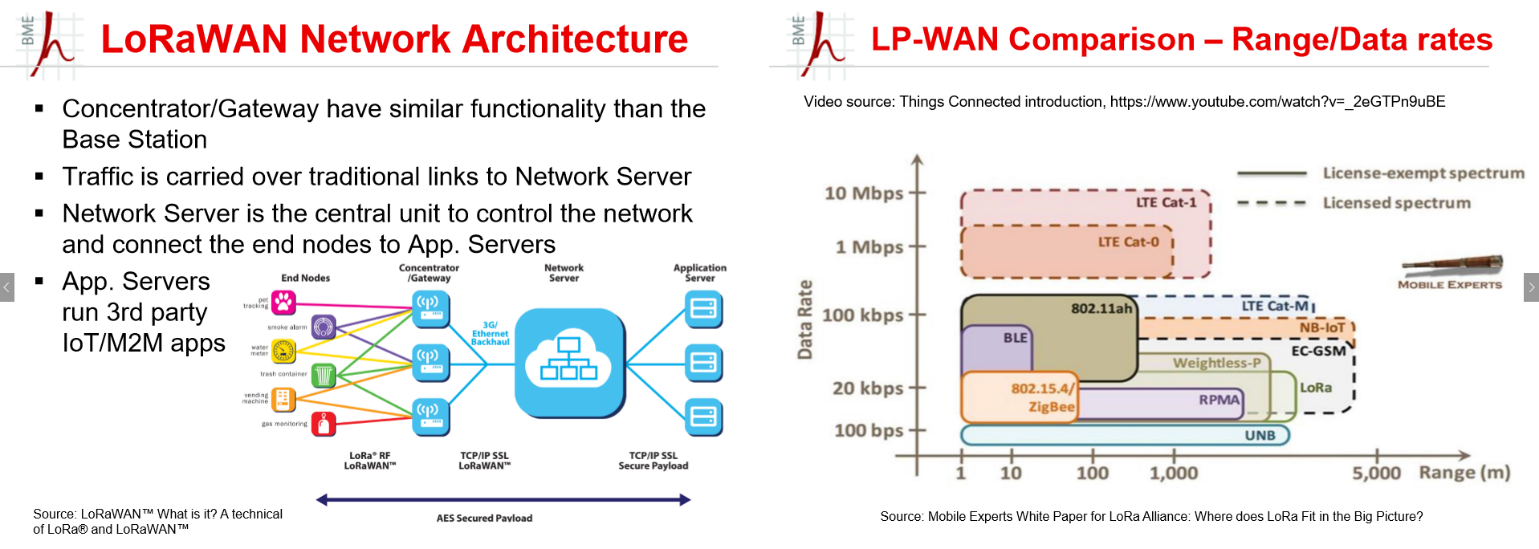
## 34. LP-WAN technológiák ismertetése: EC-GSM, NB-IoT, LoRaWAN.

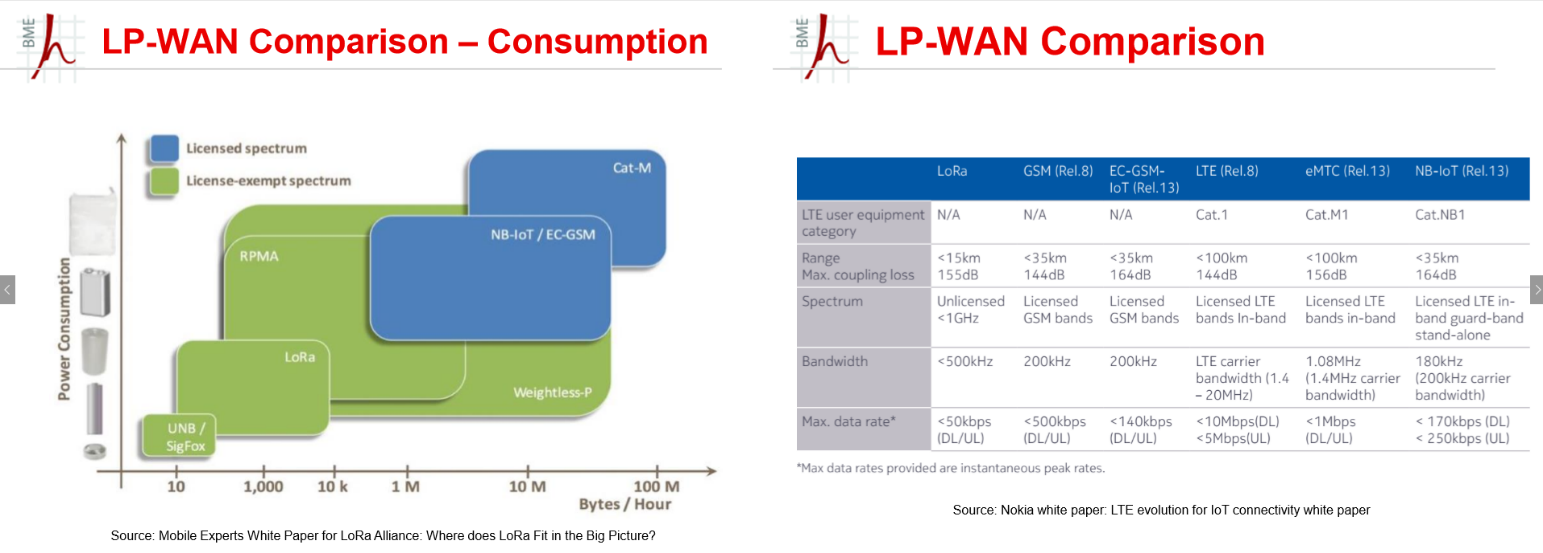
****

****

****

****

****

****

1. [↑](#footnote-ref-1)