

ALAPOK

1. Legalapabb alapfogalmak: jel, teljesítmény, analóg jel, digitális jel, jelek frekvenciatartománybeli leírása, frekvenciasáv, mintavételi tétel, szűrés

jel: Egy jel a változó azon részének matematikai leírása, amely a számunkra lényeges információt hordozza.

teljesítmény: A továbbított elektronikus jel „nagyságát” jellemezhetjük a jel teljesítményével. A jel teljesítménye az adott fogyasztón (lezáráson) átfolyó áram és a fogyasztó kapcsain megjelenő feszültség szorzata. A távközlésben az 1mW teljesítményt választva viszonyítási alapnak a jel teljesítményét dB-ben (decibel) fejezzük ki. 1mW megfelel 0 dBm szintnek. A jel szintjét a továbbiakban az $S = 10 \cdot \log(P_{\text{jel}}/1\text{mW})$ [dBm] összefüggéssel határozhatjuk meg.

analóg jel: Az **analóg jelek** térben és időben folytonosak, tehát egy $s=s(t)$ folytonos függvénnyel írhatóak le (egy egyváltozós függvény legegyszerűbben egy kétdimenziós grafikonnal ábrázolható).

digitális jel: A **digitális jelek** térben és időben diszkrét, tehát egy adatsorral (sorozattal) írhatóak le, amelyek szemléletesen pl. egy táblázatban adhatóak meg (amelynek első sora az időértékeket, második ill. további sorai pedig az egyes időértékekhez tartozó adatokat tartalmazzák).

jelek leírása a frekvenciatartományban: A spektrumanalízis azt mondja ki, hogy tetszőleges jel előállítható véges, vagy végtelen sok szinuszos és koszinuszos jel összegeként.

frekvenciasáv: Két kiválasztott frekvencia közé eső frekvenciaértékek összessége. Magába foglalhatja pl. a 30 kHz-től 40 kHz-ig terjedő frekvenciákat és ekkor a **frekvenciasáv** szélessége 10 kHz.

mintavételi tétel: A Shannon és a Nyquist tétel matematikai eszközökkel bizonyítja, hogy amennyiben egy idővel változó jelből állandó frekvenciával mintát veszünk, és a mintavételezés frekvenciája legalább kétszerese a mintavételezett jel legnagyobb frekvenciájának, akkor az így kapott diszkrét jelekből egy aluláteresztő szűrő segítségével az eredeti jelalak rekonstruálható.

szűrés: A gyors változásokat távolítja el a jelből, azaz a nagyfrekvenciás összetevőket csillapítja, míg a kisfrekvenciás összetevőket változatlanul hagyja. Ez a viselkedés, az úgynevezett aluláteresztő szűrés.

2. A modulált jelek alapsávi leírása, az alapsávi ekvivalens.

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

$$s(t) = a(t) \cos(\omega_0 t + \varphi(t)), \quad (1)$$

ahol $a(t)$ az amplitúdót, $\varphi(t)$ pedig a fázist (vagy a frekvenciát) moduláló jel. Egyszerű trigonometrikus átalakításokkal a jel ún. kvadratúra alakra hozható:

$$s(t) = s_I(t) \cos(\omega_0 t) - s_Q(t) \sin(\omega_0 t),$$

ahol

$$\begin{aligned} s_I(t) &= a(t) \cos(\varphi(t)) \\ s_Q(t) &= a(t) \sin(\varphi(t)) \end{aligned} \quad (2)$$

Az $s(t)$ neve a jellel fázisban lévő (in phase), vagy normál komponense, $s_Q(t)$ pedig a kvadratúrában lévő komponens. E két összetevő ismeretében definiálható az (1) szerinti jel komplex alapsávi ekvivalense:

$$s_{\text{ekv}}(t) = s_I(t) + j s_Q(t)$$

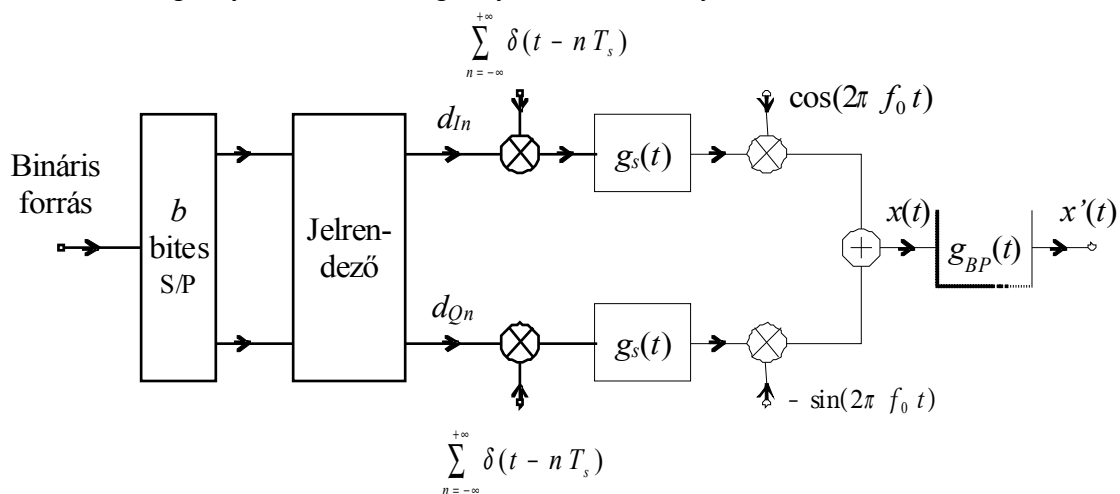
Láthatóan ez egy komplex értékű időfüggvény, a (2) szerinti valós és képzetes résszel. Ismerve a komplex számok Euler féle (exponenciális) alakját, könnyen belátható, hogy:

$$s(t) = \operatorname{Re} \left\{ s_{ekv}(t) e^{j\omega_0 t} \right\}, \quad (3)$$

ahol ω_0 a szinuszos vivő körfrekvenciája. Az $s_{ekv}(t) e^{j\omega_0 t}$ komplex kifejezés elnevezése az $s(t)$ jel komplex előburkolója.

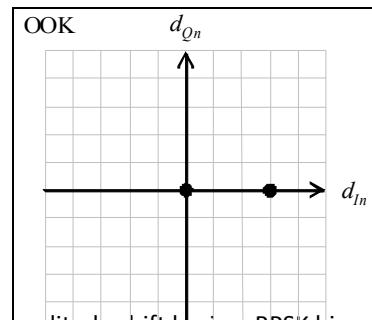
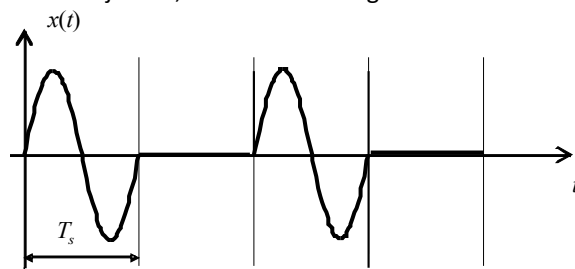
3. Lineáris digitális modulációk: adó felépítése, fajták, konstellációs diagramm, időtartománybeli jelalak

- a bináris forrásból soros/ph átalakítással b bites szavak jönnek
- jelrendező: a bináris szavaknak megfelelő d_I és d_Q értékeket állít elő
- $g_s(t)$: 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

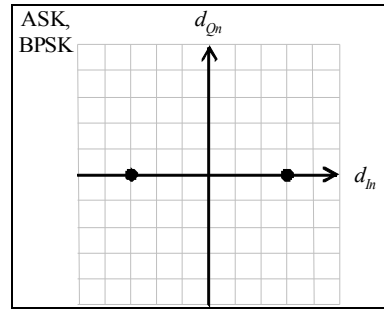
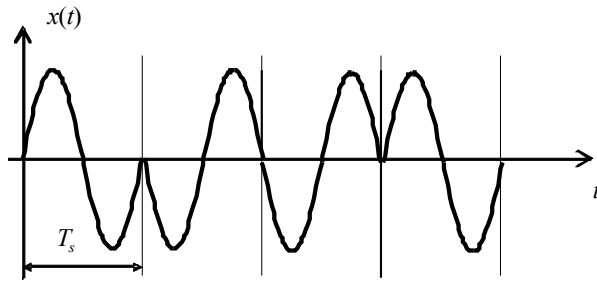


Fajták:

- On-OFF keying : $b=1$, d_Q mindig nulla, d_I egy vagy nulla, az elemi jelet vagy átvisszük, vagy nem
- jelalak, konstellációs diagram:

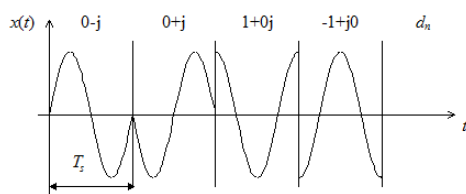
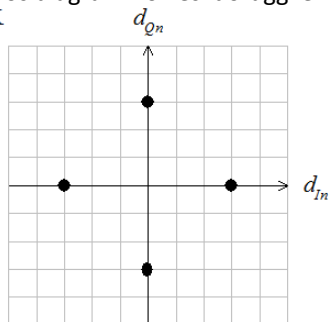


- Amplitúdó billentyűzés, bináris fázisbillentyűzés (ASK, amplitude shift keying, BPSK binary phase shift keying)
- $b=1$, d_Q mindig nulla, d_I egy vagy mínusz egy, az elemi jel, vagy inverze modulálja a koszinuszt
- időfüggvény, konstellációs diagramm

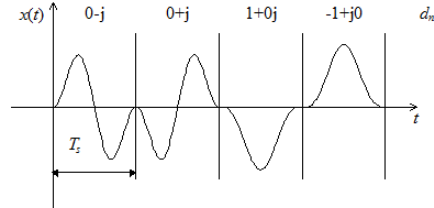
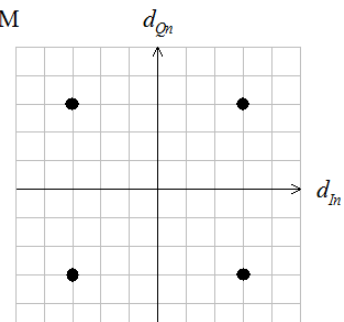


- QPSK (Quadrature Phase shift keying), 4-QAM (4 Quadrature Amplitude modulation), vizsgán: d_I és d_Q értékei
- konstellációs diagrammok és időfüggvények:

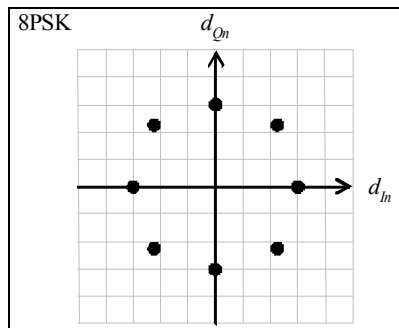
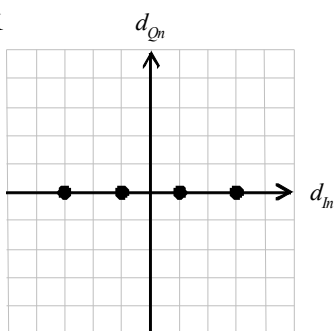
QPSK



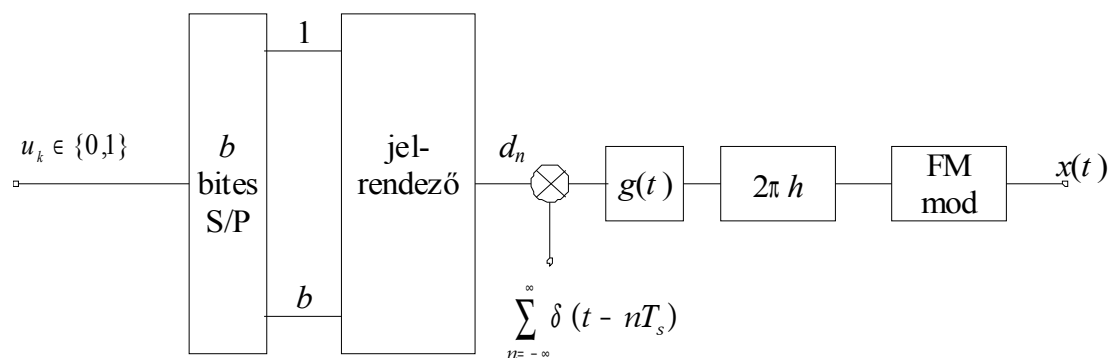
4QAM



4ASK

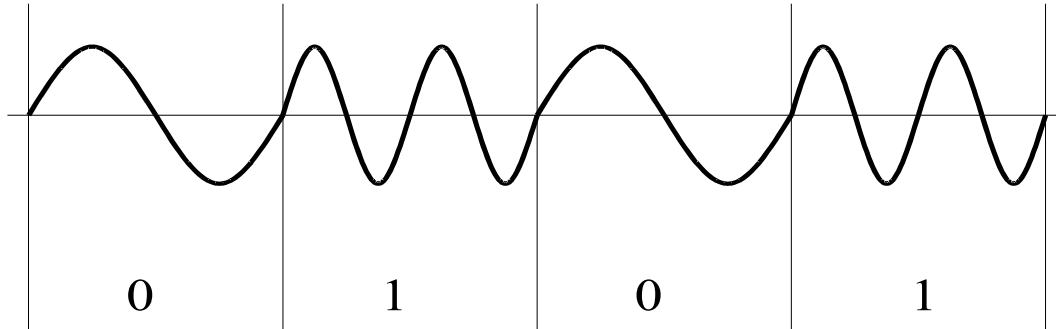


4. Nemlineáris digitális modulációk: adó felépítése, fajták, időtartománybeli jelalak



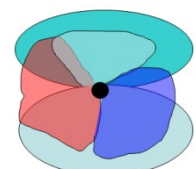
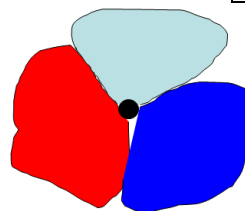
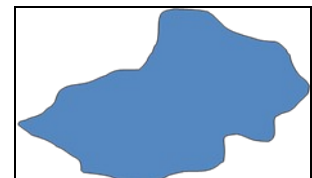
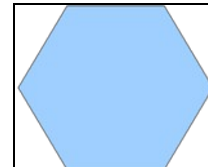
- példa: FSK (Frequency Shift Keying)

- időfüggvény:

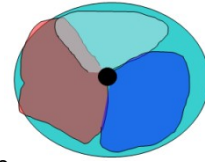


5. Rádióhálózat típusok (cellatípusok): méret, használat, alak, stb. szerinti csoportosítás.

- **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 területet 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 rural területen
- **szektorantennák:**
 - egy bázisállomással több cella kialakítására
 - létező cellák feldarabolására
 - gyakorlatban a terep miatt szabálytalan
 - 60, 90, 120 fok
 - antennaként külön-külön kezelve
 - különböző méretű szektorok
- **hierarchikus cellák:**
 - nagy forgalmú területek több cellával lefedése
 - a cellák természetesen más frekvenciákat használnak

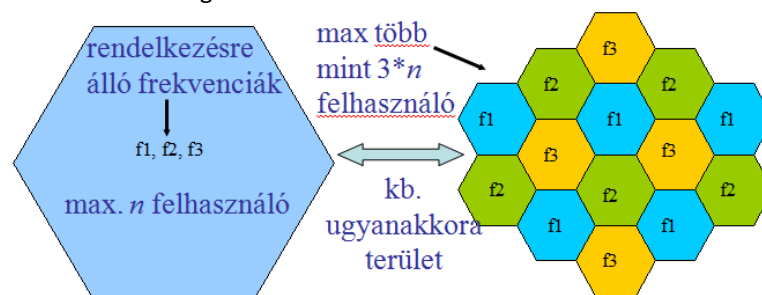


- egy bázisállomás több cellát is „működtet”
- **hierarchikus cellák, esernyő cella:**
 - egy nagy cella több kisebbet is lefed
 - különösen mikro-, pikocellás környezetben
 - a gyorsan mozgó felhasználók kiszolgálására
 - a gyakori handoverből eredő problémák kiküszöbölésére



6. A frekvencia újrafelhasználás elve, haszna, bemutatása egy példán.

- 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

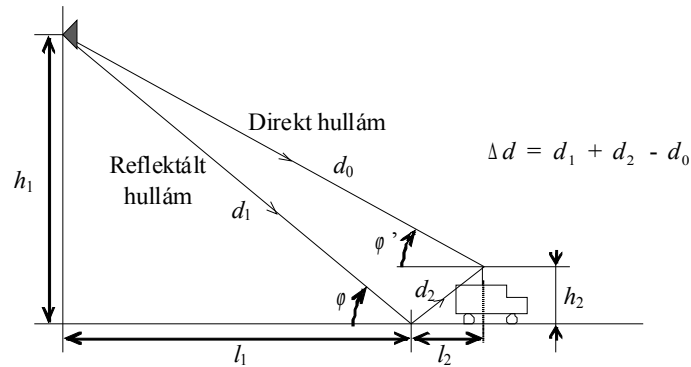


7. A terjedési modellek kétféle csoportosítása (empirikus, stb. illetve cella típusonként), minden csoporthoz példa.

- **empirikus** modellek: nagy számú mérés alapján vázolt egyenletek, görbék alapján; gyors, könnyen számolható, nem túl pontos
- **determinisztikus** modellek: az EM hullámok terjedését, diffrakcióját, stb. számoló modellek; szükség van a környezet pontos ismeretére; nagyon nagy számítási kapacitást igényelnek
- **szemi-determinisztikus** modellek: determinisztikus modellek módosításával, egyszerűsítésével, mérésekhez „hangolásával” készülnek
- makrocella:
 - kétutas terjedési modell (determinisztikus), kettős meredekségű modell
 - Okumura-Hata modell (empirikus)
 - módosított Okumura-Hata
- mikrocella
 - kettős meredekségű modell (empirikus)
 - Walfish-Ikegami modell (empirikus)
- beltéri modellek

8. A kétutas terjedési modell és a kettős meredekségű modell jellemzése.

Kétutas terjedési modell



- alapvető eredmény (elméleti):
- javítás: frekvencia-függés: $P_{\text{veff}} = P_v \cdot f^{-n}$

$$P_V \approx P_A \cdot \left(\frac{h_1 h_2}{d^2} \right)^2$$

kettős meredekségű modell (mikrocellás):

- gyakorlati tapasztalat: a csillapítás értéke (decibelben) a távolság logaritmusával adott meredekség szerint nő (kb. a távolság mínusz második hatványa szerint)
- egy adott távolság után (breakpoint) a távolság nagyobb negatív hatványa szerint (4-5), azaz logaritmikusan nagyobb meredekséggel
- $L_p = L_1 + 10g_1 \log(d)$ ha $d < d_{bp}$
- $L_p = L_1 + 10g_1 \log(d_{bp}) + 10g_2 \log(d/d_{bp})$ ha $d > d_{bp}$
- $d_{bp} = 4h_{BTS}h_m/\lambda$

9. A O-H és a W-I terjedési modell jellemzése: hol és milyen feltételek mellett használhatók, mit vesznek figyelembe a csillapítás számításához.

Okumura-Hata modell (COST 231)

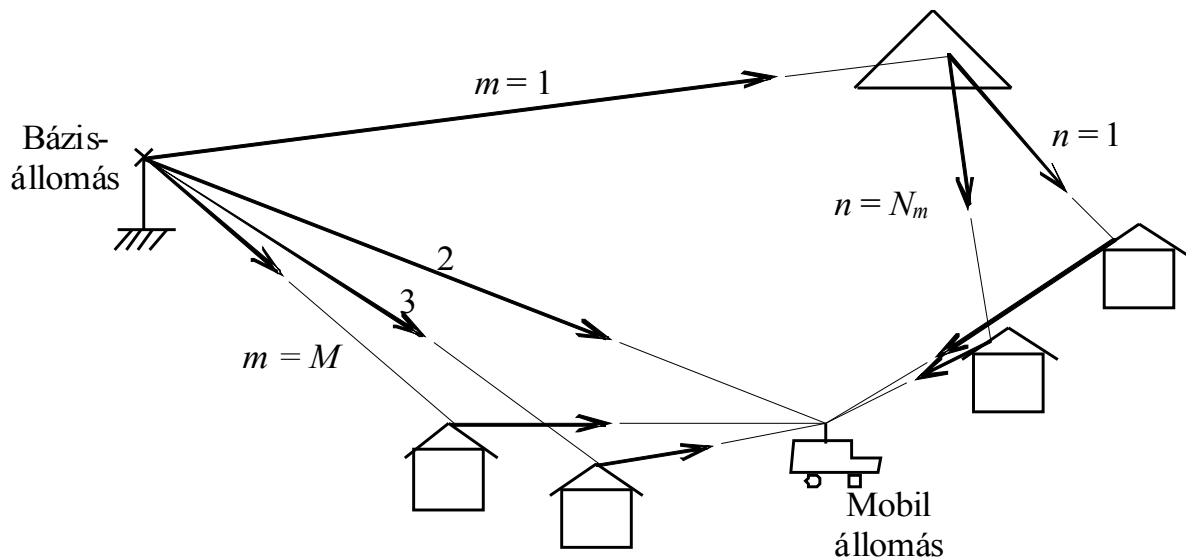
- a csatorna csillapítását becsli
- a csillapítás decibelben megadva
- f : vivőfrekvencia, h_m : mobil antenna magassága, h_{BTS} : BS antenna effektív magassága (átlagos környező tengerszint feletti magassághoz képest)
- a mobil antenna magasság korrekció: $a(h_m)$
- kisvárosi környezetben, nagyvárosokban
- Alapvetően nagy kiterjedésű, sík városi környezetre.
- módosítás dombos, városon kívüli, erdős, stb. területekre
- L_{diff} : diffrakciós csillapítás, a terjedési útban lévő tárgyak miatt, számolható
- L_{morpho} : morfológiai osztályok szerinti módosítás

Walfish-Ikegami modell (COST 231)

- mikrocellák, városi környezet
- két összefüggés: látható mobil (Line of Sight, LOS) és nem látható (NLOS)
- L_{rsd} : az utca körüli épületek tetejének szórása
- L_{msd} : a távolabbi tetőkön való szórás
- ezek számítása: átlagos utca szélesség, átlagos épület magasság, utcák irányszöge az antennához képest, stb

10. A többutas jelterjedés fizikai modellje, a fő- és melléknyalábok jelentése. A többutas terjedés modellezése késleltető művonallal. A többutas terjedésű csatornából kijövő jel leírása.

- Többutas terjedés: fő és mellékutak



ezmiez?

11. A Rayleigh fading származtatása. A Rayleigh eloszlás, bizonyítsa be hogy a többutas terjedésű modell alapján a jel amplitúdója Rayleigh eloszlású lesz.. A Rayleigh csatornában mérhető jel-zaj viszony eloszlásának levezetése.

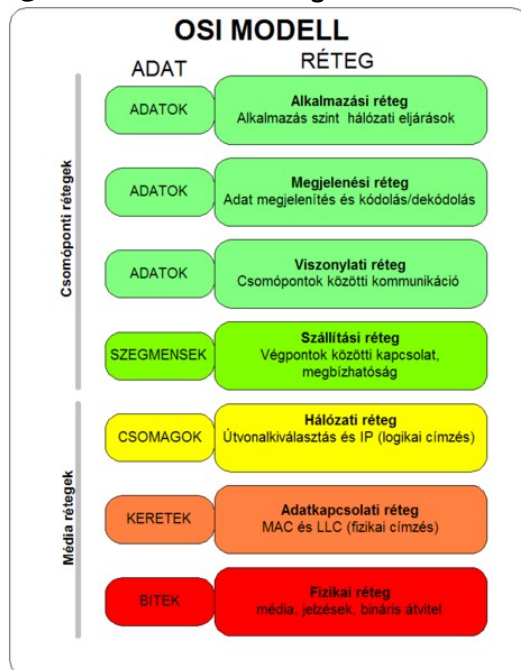
ezmiez?

12. Rice fading, lognormál fading.

A Rice fading: a vett jel amplitúdója Rice eloszlású, származtatása: a vevőig egy közvetlen terjedési úton + végtelen sok mellékúton jut el a jel

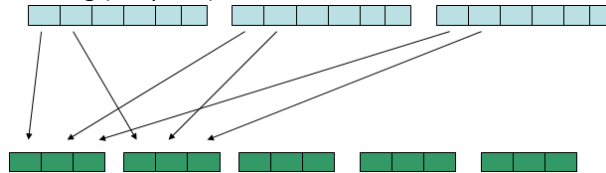
- a lognormál fading (lassú fading): a csatorna csillapításához (pl. Okumura-Hata alapján) logaritmikus skálán egy normális eloszlású véletlen csillapítás adódik, a mobil mozgása miatt, lassan vált

13. Az OSI modell: a rétegek elnevezése és fő feladata



14. Hibavédelmi és közeghozzáférési eljárások rádiós hálózatokban

- hogyan lehet a rossz csatorna hatásait kivédeni?
 - 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)



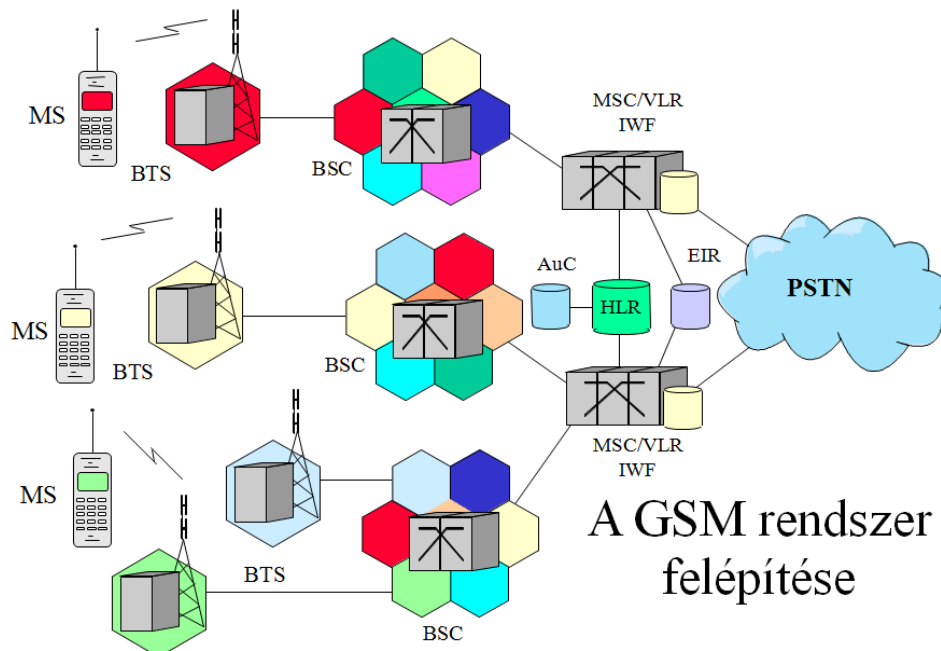
- scrambling (bitkeverés)
- nyugtázás/újraadás
- többféle verzió: pozitív nyugta minden csomagra, küldési ablakos megoldások, negatív nyugta
- általában: magasabb szintű moduláció és kisebb kódolási redundancia: kevésbé zavartűrő
- adaptív moduláció és kódolás: a csatorna állapotától függ, hogy egy adott pillanatban milyen modulációval, milyen hibavédő kódolással küldik az adatot: a hasznos átviteli sebesség is a csatornától függ

Közeghozzáférés:

- Szervezett és véletlen (versenyzéses) közeghozzáférés
 - hasonló fogalom: multiplexelés
- Szervezett: frekvenciaosztásos, időosztásos, kódosztásos hozzáférés
 - az egyes felhasználók egy frekvenciasávot, egy időszeletet vagy egy speciális jel-transzformációt jellemző kódot kapnak
- Véletlen:
 - ALOHA: felhasználó akkor ad, amikor akar, ütközés lehet, ütközés esetén véletlen várakozás után újra próbálkozás
 - vivőérzékeléses (CSMA) eljárások: adás előtt az állomás belehallgat a csatornába, ha nincs másik adás, akkor próbál adni

GSM

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



A GSM rendszer felépítése

- A bázisállomás alrendszer tartalmazza a cellás hálózat kialakításához szükséges adó-vevő és vezérlő berendezéseket.
- Három fő funkcionális elemet foglal magában:
 - a Bázis Adóvevő Állomást (BTS),
 - a Bázisállomás Vezérlőt (BSC) és
 - a transcodert (TC-k).
- 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.
- A BSC feladatai,
 - hogy konfigurálja és vezérelje a rádiós 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.
- Emellett részt vesz a BSC és MSC közti földi átviteli vonal vezérlésében.
- A transzkóder funkcionálisan a bázisállomás része.
- GSM-specifikus kódolást és dekódolást és adatátvitel esetén sebesség adaptálást végez.
- 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 előfizetői és végberendezés adatbázisok.
- A kapcsoló rendszer
 - a Mobil Szolgálati Kapcsolóközpontból (MSC),
 - esetleg egyéb szolgálati központokból, mint pl. a Rövid Üzenet Szolgálati Központ (SMSC) áll.
- Az előfizetői és végberendezés adatbázisok tartalmazzák
 - a Látogató Előfizetői Helyregisztert (VLR),
 - a Honos Előfizetői Helyregisztert (HLR),
 - az Előfizetői Azonosító Központot (AUC) és
 - a Berendezés Azonosító Regisztert (EIR).
- A Mobil Szolgálati Kapcsolóközpont alapvető kapcsolási és irányítási funkciókat hajt végre az NSS-en belül.
- Legfontosabb feladata, hogy a szolgáltatási területén található mobil állomások mobil kezdeményezésű, illetve mobil végződésű hívásainak felépülését koordinálja.
- Az MSC és egy közönséges telefonközpont között az a különbség, hogy az MSC olyan többletfunkciókkal rendelkezik, melyek segítségével követni képes a rádió erőforrások lefoglalását és kezelni tudják az előfizetők mobilitását.

16. Milyen adatbázisok találhatók a GSM hálózatban és miket tárolnak ezek?

- A GSM specifikáció definiál egy mobil állomások azonosítására szolgáló hálózati elemet, a Készülék Azonosító Regisztert (**EIR**).
- Ez egy adatbázis, amely a mobil készülékek főbb adatait tárolja.
- Az EIR-ben az MS-ekre a Nemzetközi Mobil Készülék Azonosítóval (IMEI) hivatkoznak.
- Az EIR három különböző listán tárolja az IMEI-ket.
 - A fehér lista a típus engedélyezett berendezések IMEI számait tartalmazza,
 - a szürke listán a megfigyelés alatt álló készülékek vannak és végül
 - a fekete lista azon mobil állomások IMEI számait tartalmazza, amelyeket le kell tiltani, vagy azért, mert ellopták őket vagy súlyos működési zavarok miatt.
- Az előfizetők azonosítására szolgáló biztonsági adatokat az Előfizetői Azonosító Központ (**AUC**) kezeli.
- 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 **VLR**-ek egy vagy több MSC-hez kapcsolódnak. Mindegyikük több cellát vezérel, feladatuk, az MSC(-k) szolgáltatási területén tartózkodó előfizetők adatainak átmeneti tárolása, valamint az előfizető helyének a HLR-nél pontosabb ismerete.
- A GSM cellák egy-egy csoportja forgalmi területet képez. Valahányszor a mobil állomás átlépi két forgalmi terület határát vagy más helyen kapcsolják be, mint ahol utoljára sikeresen regisztrálásra került, a VLR megkísérelti végrehajtani a helyregisztrációs eljárást (location updating).

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

- közeghozzáférés: TDMA/FDMA/FDD
- frekvenciaosztás: 200 kHz -es sávok
- időosztás: egy-egy vivőn nyolc időrés
- duplexitás: uplink és downlink kommunikációs irány frekvenciában elválasztva
- Világméreteken 7 féle GSM sáv létezik, Európában csak 4:

- P(rietary)-GSM900
- E(xtended)-GSM900 45 MHz duplex
- R(ail)-GSM900 távolság
- GSM1800 95 MHz duplex
- DCS1800 távolság

P-GSM900	890-915	935-960	124
DCS1800 (GSM 1800)	1710-1785	1805-1880	374

18. Ismertesse a GSM keret felépítését és a GSM-ben használt fizikai börszt típusokat!

- Keret felépítés:
 - 1 keret = 8 db, kb. 577 ms-os (v. 16 fele hosszúságú) időrés/normál börszt, kb. 4,615 ms
 - 1 multikeret:
 - TCH/F: 26 keret 120 ms
 - BCCH: 51 keret 235.36 ms
 - 1 superkeret: 6.12 s
 - TCH/F: 51 multikeret
 - BCCH: 26 multikeret
 - a superkeretek már egyenlő időtartamúak
 - 1 hiperkeret:
 - 2048 superkeret, ami kb. 2,7 millió TDMA keret, ismétlődési periódusideje mintegy 3,5 óra!

Normal burst (NB)	575				
	TB 3	Encrypted bits 58	Training sequence 26	Encrypted bits 58	TB 3 GP 8,25
Frequency correction burst (FB)	575				
	TB 3	Fixed bits 142			TB 3 GP 8,25
Synchronization burst (SB)	575				
	TB 3	Encrypted bits 39	Synchronization sequence 64	Encrypted bits 39	TB 3 GP 8,25
Access burst (AB)	575				
	TB 8	Synchronization sequence 41	Encrypted bits 36	TB 3	GP 68,25

19. Ismertesse a GSM logikai csatornáit és ezek leképezését fizikai csatornákra!

- Mindenkinek szóló vezérlő: broadcast control channels
 - FCCH, Frequency Correction Channel, frekvenciakorrekciós csatorna: a mobil vevőjét a vivőfrekvenciához hangolja, és

- SCH, Synchronization Channel, szinkronizáló csatorna, a keretszerkezet szinkronizációjára, hálózat és BTS azonosító, mindkettő downlink és közös
- BCCH, Broadcast Control Channel, üzenetszóró vezérlőcsatorna (downlink, közös): folyamatos, rendszerinformációk, frekvenciakiosztás és frekvenciaugratási szekvencia információ
- közös vezérlőcsatornák
 - RACH, Random Access Channel, véletlen hozzá-férő csatorna, uplink, réselt ALOHA, közös
 - PCH, Paging Channel, hívócsatorna, MS felé irányuló híváskor, közös, downlink
 - AGCH, Access Grant Channel, hozzáférést biztosító csatorna: SDCCH kijelölése jelzéshez (RACH után), közös, downlink
- dedikált vezérlőcsatornák
 - SDCCH, kijelölt vezérlő csatorna (duplex, dedikált): autentikáció, regisztráció, TCH foglalás
 - FACCH, gyors társult vezérlőcsatorna (ellopás bitekkel, sürgős esetben), gyors vezérlés/jelzés, duplex, dedikált
 - SACCH, lassú társult vezérlőcsatorna, multi-keret 12-es kerete (mindig rendelkezésre áll), duplex, dedikált, telj. szab. mérések eredményei
- Logikai és fizikai csatornák megfeleltetése:
 - logikai csatorna <-> időrés
 - BCCH-TRX : egy vivő, ahol a vezérlő információk mennek
 - általában ezen vivő 0 (és 1) időrésében, 51 keretes multikeret struktúrában
 - pl. FCCH: 0, 10, 20, 30, 40 sorszámú keret 0. időrésében, SCH: 1, 11, 21, 31, 41 keret 0. időrésében, BCCH: 2, 3, 4, 5 keret 0. időrésében; 50 keret után újból
 - SACCH és FACCH kivételével minden vezérlő csatorna itt
 - a BCCH-TRX többi időrése forgalmat szállít, 26 keretes multikeret formátumban (itt is minden 12 sorszámú keret SACCH)

20. Hogyan történik a bejelentkezés és a hívásfelépítés 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 és helyzetfrissítésre
 - BS utasítja MS-t a SACCH-n át a teljesítmény és időzítés beállítására, MS jelenti a BCCH-ek jelszintjét és jelminőségét és készenléti állapotba megy át.
- A HÍVÁSFELÉPÜLÉS 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: hitelesítés, hívásfelépítés és TCH kijelölés, a BS utasítja SACCH-en az MS-t a teljesítmény és időzítés 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)

21. Milyen biztonsági mechanizmusok működnek a GSM rádiós interfészén?

- gyakori és megbízható előfizetői azonosítás
- titkosítás minden felhasználói forgalomhoz tartozó adatra és előfizetőre vonatkozó jelzésre a rádiós szakaszon
- **Védelmi eszközök:**
 - SIM kártya az előfizető leutánzása ellen
 - PIN kód (4-8 számjegy) a SIM aktivizálásához (az előfizető ezt az ellenőrzést ki/be kapcsolhatja, de módosíthatja is a kódot), max. 3 rossz próbálkozás után reteszelőds, utána PUK (Personal Unblocking Key) + jó PIN lehetséges.
 - PUK, PIN reteszelőds feloldó kód, 8 számjegyű, csak az üzemeltető módosíthatja az ADM kóddal. 10 rossz próbálkozás után a SIM használhatatlan.
 - A PIN, PUK és ADM kódok egyedileg a SIM-hez rendelvek, a memóriából kiolvashatatlan módon tároltak. Generálásuk a kártyaazonosító (ID) és csak a gyártó által ismert kulcsok (K_{PIN} , K_{PUK} , K_{ADM}) kulcsok segítségével a DES (védelmi fedési szabvány) algoritmussal
 - SIM memóriában a két lényegi előfizetői adat: az IMSI (nemzetközi mobil előfizető azonosító) és a hitelesítő kulcs, a K_i (32 hexadecimális számjegy hosszú)
 - Elektronikus zárkód bekapcsoláskor
 - Előfizető hitelesítése minden bejelentkezéskor és hívásnál
 - Titkosított átvitel a rádiócsatornán
 - Ideiglenes mobil előfizető azonosító (TMSI), ami 8 jegyű hexadecimális véletlen szám az IMSI képviselőjében, az MSC titkosítva jelöli ki az MS számára, helyzet újbóli meghatározásakor változik
 - Szigorú eljárási rend minden titkossággal kapcsolatos feladat végzésénél
 - IMEI, EIR

22. Ismertesse a GSM csatornakódolást és interleavinget!

CSATORNAKÓDOLÁS BESZÉD

- A beszédkódoló 20 ms-onként 260 bitet szolgáltat (13kb/s)
- 50 bit „nagyon fontos” (type 1a) + 3 bit CRC
- 132 bit „fontos” (type 1b) + 4 nulla (konv.kódoló)
- 78 bit egyéb (type 2)
- 189 fontosból $r=1/2$, $k=5$ konv. kódoló $\Rightarrow 378$ bit (+ a változatlan 78) $\Rightarrow 456$ bit/20 ms = 22,8 kb/s
- $456 = 8 \times 57$, ez nyolc félbörsztben megy át $\rightarrow$ interleaving van, ezért nem kerül egy börsztbe
- Beszédkésleltetés = $8 \times 4,615$ ms + 20 ms = 57 ms

CSATORNAKÓDOLÁS KONTROLL

- 184 bites egységek + 40 bit CRC + 4 bit 0
- ez megy a konvolúciós kódolóba $\rightarrow$ 456 bit
- adat TCH:
- 240 bites egység $\rightarrow$ 240 bit blokk kódolás + 4 bit 0
- 244 $\rightarrow$ 488 bit konvolúciós kódolás
- 32 bit törölve ($C(11 + 15j)$ for $j = 0, 1, \dots, 31$) $\rightarrow$ 456 bit

INTERLEAVING

- **kontrol csatorna:** a 456 bitből 8 db 57 bites blokk: (0, 8, 16, ..., 448) bit, (1, 9, 17, ..., 449) bit, ..., (7, 15, 23, ..., 456) bit
- az első négy blokk bitjeit 4 börszt páros, a második négy blokk bitjeit ugyanazon 4 börszt páratlan pozíciójú bitjei viszik át
- **beszéd:** blokkok ugyanúgy, de az első 4 blokk bitjei 4 börszt páros pozícióira kerülnek, a következő 4 blokk bitjei a következő 4 börszt páratlan pozícióira
- **adat:** 16 db 24 bites, 2-2 db 18, 12 és 6 bites blokk; ezek 22 ! börsztben szétszétva
- a két 6 bites ketrül az 1 és 22 börsztbe, a 12 esek a 2 és 21, a 18 asok a 3 és 20, börsztbe, a többi a többibe. Minden börszt 4 v. 5 adatblokkból visz adatot

23. Mi a timing advance és miért kell vele foglalkozni?

- IDŐZÍTÉS (ADÁSSIETTETÉS):
 - $TA = 2d/c$, ahol d az MS-BTS távolság és $c=300000\text{km/s}$
 - $TA/2$ -t érzékeli a BTS vevő, 480 ms-onként elküldi az MS-nek.
 - A nulla távolsághoz képest TA -val kell az MS-nek adnia a BTS vett időzítéséhez képest, hogy a borsztök helyes időben érkezzenek.
 - $d_{\max} = 35 \text{ km}$ mellett $TA_{\max} = 233 \mu\text{s}$
 - A bitidő (3,69 μs) 0...63-szorosa (6 bit), elvi pontossága $\pm 0,5$ bitidő.

MOBIL IP

24. Mobilitás támogatás szükségessége, mobil IP résztvevői és szükséges hálózati elemek, mobilitás támogató funkciók.

- Hordozhatóság: hálózathoz való kapcsolódás megszakad, mialatt a masina helyét változtatja :-(
Jövőbeli felhasználók nem fogják ezzel beérni, nekik mobilitás kell:
állandó kommunikáció, még mozgás közben is!
- Nem kevés munkát fektettek be létező protokollok kiterjesztésére, hogy azok (valamilyen szinten), támogassák a mobilitást
- Követelmények mobil IP megvalósításhoz:
 - a mozgó node képes legyen kommunikálni másik csomópontokkal, miközben változtatja access pointját.
 - Mobil IP-t használó hosztoknak képesnek kell lennie mobil IP-t nem használó hosztokkal kommunikálni. Más hosztokban, vagy routerekben ne kelljen protokollmódosítást végrehajtani, kivéve, ha csak azok nem képeznek egy új architektúra elemet.
 - minden mobil node helyzetére vonatkozó információt hitelesíteni kell, hogy védekezzünk a távoli átirányításos támadás ellen.
 - lehetőleg csökkentsük a küldendő üzenetek számát, valamint annak mérete is lehetőleg legyen minél kisebb.
 - az IP címek ne legyenek korlátozva semmilyen globálisan korlátozott címtartományra .
- Új entitások:
 - Mobile node: kapcsolódási pontját változtató mobil eszköz
 - Home agent: a mobil node otthoni hálózatában lévő router, ami tunnelezi az adatokat, így juttatva el azokat a távolban lévő mobil node-hoz.
 - Foreign agent: egy router a node jelenlegi hálózatában, mely felelős az adatok továbbításáért a node felé, amíg az a hálózatban tartózkodik.
- Összefoglalva a következő funkciók szükségesek mobilitás megvalósításához:
 - újracímzés az otthoni hálózatban
 - care-of és home address összerendelésének karbantartása
 - datagramm eljuttatása a care-of címre
 - care-of címnél inverz újracímzés
-

25. Mobil IP terminológia, fontos fogalmak (binding, CoA, tunneling, encapsulation, stb.) és magyarázatuk.

- A mobil node otthoni IP címét home addressnek nevezik (~permanens cím IP-nél). Ha eltávolodunk a home network-ból, akkor kapunk egy care-of address-t, ami tükrözi az új helyünket.
- A home agent két részből áll:
 - LD
 - redirecting function

Ebből következik, hogy az idegen ágensnek valamilyen inverz műveletet kell ellátnia (inverse readdressing)

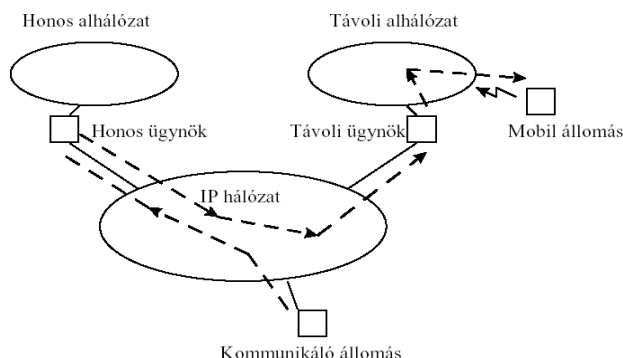
- két IP cím minden mobil node-hoz, ezeket tárolni kell (Location Dir.)
- home network, home és care-of address
- csomag jön:
 - node otthon van, továbbítjuk neki
 - nincs otthon, továbbítjuk care-of address -ra.(readdressing: home addr.-> care-of address)
(inverse readdressing)
- **binding (kötés):** mobil IP címe, CoA –ja és ennek élettartama együtt
- **becsomagolás (encapsulation):** a HA a node számára érkező IP csomagot új fejléccel látja el (ez a becsomagolás) és úgy küldi tovább
- **tunneling :** a HA továbbítja a CoA –ra a mobilnak szóló csomagot, egyfajta alagutat hozva létre a hálózatban, a küldő úgy látja, hogy ezen az alagúton keresztül közvetlenül eléri a címzettet a csomag
- **agent discovery:** a home/foreign agent-ek **hirdet hetik** magukat minden linken, ahol szolgáltatást nyújtanak. Egy újonnan érkezett mobil ágens így értesülhet a szolgáltatásokról.
hirdetés: az ICMP router advertisement üzenettel, a rendelkezésre álló szabad IP címeket , **ügynök sűrűség:** a mobil további hirdetési üzeneteket kér
- **registration:** ha a node távol van, regisztráltatnia kell care-of address-ét a home agent-nél. Ez történhet közvetlenül, vagy a foreign agent igénybevitelével is. regisztrációs kérelem: HA címe, saját cím, igényelt CoA, ennek élettartama

26. A mobil IP működése. CoA fajták, becsomagolási módok.

A Mobil IP protokoll működése:

- a home/foreign ágens meg hirdetik szolgáltatásukat, amikről a mozgó node-ok értesülnek.
- A node eldönti a hirdetésből, hogy otthon van-e vagy sem.
- Ha otthon van, akkor mobilitást támogató funkciók nélkül kommunikál, ha hazatért egy másik hálózatból, akkor egy deregistration-t hajt végre home agent-ével.
- ha a node új hálózat területére téved, care-of address-t igényel. Ez lehet vagy a foreign agent címe, vagy egy colocated cím. Az otthonától távol lévő node regisztráltatja új care-of címét a home agent-sel. Ehhez esetleg igénybe veszi a foreign agent segítségét.
- a mobil hoszt otthonába küldött adatokat a home agent továbbküldi a care-of címre, egy tunnel segítségével.
- Fordított irányban, amikor a mozgó hoszt küld adatot, akkor lehet használni a jó öreg IP routálást, a home agent nélkül.
- Két féle módon lehet care-of address-t szerezni:
 - a care-of address= a foreign agent címével. Ekkor a tunnel vége a foreign agent. Előnyös, mert kevés címet használ fel a szűkös címtartományból. ekkor a FA saját listán tárolja a csatlakozott idegen mobilok IP címét
 - egy local IP-t utalunk ki a mobil node-nak (colocated care-of address) dinamikusan (DHCP). Ekkor a mobil node a tunnel vége.
- Colocated care-of cím szerzésére képes mobil hoszt , foreign agent nélkül képes működni, ám ugyanez emészt a felhasználható címtartományt, mivel egy új IP címet kell kiosztani. Egyáltalán nem biztosított, hogy minden alhálózatban legyen még szabad, fel nem használt cím.
- Foreign agent és care-of address közti különbség:
 - care-of address az a tunnel vége, lehet egy kiutalt (colocated) cím, de lehet a foreign agent címe is.
 - az agent egy mobilitási funkciókat szolgáltató entitás

27. Az optimalizált mobil IP működése



- ha a másik kommunikáló fél is egy olyan mozgó állomás, amelyik egy idegen alhálózatban tartózkodik, mindkét fél honos ügynökén keresztül folyik az adatátvitel, még akkor is, ha történetesen a két mobil ugyanabban az idegen alhálózatban tartózkodik.
- ez nyilvánvalóan a hálózat fölösleges túlterhelését jelenti. Az átvitel minősége így érzékenyebb lesz a fix hálózat topológiájára, valamint a minden kapcsolatot kezelő otthoni ügynök az adatátvitel szűk keresztmetszetévé válhat.
- jelentősen megnövekedhet az IP csomagok késleltetése, ami késleltetés-érzékeny alkalmazások esetén (pl. voice over IP) a minőség romlásához vezet.
- megoldás: ún. kötés-tárak létrehozása (binding cache) a hálózat lehetséges végpontjaiban
- Binding cache:
 - a mobil IP címe,
 - ideiglenes címe és az ideiglenes cím hátralévő élettartama van nyilvántartva.
 - ha a címzett mobilról van bejegyzés a küldőben, akkor arra címre küldi az IP csomagot
 - élettartam lejártával törlik a bejegyzést
 - ha nincs bejegyzés, az eredeti moIP szerint
- fő procedúrák: **binding cache frissítés**
- üzenet tartalmazza a mobil ideiglenes címét és ennek élettartamát
- válasz nem kell, hisz sikertelen vétel esetén megint próbálkozik
- **smooth handoff**
- eredeti mobil IP szerint az idegen ügynök nem kap értesítést, ha a mobil egy új alhálózatba jelentkezik be, és csak akkor törli a mozgó állomást a látogató-listáról, ha az ideiglenes cím élettartam lejárt
- a mozgó állomás egy új alhálózathoz csatlakozik, de még az új regisztrációs üzenet nem érkezett meg a honos ügynökhöz és/vagy a régi ideiglenes cím élettartama nem járt le
- érkehetnek korábban elküldött IP csomagok a régi alhálózati ügynökhöz. Ezek az üzenetek az eredeti mobil IP megvalósításban elvesznek
- valamilyen felsőbb rétegbeli (pl. TCP) újraküldésről kell gondoskodni.
- az új ügynök értesíti az előző alhálózat ügynökét a handoffról
- az ezután továbbítja a mobil új IP címére az érkező csomagokat (forwarding pointként működik)
- ehhez a mobil végpontnak a regisztrációs kérésbe kell bizonyos mezőket illesztenie
- ennek hatására az új ügynök egy kötés-frissítés üzenetet küld a régi felé, az új CoA-val, erre tud majd továbbítani

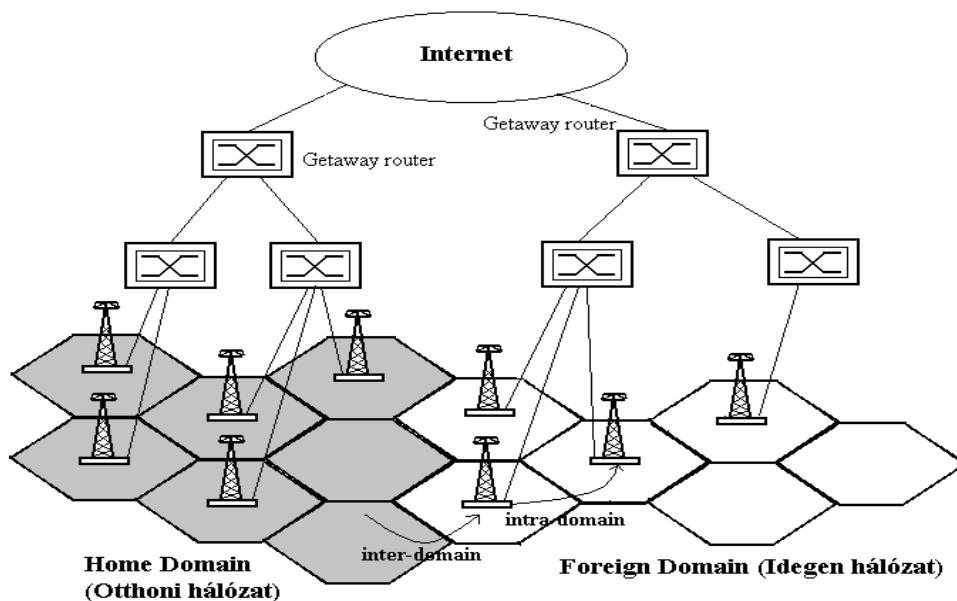
28. Mobilitás kezelés az IPv6-ban: mobil IPv6.

- alapkoncepció itt is ugyanaz, mint a mobil IPv4-ben volt: a mozgó felhasználó mindig elérhető az otthoni IP címén keresztül
- a mobil az otthoni alhálózatán kívül tartózkodik, regisztráltatja ideiglenes címét az otthoni hálózat egyik routerénél, amely a mobil honos ügynökeként működik
- egy felhasználó több ideiglenes címmel is rendelkezhet, ezek közül az egyiket - az elsődleges ideiglenes címet (primary care of address) - kell a regisztráció során a honos ügynökkel közölnie

- az ideiglenes címeket a mobilnak magának kell generálnia/lekérdeznie, ehhez követelmény az auto. cím konfiguráció és szomszédság feltérképezés (neighbor discovery) képesség minden mobiltól
- lehet még bizonyos mobilok számára előre konfigurált CoA-k
- nincs FA, a címet saját maga szerzi meg a mobil
- regisztráció: a mobil összeköttetés-frissítés üzenetet küld honos ügynökének, amiben közli az elsődleges ideiglenes címét, nincs szükség regisztrációhoz és az összeköttetés-frissítéshez két különböző típusú üzenetre
- az összeköttetés frissítés üzenetet a mobil addig ismétli, míg nyugtát nem kap róla a honos ügynöktől
- a honos ügynök a távol tartózkodó mobil címére érkező üzenetet kap, a mozgó felhasználó elsődleges ideiglenes címére továbbítja
- a mobil IPv4-nél hatékonyabb IPv6 becsomagolást (IPv6 encapsulating) alkalmazva
- a mobil, ha olyan üzenetet kap, amelyet otthoni ügynöke továbbított, összeköttetés-frissítés üzenetet küld a csomag forrásának, amelyben közli ideiglenes címét
- ha egy távoli terminál, melynek összeköttetés-tárában a mobilra vonatkozó bejegyzés van, észleli, hogy a bejegyzés érvényességi ideje rövidesen lejár, összeköttetés-kérés üzenetet küld a mobilnak, amely erre összeköttetés frissítéssel válaszol
- alapvető a háromszög routing elkerülése, egyféle üzenettel
- az idegen alhálózatban tartózkodó mobil az ideiglenes címét is megadhatja az általa küldött IPv6 datagramm forráscím mezőjében, így a válaszok a honos ügynök elkerülésével erre a címre érkeznek
- egy kommunikáció során a honos ügynök csak ritkán kapcsolódik be az átvitelbe (tipikusan az első néhány elküldött datagramm továbbításakor)
- lehetőség olyan routereken keresztüli kommunikációra, amelyek az áthaladó csomagok IP címei alapján a forgalmat szűr és nem engedi be a mobil honos hálózatából érkező csomagokat, de a látogatott hálózatból érkezőket igen
- az ideiglenes cím forráscímként való megjelölése megkönnyíti a multicastot is
- a sima handoff biztosításához ekkor azonban szükség van arra, hogy a mobilnak több ideiglenes címe legyen. A több ideiglenes cím lehetővé teszi, hogy a mobil üzeneteket kapjon miközben új elsődleges ideiglenes címet regisztrál a honos ügynökénél.

29. Az IP mikromobilitás fogalma, motivációi, szerepe, helye. Handover típusok

- A **nagy körülfordulási idő** és a **vezérlési overhead** miatt kb. 5s-re megszakad a kapcsolat minden IP csatlakozási pont váltáskor.
 - Ez komoly gondot jelent pl. a *valós idejű* alkalmazásoknál.
 - A mobil IP inkább *nomád környezetben* használható semmint *mobile computing* környezetben.
- Ezen probléma kiküszöbölésére az IETF több javaslatot is vitára bocsátott, melyek:
 - egy **jól definiált területre korlátozott mobilitást biztosítanak** (pl. hozzáférési hálózat egy épületen belül) és
 - **együttműködnek a mobil IP-vel hierarchikus módon.**
- Ezek az **ún. mikro mobilitás protokollok**
 - **nem skálázhatók** olyan jól a felhasználó számmal, mint a mobil IP,
 - de sokkal **jobb teljesítményt** nyújtanak a cellaváltások tekintetében.
- Jelzési overhead arányos:
 - a felhasználók számával - világméretű rendszerek
 - mobilitásuk fokával - piko és mikrocellák
 - az igényelt sávszélesség nem játszik szerepet!
- A mikro mobilitás protokollok **szerepe előtérbe** került az "ALL IP" megközelítés előretörésével a jövő mobil rendszereiben (adat, jelzés, vonalkapcsolt szolgáltatások, stb. mind IP csomagokban halad).
- Jelenleg a **GPRS** rendszerben saját protokoll gondoskodik a mikro mobilitás kezeléséről, de a **3G** rendszerekben cél a mobilitás kezelését teljes egészében az IP-réteg feladatává tenni, ezért a mikro mobilitás kezelésére alkalmas protokollok nélkülözhetetlenek.
- Ahogy az ábrán is látható két alapvető handover típust különböztetünk meg: tartományok közötti, és domain-on beüli cellaváltásokat:



- Cellaváltás, típusai:
 - **soft/hard**: egyidejűleg több kapcsolat
 - **Hálózat/mobil kontrollált**: a mérések alapján ki dönt a HO-ról
 - **Smooth**: csomagvesztés nélkül
 - **Fast**: nem észrevehető késleltetés
 - **Seamless**: smooth+fast együtt

30. A CIP hálózat felépítése, elemei (eszközök, tárolók, spec. üzenetek)

A legfontosabb **szempontok**, amiket figyelembe vettek a CIP **tervezésénél**:

- olcsó passzív kapcsolat;
- rugalmas handoff támogatás;
- hatékony location management;
- a node-ok nem ismerik a hálózati topológiát;
- nincs központi adatbázis, vagy más kritikus hibaforrás;
- a hálózat elemei nem válnak bonyolultabbá, ahogy a lefedettségi terület (és így a felhasználók száma) nő.
- Cellular IP Node
 - Egy Cellular IP hálózat Cellular IP Node-okból áll. Ezeknek a szerepe kettős: Egyrészt részt vesznek a csomagirányításban, másrészt ők kommunikálnak (Cellular IP Base Station, bázisállomás) a mobil géppel vezeték nélküli környezetben.
- Cellular IP Gateway, átjáró
 - Egy olyan Cellular IP Node, ami csatlakozik a hagyományos IP hálózathoz.
- Uplink neighbour
 - A Cellular IP Node egy olyan szomszédja, ami következő állomás az átjáróhoz vezető legrövidebb úton. A szomszédokat vagy előre beállítják vagy egy speciális algoritmus térképezi fel őket.
- Downlink neighbour
 - Egy Cellular IP Node minden az Uplink neighbourtól különböző szomszédja.
- Paging Cache, paging-tároló
 - Egy olyan tároló, ami olyan Node-okban létezik, amelyek több Node-ot fognak össze úgynevezett paging-area egységbe. Ezek a Node-ok bizonyos esetekben nem a route-tároló, hanem a paging-tároló segítségével irányítják a csomagokat, amiket a mobil gépnek címeztek.

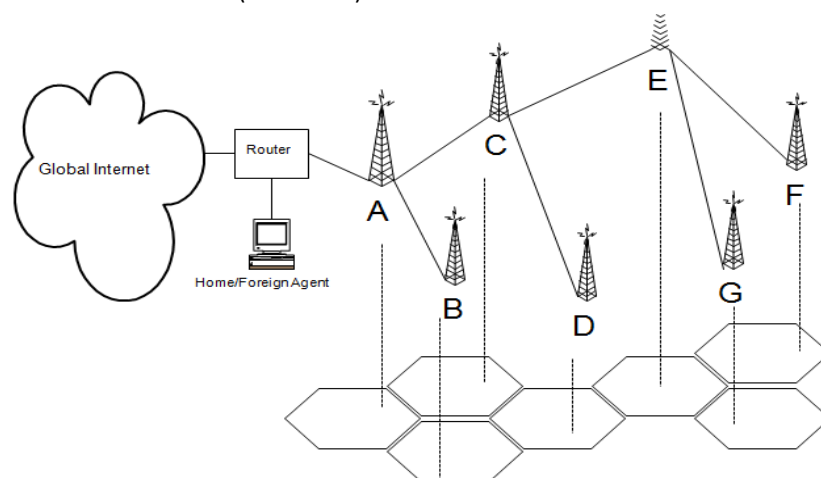
- Paging Area
 - A Cellular IP Node-ok olyan egy csoportja amelyben egy Node-nak sincs Paging cache-e.
- Paging – timeout:
 - A paging-tároló egy bejegyzésének érvényességi időtartama.
- Paging – update – packet
 - Egy olyan csomag, amit a mobil gép azért küld, hogy frissítse a paging-tárolóban róla tárolt információkat.
- Route Cache, route-tároló
 - Egy olyan tároló, amit minden Node arra használ, hogy irányítsa a csomagokat, amiket a mobil gépnek címeztek.
- Route – timeout
 - A route-tároló egy bejegyzésének érvényességi időtartama.
- Route – update – packet
 - Egy olyan csomag, amit a mobil gép azért küld, hogy frissítse a route-tárolókban róla tárolt információkat.

Mobility Management Protocol Data Units (PDU):

- **BS Beacon** (Net-ID, IP address of gateway) szabályos időközönként kisugározza a BS a rádiós interfészén. A BS azonosítóját vagy cella ID-t a mobilok a MAC rétegen keresztül veszik.
- **Paging-update** (IP csomag, a protokoll típus: IPPROTO_CELLIPRU) upstream irányban a mobil küldi a gw felé, és regisztrációs payload-ot hordoz (payload a felsőbb szint számára hordozott információ).
- **Route-update** (IP csomag, a protokoll típus: IPPROTO_CELLIPRU) upstream irányban a mobil küldi a gateway felé, és regisztrációs payload-ot hordoz (payload a felsőbb szint számára hordozott információ). A közönséges adatcsomagokat is felhasználja a mobilitás menedzsment réteg, így csökkentve a protokoll üzenetek gyakoriságát.

Hierarchikus szervezés

- Uplink szomszéd (útvonalválasztó felé)
- Downlink szomszéd (mobil felé)



31. A CIP hálózat működése: regisztráció, paging, handover, routing.

Bejelentkezés

- A mobil a **regisztrálás** során egy *route update* üzenetet küld a gateway routerhez. Ezt az üzenetet veszi a bázisállomás és hop-by-hop módszerrel elküldi az uplink szomszédokon keresztül gatewaynek. Minden közbülső állomás a routing cache-be bejegyzi, hogy az adott mobil milyen irányban érhető el (a mobil IP címét és az adott interfészt rendeli össze). Ha egy route update érkezett a gatewaybe, akkor az eldobja és a bejegyzést tesz a routing cache-ébe. Ezután már a mobilnak küldött csomagok számára adott a továbbítási útvonal.
- A **routing cache bejegyzések csak időszakosak**, adott idő után lejárnak (soft state), erre a mobil terminálok mozgása miatt van szükség. Ezért a mobiloknak periodikusan frissíteniük kell az útvonalakat, azaz a mobil periodikusan update csomagokat küld a helyzetének jelzésére, illetve az adatcsomagok is elvágják a frissítést.

Paging

- Azok a mobilok, akik nem akarnak aktívan adni vagy venni, de elérhető szeretnének maradni lehetőségük van arra, hogy a routing cache bejegyzéseik lejárjanak, ha fenntartják az ún. **Paging cache** bejegyzéseket.
- Érvényes paging cache bejegyzéssel rendelkező, de routing cache bejegyzéssel nem bíró mobil **idle** állapotúnak nevezzük. Érvényes routing cache bejegyzéssel bíró mobil **active**-nak.
- A két tároló közötti alapvető **különbség**, hogy paging cache nincs minden cellás IP csomópontban és hosszabb lejáratú idejűek a bejegyzések.
- Azon node-on, ahol **mindkét cache megtalálható** a routing cache alapján irányítják a csomagokat downlink irányban.
- Ha egy Node-hoz érkezik egy csomag, ami egy olyan mobil terminálnak szól amihez **nincs route-tároló bejegyzése** a Node-nak, akkor a **paging-tároló alapján** történik az útvonalválasztás. Amennyiben ebben a Node-ban nincs paging-tároló, akkor minden Downlink neighbour-nek elküldi a csomagot. Abban az esetben, ha van a Node-ban paging-tároló, és nincs a mobil gépre utaló bejegyzés, akkor a Node **eldobja** a csomagot.
- Ha a **mobil aktív** állapotban van, akkor a hálózatnak mindig pontosan kell tudnia, hogy a terminál hol van. Ezért a mobil terminálnak minden handoverről értesítenie kell a hálózatot. Az **idle állapotú mobil** terminál ez nem olyan nagy jelentőségű, ezért ilyenkor egy mobilnak csak akkor kell paging-update csomagot küldenie, ha a paging-timeout lejárt, vagy ha új paging area-ba kerül, ezt pedig a paging-area azonosítóból – amit a bázis-állomások által kiadott „Beacon” jelek tartalmaznak – veszi észre.
- Ha egy idle mobil kap egy csomagot, akkor aktív állapotú lesz, és **rögtön frissíteni** fogja a route-tároló bejegyzéseket. A hozzá érkező további csomagok már a route-tároló bejegyzések alapján irányítódnak. Aktív állapotú mobil terminálnak tehát folyamatosan frissítenie kell a route – tároló bejegyzéseket, ezért külön paging – update csomagokat már nem kell küldeni, hiszen minden felfelé menő csomag frissíti a paging-tároló bejegyzéseket. Aktív állapotú mobilnak akkor is kell route – update csomagot küldeni, ha cellát változtat - a nyomonkövethetőség érdekében.
- A paging forgalom csökkentése érdekében a mobilnak **azonnal route update** csomaggal kell válaszolnia, amint egy paging-gel küldött csomagot vett.

Handover

- A handover a **mobil kezdeményezi** egy route update üzenet küldésével az új bázisállomáshoz. Ez az üzenet a már ismert hop-by-hop módon utazik a BS-től a gateway routerig és az útbaeső node-okon frissíti a route cache bejegyzéseket.
- A régi és az új BS-hez tartozó útvonalak átfedhetik egymást. A régi útvonalon az át nem fedett csomópontok route bejegyzéseit a time-out szünteti meg és nem egy explicit jel.
- A cellás IP **hard** és **semi-soft** handover támogat.
- Mindkét megoldás olyan vezeték nélküli interfészek számára alkalmas, melyek egyszerre csak egy BS-sel tudnak kapcsolatban állni.

Routing

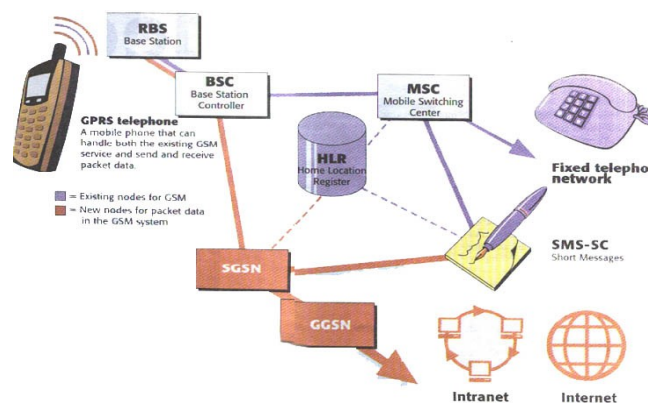
- A routerek működése a CIP-ben némileg eltér a hagyományos IP routingtól.
- Az **uplink irányt** a hálózatmenedzsmentből eredően minden router ismeri, esetleg egy legrövidebb utat kereső algoritmus segítségével is felderíthető.
- Ha egy **downlink irányból** érkezik egy csomag, akkor ez alapján a router frissíti az adott mobilhoz tartozó routing és paging cache bejegyzést egyaránt. Ez alól kivétel a *paging_update* üzenet, amely csak az utóbbit frissíti. Az egyszerű adatcsomagok csak a soft-state bejegyzések idejét frissítik, de nem változtatják azokat. Egy cache bejegyzés (routing vagy paging) a következő mezőkből épül fel: IP cím, interface, MAC cím, elévülési idő, időbélyeg.
- **Downlink irányba** történő routing esetén elsőként a routing cache alapján kikeresett irányba továbbítódik a csomag, ha ez nincs, akkor a paging cache-ben található megfelelő bejegyzés dönt. Ha ebben sincs a rendeltetési címnek megfelelő bejegyzés, vagy az adott routerben nincs paging cache, akkor broadcast-olja az üzenetet az összes downlink szomszédjának.

HSCSD, GPRS, EDGE

32. Jellemezze a GSM hálózatokon megvalósítható HSCSD szolgáltatást!

- A rendszer négy 14,4 kbit/s-os átviteli időrés összekapcsolásával 57,6 kbit/s mobil sávszélességet biztosít.
- Előnye, hogy hardver elemek cserélése nélkül illeszthető a GSM hálózatba.
- Hátránya, hogy továbbra is vonalkapcsolt az összeköttetés.
- A GSM vonalkapcsolt adat csatornánként és időrésenként egy felhasználót tud kiszolgálni. A HSCSD egy felhasználó számára több (1-4) csatornához való egyidejű hozzáférést biztosít. Ezáltal kompromisszum köthető a nagyobb sebesség és az ehhez szükséges többszörös párhuzamos hívás magas költsége között.
- Szabványos 14.4 kbps-ot feltételezve, 4 időrést használva a HSCSD 57.6 kbps-t tesz elvileg lehetővé. Ez gyakorlatilag megegyezik egy ISDN B- csatornával.
- HSCSD alkalmazása esetén a GPRS csak harmadszintű prioritást élvez (első a beszéd). Elméletileg a HSCSD lehet *preempted* a beszédhívások által, azaz a HSCSD hívásokat kevesebb csatornára redukálják, ha a beszéd számára nincs elegendő kapacitás.
- A hozzárendelt csomagok elvileg robosztusabbá teszik a kommunikációt, mivel több úton is haladhatnak. Ugyanakkor ez által a csomagok eltérő késleltetést szenvednek, sőt el is veszhetnek. Amíg a csomag újraküldés nem szerepel a GSM szabványban, ez a folyamat jelentős időt vehet igénybe, ami pl. video alkalmazásnál gyenge minőséget eredményez.
- Míg a GPRS előnyös a csomagkapcsolt hálózatokkal, pl. Internettel való kommunikálásra, addig, a HSCSD a legjobb megoldás lehet a vonalkapcsolt hálózatokhoz való kapcsolódásra, pl. PSTN és ISDN

33. Milyen új elemek szükségesek a GSM hálózatban a GPRS szolgáltatás működtetéséhez? Hol találhatók ezek és mi a funkciójuk?

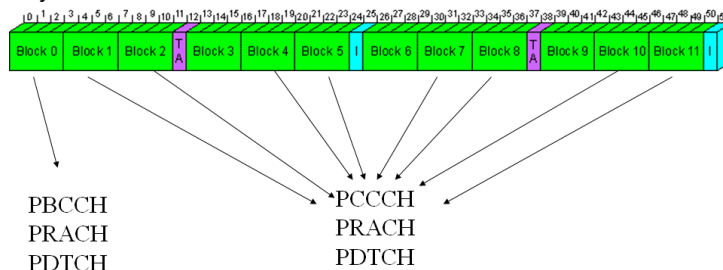


- új elemek a gyökérhálózatban: SGSN, GGSN (Serving GPRS Support Node, Gateway -| |-)
- új elem a BSS -ben: PCU
- PCU (Packet Control Unit: a BSC-be):
 - interfész a GPRS gyökérhálózat és a GSM BSS között
 - PCU keretekké formálja az adatot (megegyezik a formátuma a GSM BSS -ből kifelé jövő TRAU formátummal)
 - rádiós erőforrás menedzsment a csomagkapcsolt szolgáltatásokhoz (időrések kiosztása, bejelentkezés kezelése)
- SGSN:
 - csomag továbbítás: más GSN -ek és PCU -k között
 - a csomagkapcsolt kommunikáció „központja”

- mobilitás menedzselés: a mobilok helyzetének követése -> routing area (a GPRS helyzet alapegysége, kisebb mint a GSM location area), „ready” állapotú mobiloknál: BTS -szintű helyzetinformáció (forgalmazás után meghatározott ideig)
- számlázás: a rádiós interfész és a hálózati erőforrások használatáért (adat alapú)
- titkoltás, adat tömörítés (opcionális): a GSM -mel ellentétben a gyökérhálózatban
- cellaváltás: aktív állapotú mobiloknál általános, függetlenül attól, hogy van e aktuálisan adatforgalom
- GGSN:
 - számlázás: a kifelé irányuló forgalommal kapcsolatos számlázás
 - átjáró a külső adathálózatok (IP, X.25) felé
 - csomagformátum konverzió, címkonverzió a GPRS és a külső hálózat között

34. Milyen újdonságok vannak a GSM-hez képest a GPRS rádiós interfészen?

- a lehető legkevesebb változtatás a GSM-hez képest
- moduláció: GMSK (marad a GSM -é)
- csatornák: a GSM frekvenciasávok és időrés-szerkezet (nyolc időréses keretek) használata
- átvitel alapegysége: rádiós blokk (456 bit) -> 4 borszt
- új:
 - 52 keretes multikeret
 - időrések összevonása egy felhasználó számára
 - időrések dinamikus szétosztása a felhasználók között (scheduling)
 - asszimmetrikus DL/UL forgalom
 - változatos csatornakódolási lehetőségek
 - késleltetési és adatvesztési osztályok
- új logikai csatornák: ezek is a GSM időrés-szerkezethez vannak rendelve
- PDCH: Packet Data Channel: a GPRS számára szolgáló csatorna általános neve, lehet vezérlő vagy forgalmi csatorna
 - GSM TCH -t kiszolgáló időrések és GPRS PDCH -t kiszolgáló időrések együtt
 - dinamikusan változhat a TCH és PDCH időrések száma
 - fix TCH időrések, prioritás a GPRS előtt
- logikai csatornák: PDTCH : forgalmi csatorna, hasznos adatot szállító időrések
- PBCCH : mindenkinek szóló vezérlő információk
- közös vezérlőcsatornák (PCCCH):
 - PRACH (Packet Rach) szerepe mint GSM -ben
 - PAGCH
 - PPCH
 - PNCH (Packet Notification Channel): a GPRS mobil PTP és PTM módban kommunikálhat, ez a csatorna PTM csomag érkezését jelzi
 - ha egy cellában nincsenek lefoglalt PCCCH csatornák, a GSM azonos csatornáit is használhatók a GPRS jelzésátvitelre



35. Hogyan történik a csatornakiosztás a GPRS –ben (uplink és downlink), milyen csatornakiosztási módok vannak?

csatorna kiosztás:

- downlink: a mobilhoz egy vagy több PDTCH időrés van rendelve
- mivel több mobil is osztozhat közös időrésen: TBF (Temporary Block Flow) azonosítja az egy mobilnak szóló üzenetet
- a mobil minden, hozzá társított időrést hallgat
- a számára kijelölt TBF csomagjait olvassa

csatorna kiosztás, uplink:

- fix csatornakiosztás: a hálózat megmondja a mobilnak, hogy hány rádiós blokkot melyik keretek melyik időrásában kell adnia
- dinamikus csatornakiosztás: USF (Uplink State Flag) használata
 - downlink csatornán a K. blokkban USF (3) bit jelzi, hogy a következő (K+1) UL blokk az adott felhasználóé, USF=111 azt jelzi, hogy a következő blokk PRACH
 - USF granularity: a következő 4 blokk az adott mobilé
 - USF: 4 egymást követő keret adott időrására vonatkozik (blokk), több időrést használó mobil minden időrásban kell hogy kapjon USF -et!
 - a DL minden PTCH -jét kell hallgatnia (időrések), ahol saját USF -jét veszi, ott ad az UL -ben
- kibővített dinamikus csatornakiosztás:
 - több időrést használó mobiloknál, ne kelljen minden DL csatornát hallgatni
 - a mobilhoz időréseket rendel a rendszer (ezeket hallgatja, ezeken adhat)
 - a mobil az USF -jét veszi a K. blokk i. időrásán: a K+1. UL blokk $j \geq i$ időréseiben adhat

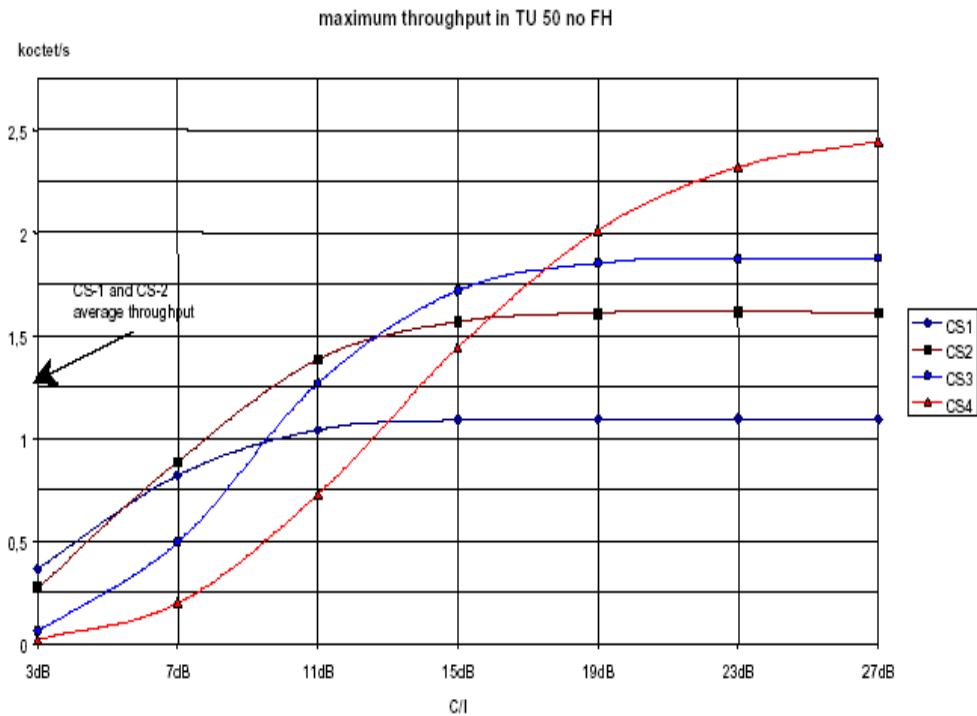
36. Milyen csatornakódolási és szolgáltatás minőségi osztályok vannak a GPRS-ben?

Coding scheme	Pre-cod. USF	Infobits without USF	Parity bits BC	Tail bits	Output conv encoder	Punctured bits	Code rate	Data rate kbits/s
CS-1	3	181	40	4	456	0	1/2	9.05
CS-2	6	268	16	4	588	132	-2/3	13.4
CS-3	6	312	16	4	676	220	-3/4	15.6
CS-4	12	428	16	-	456	-	1	21.4

■ Table 4. Channel coding schemes for the logical traffic channels in GPRS.

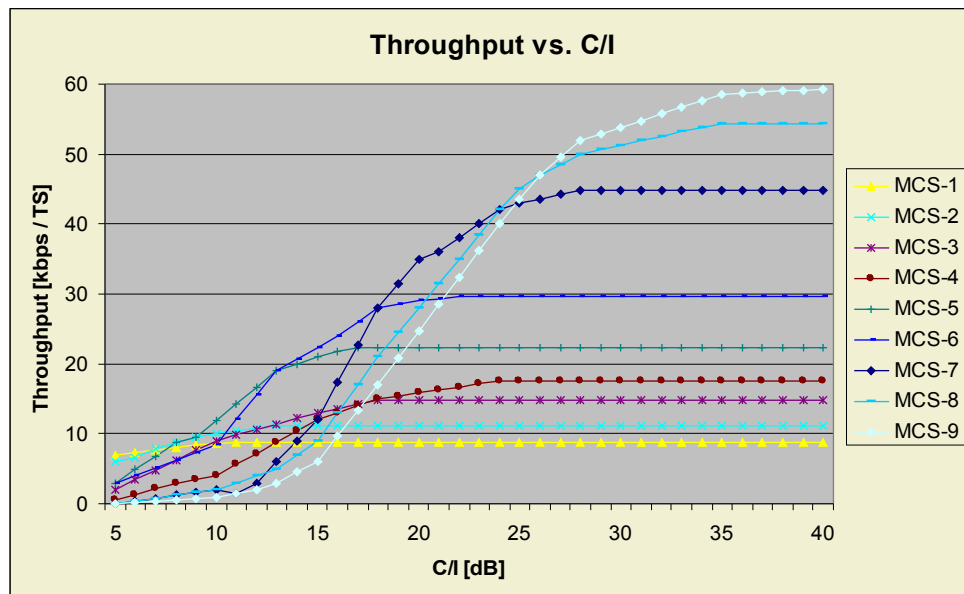
Class	128 byte packet		1024 byte packet	
	Mean delay	95% delay	Mean delay	95% delay
1	<0.5s	<1.5s	<2s	<7s
2	<5s	<25s	<15s	<75s
3	<50s	<250s	<75s	<375s
4	Best effort	Best effort	Best effort	Best effort

■ Table 2. Delay classes.



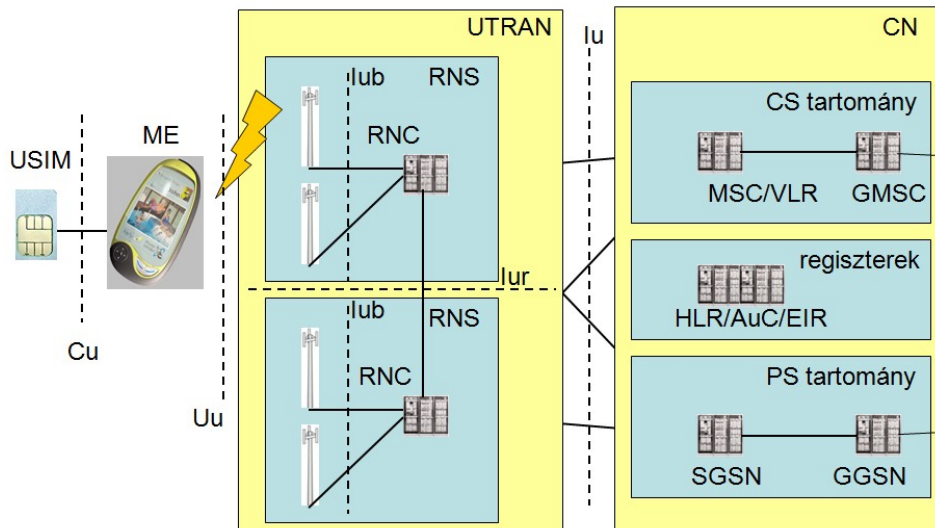
37. Jellemezze az EDGE rendszert!

- A HSCSD és a GPRS is a GMSK modulációt használja, ami időreseként csak kis átviteli sebességet biztosít. Az EDGE-ben használt 8PSK automatikusan alkalmazkodik a rádió környezethez, a bázisállomáshoz közelebb, jó terjedési viszonyok mellett nagyobb sebesség érhető el. Ez a moduláció váltás a csomagkapcsolás mellett az egyik legfontosabb változás, ami előkészíti az UMTS bevezetését.
- Az EDGE implementálása egyszerűnek tűnik mivel a meglévő GSM spektrum, cellák, és vivők, valamint cellatervezési eljárások alkalmazhatók. Csupán az EDGE adóvevőket kell a cellákba telepíteni.
- A legtöbb gyártó esetén a BSC-k és BTS-k szoftver frissítése távolról elvégezhető. Az új EDGE adóvevők a szabványos GSM forgalmat is tudják kezelni és automatikusan váltanak át az EDGE-re ha szükséges.
- A jelenlegi GSM terminálok természetesen nem támogatják az EDGE-t, ezért új készülékekre lesz szükség.



3G

38. Az UMTS hálózatok felépítése, az egyes eszközök feladatai.



UTRAN

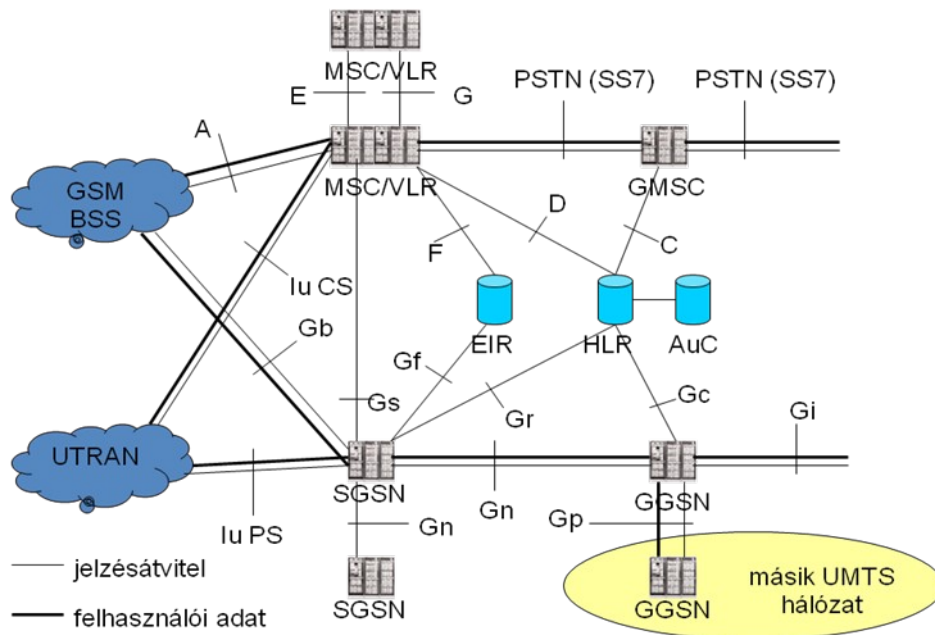
- feladata: rádiós hozzáférés biztosítása a CN és az UE között
- új berendezések:
 - **Node B** – megfelel a GSM BTS-nek, de újak kellene
 - más moduláció, más közeghozzáférés, más frekvenciasávok és sűrűbben kell elhelyezni
 - feladatai: OSI fizikai réteg a rádiós interfészen
 - Uu fizikai biztosítása, 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)

39. A hozzáférési hálózat átviteltechnikája.

- adatátvitel a BS – RNC között (Iub), RNC – RNC között (Iur) és az RNC – CN között (Iu, PS és CS)
- **fizikai réteg** többféle lehet:
 - PDH (E1 2.048 Mbit/s (=32 x 64 kbit/s), E2 8.448 Mbit/s, E3 34.368 Mbit/s)
 - Plesiochronous Digital Hierarchy, digitális telefóniában elterjedt gerinchálózati szabvány
 - optikai-, vagy koaxiális kábelben, mikrohullámú pont-pont kapcsolaton, 2.048 Mbps sodrott érpáron
- **fizikai réteg:**
 - tipikusan: SDH (STM 1 155.52 Mbit/s, STM 4 622.08 Mbit/s)
 - Synchronous Digital Hierarchy, digitális telefóniában elterjedt újabb, nagyobb sebességű, megbízhatóbb gerinchálózati szabvány

- optikai-, vagy koaxiális (csak 155 Mbps) kábelén, mikrohullámú pont-pont kapcsolaton
- SONET (Synchronous Optical Network), az SDH amerikai változata
- optikai hordozón
- a PDH/SDH hordozó fölött az átviteli technológia **ATM (Asynchronous Transfer Mode)**
- külön előadásokon tárgyalva
- CS kapcsolatok esetén jelzésátvitelre: AAL 5 (összeköttetés mentes), felhasználói forgalom átvitelre: AAL 2
- PS átvitelnél: a jelzés és az információátvitelre egyaránt AAL 5
- PS tartomány felé, illetve jelzésátvitelre: UDP/IP az ATM fölött
- IP over ATM természetes mód

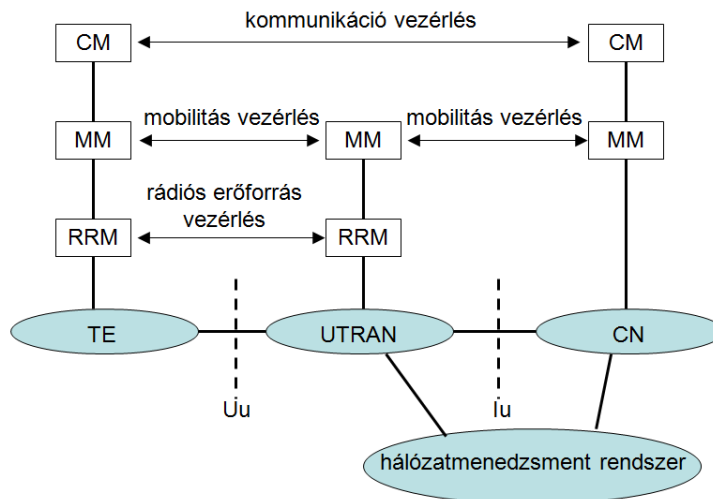
40. A gyökérhálózat, elvi modellje. Erőforrás menedzsment.



- a szállított forgalom típusa szempontjából felosztva
 - a hálózat két tartományra osztható
 - áramkörkapcsolt (CS) és csomagkapcsolt (PS) tartomány
 - tartomány: a fizikai eszközök csoportja és a köztük definiált interfészek
 - CS tartomány: vonalkapcsolt kommunikációt bonyolító hálózatrészek
 - PS tartomány csomagkapcsolt (IP) kommunikációt végző részek
- protokoll struktúra szempontjából
 - **hozzáférési réteg (access stratum)**
 - azon protokollok, melyek a felhasználói készülék (User Equipment, UE) és a hozzáférési hálózat közti kommunikációért felelősek
 - **nem hozzáférési réteg (non-access stratum)**
 - azon protokollok, melyek az UE és a gyökérhálózat közti kommunikációt végzik

Erőforrás menedzsment

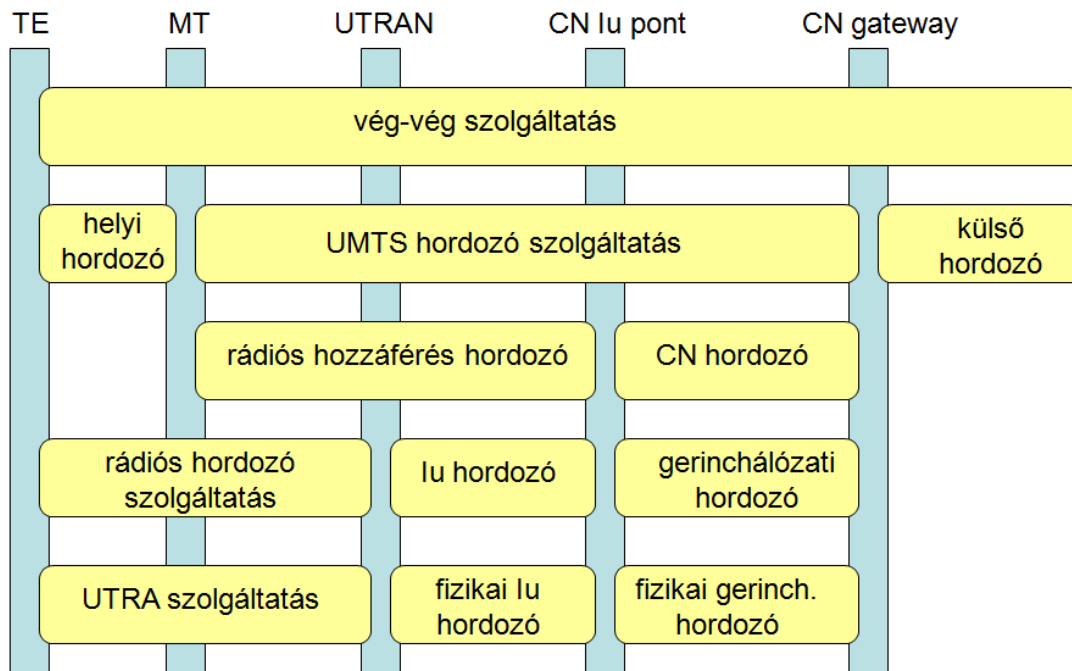
- három fő részre bontható, funkciók alapján



- **kommunikáció menedzsment**
 - felhasználói kapcsolatok menedzselésével kapcsolatos funkciók és eljárások
 - hívásvezérlés (CS)
 - PS kommunikáció vezérlése
 - kiegészítő szolgáltatások és rövid szöveges üzenetek kezelése
- **mobilitás menedzsment**
 - a mobilitást és biztonságot érintő funkciók, eljárások
 - például: összeköttetés biztonság, hitelesítés
 - például: helyzetfrissítés, handover vezérlés
 - az MM funkciók nagy része a gyökérhálózatban
 - csomagkapcsolt kommunikáció MM funkciói az UTRANban
- **rádiós erőforrás menedzsment**
 - a fizikai csatorna kapacitásának menedzselésére szolgáló funkciók
 - például: rádiós összeköttetés felépítése, fenntartása
 - például: teljesítményszabályozás, bázisállomás-váltás, beengedésszabályozás
 - az RRM az UTRAN része, az UTRAN és a UE részvételével zajlik

41. UMTS hordozók és szolgáltatások.

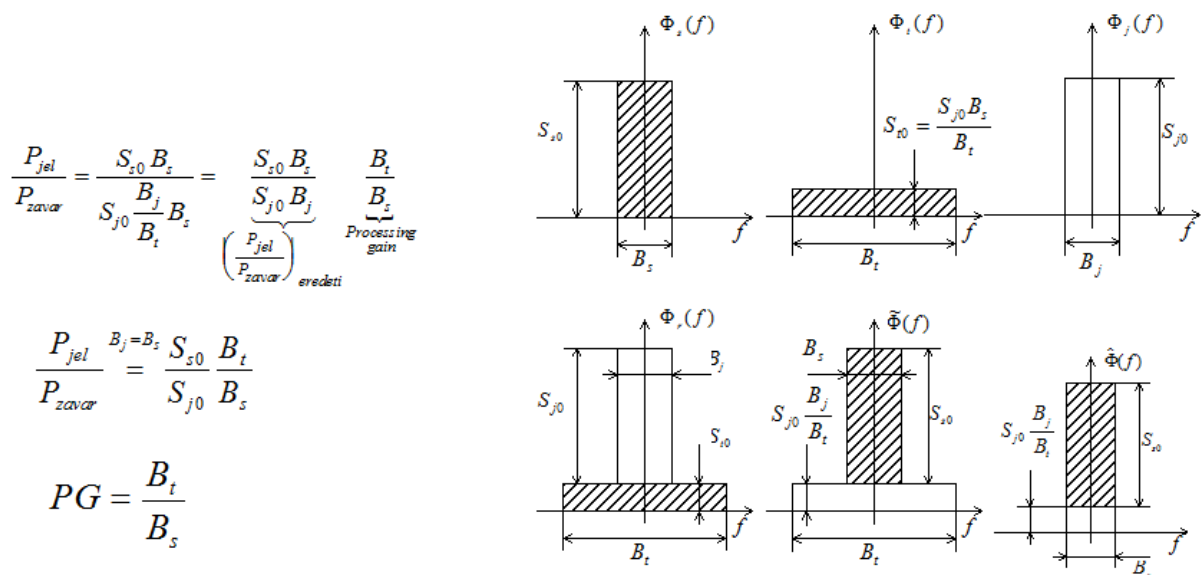
- 1 G és 2 G hálózatok: technológia által limitált szolgáltatások
- 3 G: szolgáltató hálózat, a technológia „nem akadály”
- 3 G hálózat: lehetőségek, megfelelő átviteli sebesség és szolgáltatási minőség biztosítása a végfelhasználók és alkalmazásaik számára QoS
- végponttól végpontig szolgáltatás minőségi követelmények
- a hálózat minden részében megfelelő QoS szükséges
- a vég-vég QoS teljesítéséhez a hálózat szolgáltatásai háromféle hordozó szolgáltatásra osztható
- **helyi hordozó szolgáltatás:** a mobil terminálon belül az MT (mobile termination, a hálózat szempontjából a végkészülék) és a TE (terminal equipment, a felhasználói alkalmazás megjelenítője) között
- **UMTS hordozó szolgáltatás:** a hálózat különböző részeiben
- **külső hálózati hordozó:** a külső hálózatban lévő felhasználóig



- definiált QoS osztályok
- **párbeszédes osztály** (beszéd, videotelefon): késleltetés érzékeny, kevés adatvesztés tolerált
- **„áramló” (streaming) osztály** (netrádió, video on demand): késleltetés-ingadozásra érzékeny
- **interaktív osztály** (web böngészés, játék): késleltetés tolerancia, adatvesztést nem tolerál
- **háttér osztály** (email, fax, ftp): maradék erőforrásokon, nagy késleltetés, adatvesztést nem tolerál

42. A szórt spektrumú rendszerek alapelve, frekvencia tartománybeli jellemzése, fajtái

- Átvitel sávszélessége sokkal nagyobb, mint az információ sávszélessége
- Sávszélesség nem függ az információt vivő jeltől
- Jelfeldolgozási nyereség=átviteli sávszélesség/információ sávszélessége



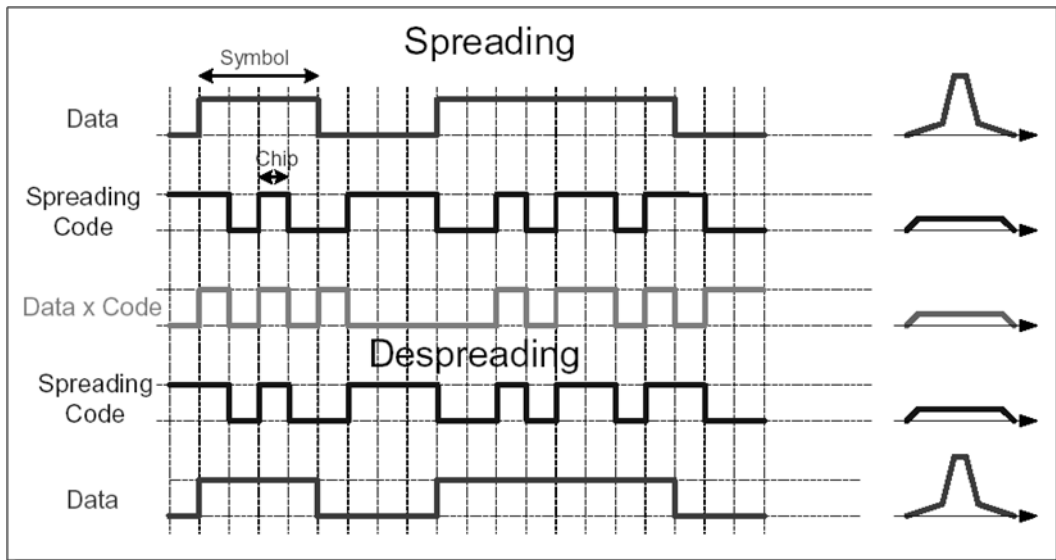
Spektrumszórás lehetőségei:

- Frekvencia ugratás
 - A frekvenciaugratásos technika lényege, hogy egy álvéletlen kódsorozat chipjeinek megfelelően változtatjuk a vivőjel frekvenciáját. Abban az esetben, ha a frekvenciaváltás több

szimbólumot is átfog időben, lassú frekvenciaugratásról beszélünk, míg ha szimbólumonként többször változik a frekvencia, akkor gyors frekvenciaugratásról

- Időugratás
 - Az adat keretekre van szétbontva, melyek további idő intervallumokra van osztva. Az adat burst egy kód szekvenciát követve ugrál a keretek között
- Direkt szekvenciális kódosztás
 - Az információs bitet egy sokkal gyorsabb kóddal szorozzuk meg.

43. A direkt szekvenciális kódosztás elve, kód ortogonalitás



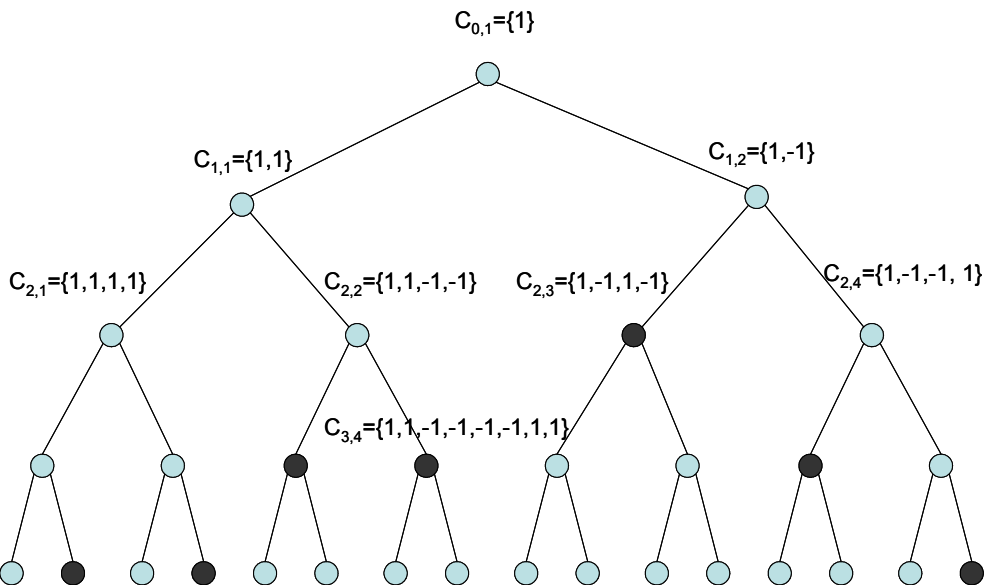
- azonos frekvenciasávot egy időben használnak a felhasználók
- bitek helyett kódsorozatokat visz át egy felhasználó
- ezek egy átvitelhez egyediek, sok ilyen összegéből mindegyik különválasztható a vevő oldalon
- a vevő oldalon: a teljes jelet a saját kóddal korreláltatja
- chipenként szorozza a vett jelet a kóddal és integrálja
- az integrátor kimenete ha eléri 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

44. A Walsh-Hadamard kódok, kódfa, alkalmazás az UMTS-ben, átviteli sebességek az UMTS-ben

- kódképzés: $2n$ hosszúságú kódok vannak
- UMTS-ben maximum 512 hosszú (29) Walsh-Hadamard kód
- korábbi használat: IS95 rendszer downlink, 64 hosszú kódok
- amilyen hosszú a kód, annyi ortogonális kódszó -> ennyi kapcsolat max.
- UMTS-ben: ezek az ún. csatornaképző (channelization) kódok

$$\mathbf{H}_0 = 1; \mathbf{H}_1 = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}; \mathbf{H}_n = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{n-1} & -\mathbf{H}_{n-1} \\ -\mathbf{H}_{n-1} & -\mathbf{H}_{n-1} \end{bmatrix}$$

- OVFS kód másik ábrázolása: kódfa
- mód van többféle átviteli sebesség megvalósítására, kiosztás!
- az egy szinten levő kódok ortogonálisak
- szülő/leszármazott kódok nem ortogonálisak



- baj: egymástól akár egy-két chippel elcsúszott kódok nem ortogonálisak
- a kódok önmaguk elcsúsztatottjával sem ortogonálisak
- uplinken nem használható a többszörös hozzáférésre (chipidőnyi szinkronitás nem biztosítható)
- downlink: minden kapcsolat szinkronban megy, itt használják többszörös hozzáférésre
- uplinken: vezérlő és forgalmi csatornák szétválasztása egy felhasználónál, egy felhasználóhoz több fizikai csatorna rendelése

45. Hosszú és rövid kódok az UMTSben: alkalmazásuk, UL, DL kódok, jelzési és forgalmi csatornák multiplexelése UL és DL-ben.

Short code:

- Csatorna szétválasztás UL/DL-ban
- Jó ortogonalitás -> interferencia csökkentés
- Különböző szórási faktor, különböző adatsebességet jelent
- Limitáltan áll rendelkezésre, menedzselni kell!!!
- Nincs jó korrelációs tulajdonsága, plusz long kód kell
- UMTS rendszerben Channelization Code
 - UL: Azonos forrásból származó adat és vezérlő csatornákat különböztet meg
 - DL: DL kapcsolatokat különböztet meg egy cellán belül

Long code:

- Jó korrelációs tulajdonság
- Nem változtatja meg a jel sávszélességét
- Különböző forrásokat különböztet meg.
 - UL: terminálokat különböztet meg
 - DL: Szektorokat/cellákat különböztet meg
- UMTS rendszerben scramblingnek nevezik
- Scrambling a spektrum szórás (azaz a channelization code) után következik
- UL: 10 ms = 38400 chip vagy 66.7us = 256 chip
- DL: 10 ms = 38400 chip
- 10 ms kód: Gold kód családból

Channelization code:

- OVSF (orthogonal Variable Spreading Factor) kód
- A kódot a kód fáról olvassuk le
- Egy ágról csak egy kód olvasható le
- Különböző adatsebesség esetén is ortogonális
- Szimbólum szintű szinkronitás szükséges

- Hossz: 4-256 chip (1-66.7us) DL 512 chip is lehet
- Megnöveli a sávszélességet

46. Az UMTS rádiós interfész: többszörös hozzáférés, duplexitás, keretek, időrések, kódok

- TDMA
 - Időosztásos többszörös hozzáférés
- FDMA
 - Frekvencia osztásos többszörös hozzáférés
- SDMA
 - Térosztásos többszörös hozzáférés
- CDMA
 - Kódosztásos többszörös hozzáférés
- Minden felhasználó ugyanazt a frekvencia sávot használja ugyanazon időben
- A felhasználókat kódokkal választjuk szét
- Ezek a kódok egymásra ortogonálisak
- FDMA és TDMA rendszerekben adott sávszélességben egzaktul meghatározható a felhasználói csatornák száma. Szórt spektrumú esetben a felhasználók számának csupán lágy korlátozásáról beszélünk, ami azt jelenti, hogy mindaddig beléphetnek újabb felhasználók a csatornába amíg a belépésük okozta zajnövekedés a többi előfizető számára elviselhető.
- Duplexing
 - Frekvencia duplexing
 - UL/DL különböző frekvencián
 - Idő duplexing
 - UL/DL egy frekvencián, különböző időrésben

47. UMTS csatornák csoportosítása (transzport, stb., közös, stb.), az egyes csoportokba tartozó csatornák szerepe

Három különböző csatorna koncepció létezik az UTRA-ban

- Logikai
 - Definiálja az átvendő adat típusát
- Transzport
 - Definiálja, hogy hogyan és milyen karakterisztikájú fizikai csatornán történik az adatátvitel
- Fizikai
 - definiálja a rádiós csatorna pontos fizikai karakterisztikáját (WCDMA paraméterek)

Logikai csatornák:

- Dedikált
 - Dedicated traffic channel (DTCH)
 - UL/DL
 - Point-to-point átvitel
 - DTCH is sent over entire or part of a cell
 - Gyors power control és adat sebesség változtatás
 - Dedicated Control Channel (DCCH)
 - UL/DL
 - Vezérlő információk cseréje
- Közös csatornák
 - Downlink
 - Common Traffic Channel (CTCH)
 - Point-to-multipoint átvitel
 - Broadcast Control Channel (BCCH)
 - Broadcast információ a cellában
 - Paging Control Channel (PCCH)
 - Paging üzenetek

- Kétirányú
 - Common Control Channel (CCCH)
 - RRC kapcsolat előtt vezérlő információk cseréje

Transzport csatornák:

- Szolgáltatások típusait figyelembe véve különböző fizikai csatornákat kapcsol
- Dedikált csatorna
 - Dedicated Transport Channel (DCH)
 - UL/DL
 - Adat és vezérlés
 - Gyors teljesítmény vezérlés
 - Keretenként változtatható adat sebesség
 - Soft handover support
- Közös csatornák
 - Uplink
 - Random Access Channel (RACH)
 - Vezérlő forgalom pl.: hálózati hozzáférés kérés
 - Kisebb adat forgalom
 - Mivel több felhasználó egyszerre is használhatja ütközés is felléphet
 - Open loop power control
 - Alacsony adatsebesség (coverage)
 - Common Packet Channel (CPCH)
 - Opcionális, RACH kiterjesztése
 - Csomag alapú adatátvitelre használhatják
 - Gyors PC
 - Ütközés felléphet
 - Downlink
 - Broadcast Channel (BCH)
 - Rendszer és cella információ
 - RACH alcsatornák
 - Transmit diverzity típusok
 - Scrambling kód
 - Relatív nagy teljesítmény (coverage)
 - Alacsony, fix adatátviteli sebesség
 - Paging Channel (PCH)
 - Paging
 - messaging
 - Forward Access Channel (FACH)
 - Vezérlő információ
 - Kisebb adat csomagok átvitele
 - Több FACH is lehet egy cellában
 - Legalább egynek alacsony, a többi lehet nagyobb bit sebességű
 - Változtatható bitsebesség
 - Open loop (lassú) PC
 - Downlink Shared Channel (DSCH)
 - Dedikált felhasználói adat/vezérlő jelek átvitelére
 - Megosztható több felhasználó között
 - Gyors PC
 - Keretenként változtatható adatsebesség
 - Mindig egy DCH-val együtt

Fizikai csatornák:

- Dedikált csatornák
 - Uplink
 - Dedicated Physical Control Channel (DPCCH)
 - Dedicated Physical Data Channel (DPDCH)
 - Downlink

- Dedicated Physical Channel (DPCH)
- Közös csatornák
 - Uplink
 - Physical Random Access Channel (PRACH)
 - Hálózattal történő kommunikáció
 - Kisebb börtös adatok továbbítása
 - Physical Common Packet Channel (PCPCH)
 - Adatátvitel
 - Downlink
 - Physical Downlink Shared Channel (PDSCH)
 - Adatátvitel
 - Több mobil terminál használja -> címzés
 - Csak DPCH felépülése után használható
 - Common Control Physical Channel (CCPCH)
 - Primary CCPCH (P-CCPCH)
 - Cella információ
 - Secondary CCPCH (S-CCPCH)
 - Paging, kisebb adatforgalom
 - Downlink
 - Physical Downlink Shared Channel (PDSCH)
 - Adatátvitel
 - Több mobil terminál használja -> címzés
 - Csak DPCH felépülése után használható
 - Common Control Physical Channel (CCPCH)
 - Primary CCPCH (P-CCPCH)
 - Cella információ
 - Secondary CCPCH (S-CCPCH)
 - Paging, kisebb adatforgalom
 - Acquisition Indicator Channel (AICH)
 - RACH ok üzenet
 - Paging Indication Channel (PICH)
 - Paging indication, S-CCPCH-val társítva
 - Common Pilot Channel (CPICH)
 - Fázis referencia
 - Teljesítmény mérés
 - Fix 30 kbps, SF=256
 - Cella specifikus elsődleges scrambling kóddal modulálva

48. Scrambling kód keresés, cella választás az UMTS-ben

- Cella keresésnél először ismerni kell a cellára specifikus scrambling kódot
- Összesen 218-1 kód létezik
 - Lassú a keresés
- Cella keresésre összesen 8192 kódot specifikáltak
 - Ez még mindig sok
 - A kódokat 512 egyenként 16 kódból álló halmazba rendezték
 - Ezek közül az első az elsődleges, a többi 15 másodlagos scrambling kód lett egy halmazban
 - Most már csak 512 kódot kellene megkülönböztetni
 - Még mindig lassú a keresés
 - További gyorsítás miatt az 512 elsődleges kódból 16 csoportot szerveztek, melyekben egyenként 8 elsődleges kód található.
 - Feladat egy kódcsoporthoz meghatározni, majd ennek ismeretében kikeresni a nyolc kód közül a cella specifikus scrambling kódot.

- Készülék bekapcsolása után a szinkronizációs csatornából nyert információból kell a cella specifikus srcambling kódot kinyerni.
- Ez három lépésben végezhető el
 - Slot szinkronizáció
 - Az SCH keret minden időrésében (2560 chipből) az első 256 chip mindig a P-SCH és vele párhuzamosan a S-SCH. A P-SCH minden cellában azonos!!
 - A P-SCH ismeretében egy illesztett szűrő segítségével megtaláljuk az időrés szinkront.
 - Második lépés: Keret szinkronizáció
 - S-SCH felhasználásával megtörténik a keretszinkronizálás és a (scrambling) kódcsoport meghatározása
 - Korreláltatjuk a vett jelet minden SSC szekvenciával
 - Scrambling kód meghatározás
 - Korreláció számítással kiválasztjuk a lehetséges nyolc kód közül a megfelelőt, melyet a CPICH csatornán keresztül detektálunk.
 - Ezután a scrambling kód ismeretében detektálhatóvá válik a P-CCPCH, ahol a rendszer és cella specifikus BCH információ kiolvasható.

49. Az UMTS release-k tartalma, a HSDPA jellemzése

High Speed Downlink Packet Access (HSDPA):

- Adat sebesség megnövelhető a DL irányban 8-14.4 Mbps-re (20 Mbps MIMO rendszerben)
- A rendszer tartalmaz
 - Adaptív modulációt és kódolást
 - MIMO rendszert
 - Gyors cella keresést
 - Korszerű vevő architektúrákat
 - Multiuser detektor

Az UMTS szabványverziók:

Release '99

- WCDMA rádiós interfész FDD és TDD megalkotása
- UTRAN, CN specifikációk
- beszédkódoló
- minden, amiről eddig szó volt és szó lesz

Release 4

- multimédia üzenetküldés
- streaming video, valós idejű video
- transzkóder mentes mobil-mobil operáció
- MSC/VLR helyett MGW (Media GateWay) és MSC szerver
- MGW felhasználói forgalom kezelésére, MSC szerver felügyeletével, vezérlésre

Release 5

- **IMS - IP-based Multimedia Services**
 - IP átvitel a teljes hálózatban
 - vég-vég IP szolgáltatások
 - szolgáltatások közös platformja
 - IP alapú valós idejű párbeszédes szolgáltatások
 - all-IP hálózat
- **HSDPA - High Speed Downlink Packet Access**
 - a rádiós interfész evolúciójának következő lépcsője
 - adaptív moduláció és csatornakódolás (Adaptive Modulation and Coding, AMC)
 - hibrid újraküldés (Hybrid Automatic Repeat Request, HARQ)
 - gyors cellaválasztás (Fast Cell Selection, FCS)
 - összetett antennák (Multiple Input/ Multiple Output)
 - ütemezés és újraküldés a BS-ben
 - új, közös csatorna, időben megosztva, bősztös adatforgalomhoz optimális

- FDD és TDD módban is implementálható
- legalább 3 Mbps, max 10 Mbps is lehet (csúcs)
- csak downlink irányban

Release 6

- IMS "Phase 2" (IMS Messaging, IMS Group Management)
- szövegfelismerés, szöveg alapú szolgáltatások
- Wireless LAN/UMTS interworking
- hálózatmegosztás (Rel 5 alapján)
- hordozható felhasználó azonosító
- prioritásos szolgáltatások megvalósíthatósága
- Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS)
- további MIMO fejlesztések, HSDPA sebesség 20 Mbps-ig
- irányított antennák használata
- további új frekvenciasávok

50.

ezmie? ☺

51.

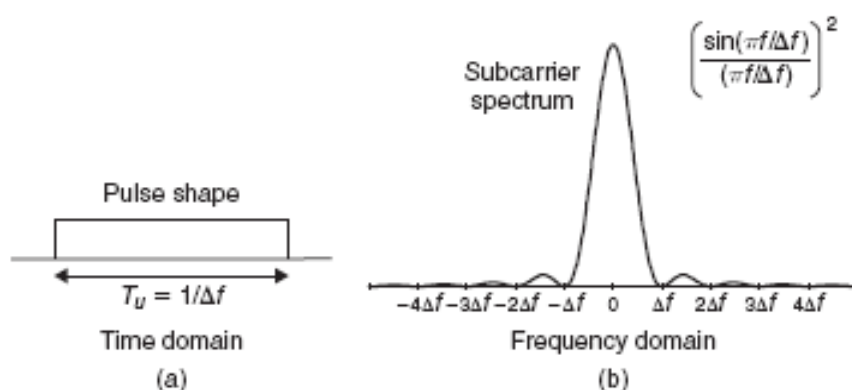
ezmie? ☺

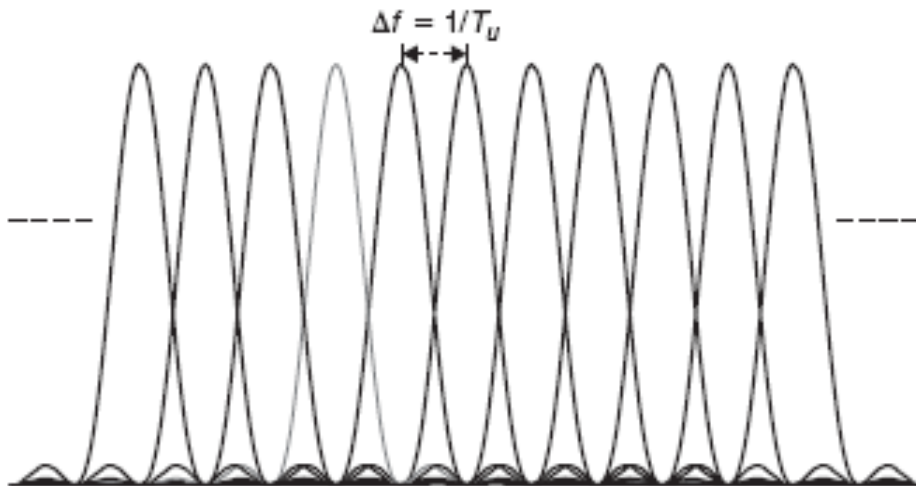
LTE

52. A 3G továbbfejlesztési lehetőségei (HSPA++,LTE) előnyök, hátrányok. Követelmények az LTA-val szemben.

- WCDMA továbbfejlesztése: HSPA, MBMS és HSPA++: MIMO, 64 QAM, csatornakegyenlítés, stb.
 - CDMA-val nagyon nagy számítás igényelne a csatornakegyenlítés nagy átviteli sebesség mellett, és széles frekvenciasávon.
- A 3GPP két szemléletmód megvalósításán dolgozik: HSPA evolution és LTE.
- HSPA Evolution: figyelembe kell venni a régi terminálokat.
- LTE: Új és bonyolult spektrum elrendezésekben is képes működni, nem kell figyelembe vennie a régi releasek szerinti terminálokat. Nem kell kompatibilisnek lennie a WCDMA-val és a HSPA-val.
- LTE: Lehetőség van a „semmitől” kezdeni a tervezést, mert nem kell figyelembe venni az '90-es évekbeli tervezési szempontbeli örökségeket. A rádiós interfészt teljes mértékben az IP-hez (pontosabban: csomagkapcsoláshoz) lehet optimalizálni. Nem kell támogatni a GSM áramkörkapcsolt szolgáltatásait, mint a WCDMA-nak. Lehetőség nyílik az FDD és TDD működés hasonlóságának a maximalizálására, amely lehetőség az LTE előtt nem volt elérhető.
- új követelmények jelentek meg: a szolgáltatók számára elérhető spektrum egyre „szakadozottabbá” válik (különböző frekvenciákon szétszórva).
 - Az LTE-nek az összes olyan frekvenciasávon kell tudni működni, amely az operátor rendelkezésére áll.
 - Az alacsony sáv szélesség támogatása a GSM sáv újrafelhasználása miatt fontos. A nagyobb csatorna sáv szélességet támogatására pedig magasabb frekvenciákon lehet szükség, ahol még nagyobb méretű használatlan sáv szélességet találhatunk.

53. Az OFDM moduláció: adó felépítése, frekvenciatartománybeli leírás, ortogonalitás, delta f, ciklikus prefix szerepe, OFDM leírása mint IFT



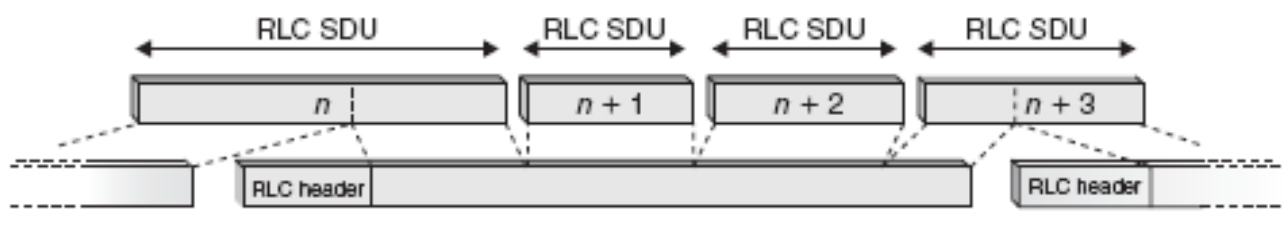


54. Az OFDMA lényege

- 1 ms subframe: 2 db 0.5 ms slot
- 1 slot: 6v7 OFDM szimbólum
 - többféle ciklikus prefix érték: első szimbólumnál nagyobb, illetve hosszú CP
- 15 kHz vivőtávolság
 - redukált vivőtávolság 7.5 kHz is definiált, multicast hálózatokhoz
- alapegység: 12 db vivő (180 kHz), ez osztható ki, erőforrás blokk
 - +1 DC vivő, nem használt
- 1 BS: 6-100 erőforrás blokk

55. LTE protokoll szerkezet, a rétegek funkciói.

- *Packet Data Convergence Protocol* (PDCP) IP fejléc tömörítés, szabványos algoritmus
- titkosítás, adat integritás
- *Radio Link Control* (RLC) adat feldarabolás-összefűzés, sorrendhelyes továbbítás a felsőbb réteg felé, újraküldés vezérlés. Az UMTS –sel ellentétben az RLC a bázisállomásban. Rádiós hordozók (bearer) a PDCP felé
 - nyugtázott mód (hiányzó PDUk kérése), TCPhez, nyugtázatlan mód (UDPhez), átlátszó mód



Medium Access Control (MAC)

- hybrid-ARQ retransmissions
- uplink and downlink scheduling.
- scheduling az eNodeB-ben, egy MAC entitás per cella, uplink/downlink
- MAC: logikai csatornákat biztosít az RLC felé

56. LTE csatornák

- *Broadcast Control Channel* (BCCH),
- *Paging Control Channel* (PCCH),
- *Dedicated Control Channel* (DCCH),
- *Multicast Control Channel* (MCCH)
- *Dedicated Traffic Channel* (DTCH)

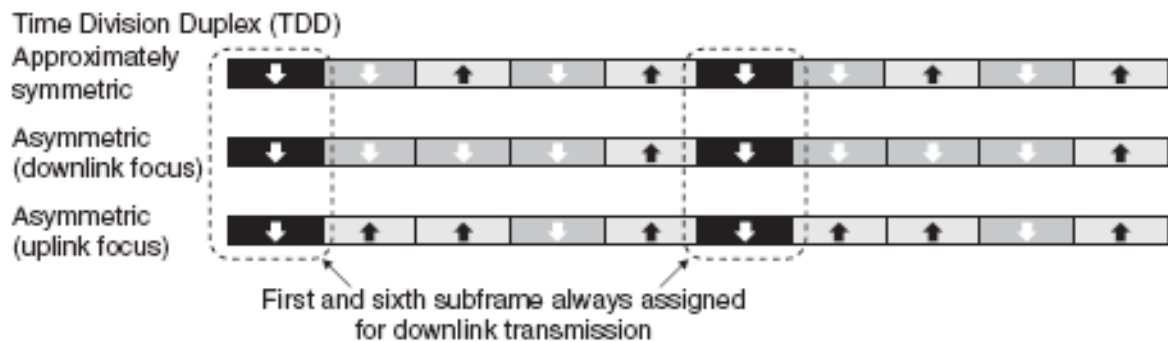
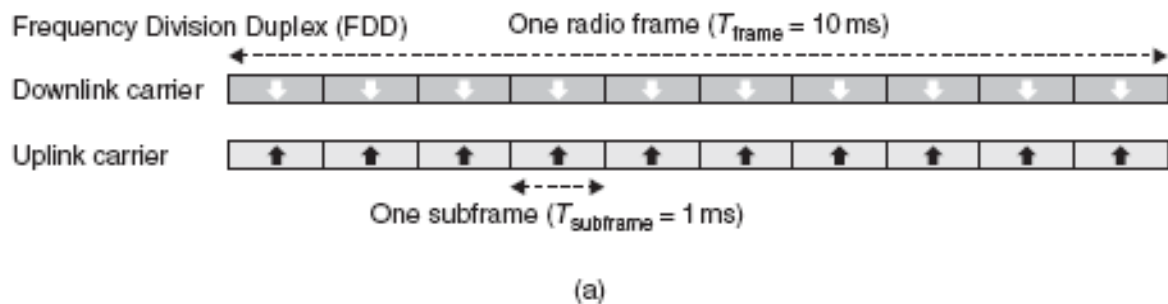
- *Multicast Traffic Channel (MTCH)*
- *Transport Channels*: a MAC ilyen csatornákon küldi tovább a fizikai réteg felé az adatot
- transport channel: hogyan és milyen formában kerül az adat átvitelre

57. LTE keretszerkezet, OFDMA az LTE-ben (szimbólumok száma, prefixek, csatornák száma), referencia jel az LTE-ben

- *transport blocks*: az adategység a transzport csatornán
- *Transmission Time Interval (TTI)*: egy transzport blokk, ha van MIMO: max 2 transzport blokk
- transzport formátum: moduláció, kódolás, antenna hozzárendelés

Keretszerkezet:

FDD és TDD (ez esetben is az 0. és 5. alkeret DL: szinkronizációs jelek)



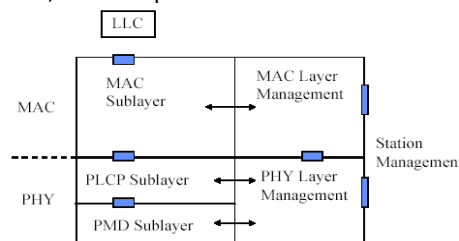
Referencia szimbólumok:

- minden slotban az első szimbólum (blokkban az 1. és 7. vivőn) és 4v5 szimbólum (blokkban: 4. és 10. vivőn)
- fizikai szintű cellaazonosító egyben + csatorna mérés
 - 510 féle 2 dim ref sorozat (cella azonosító), 170 csoport * 3
 - referencia szimbólumok ugratása frekvenciában megengedett – elkerülhető a ref.szimb ütközés, azonos blokkokat alkalmazó BSeKnél, 170 ugratási sorozat

IEEE 802.11 WLAN

58. 802.11 felépítése, használata, terminológia, protokoll architektúra, protokoll rétegek feladatai.

- alapegység: cella (**Basic Service Set, BSS**, a 802.11 terminológiában) egy
- bázisállomás vezérel (**Access Point, AP**), egy WLAN állhat egyetlen cellából egyetlen APvel a legtöbb esetben több cella alkot egy hálózatot
- az AP-ket egy elosztó hálózat köti össze (**Distribution System, DS**)
- Az összekapcsolt WLAN cellákból és a hozzájuk tartozó AP-kből valamint az elosztó hálózatból áll, együtt egy 802.11 hálóza a felsőbb OSI rétegek számára
- a szabványbeli elnevezése: **Extended Service Set (ESS)**
- a **Portal** : Portál a 802.11 és egy másik 802 LAN összekapcsolására szolgáló eszköz, gyakorlatban: az AP tartalmazza, így ez „híd” (bridge) az Ethernet háló felé
- ez így: infrastruktúra mód. de létezik ezen kívül: ad-hoc mód, nincs infrastruktúra, nincs bázisállomás, minden csp. egyenrangú és továbbítja egymás csomagjait
- Mint minden 802.x protokoll, a 802.11 protokoll a MAC és a Fizikai réteget definiálja

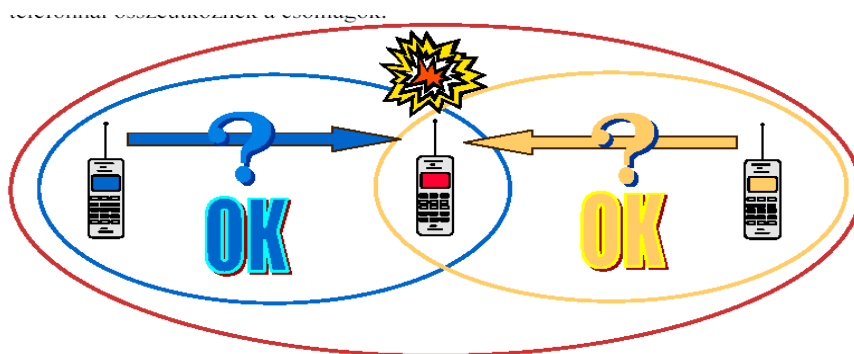


- **MAC Entitás**
 - alap közeghozzáférés
 - fragmentáció
 - titkosítás
 - szinkronizálás
- **MAC Layer Management Entity**
 - szinkronizálás
 - teljesítmény menedzsment
 - roaming (cellaváltás)
 - MAC MIB (Management Information Base) fenntartás
- **Physical Layer Convergence Protocol (PLCP)**
 - PHY-specifikus, közös PHY SAP-ot biztosít, azaz a MAC kereteket (MPDU) fizikai csomagokká alakítja oda és vissza.
 - Clear Channel Assessment jelet biztosít (vivőérzékelés)
- **Physical Medium Dependent Sublayer (PMD)**
 - moduláció és kódolás
- **PHY Layer Management**
 - csatorna hangolás – link adaptáció
 - PHY MIB fenntartás
- **Station Management**
 - a MAC és a PHY menedzsmenttel működik együtt, illetve az együttműködésüket hangolja össze
- A MAC rétegek által ellátott tipikus szabványos funkcionalitásokon túl a 802.11 MAC további funkciókat is ellát, melyeket tipikusan felsőbb rétegek szoktak pl. fragmentáció, csomag újraadás, nyugtázás.
- az IEEE802.11 szabvány egyetlen MAC-et definiál, ami 3 PHY-vel tud együttműködni, melyek 1 vagy 2 Mbps-os átvitelt biztosítanak
 - Frekvenciaugratásos szórt spektrumú (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS) a 2.4 GHz sávban
 - Direkt szekvenciális szórt spektrumú (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) a 2.4 GHz sávban és

59. 802.11 MAC: elosztott és központi koordinált MAC működés

- *Elosztott*: Distributed Coordination Function (DCF): ahol a mobil terminálok ugyanazt az egyszerű szabályt alkalmazzák a rádiócsatorna megszerzésére, mindenféle központi „döntőbíró” nélkül,
 - Az alap közeghozzáférési módszer a **Distributed Coordination Function** alapvetően CarrierSense Multiple Access megoldásra épül Collision Avoidance mechanizmussal kiegészítve (**CSMA/CA**)
- *Központosított*: Point Coordination Function (PCF), ahol a terminálok kérései alapján az AP dönt a rádiócsatorna kiosztásáról, és a döntésének megfelelően adja meg a jogot az egyes mobil állomásoknak az adásra.
 - PIFS - Point Coordination IFS, az AP használja a többi állomás előtti közeghez való hozzáférésre értéke a SIFS plusz egy Slot Time
 - időkorlátos szolgáltatások, pl. video vagy beszédátvitel magasabb prioritást igényelnek, mint a sima adatátvitel
 - a csatorna időben PCF és DCF szakaszokra osztható
 - PCF alapja: AP lekérdezi a terminálokat és elosztja az adási jogokat
 - ilyenkor nem kell RTS,CTS, AP kezdi a lekérdezést PIFS időt várva
 - lekérdezésre válasz SIFS idő múlva, ACK is. ACK is, lekérdezés is hasznos csomaghoz csatolva, nem kell neki külön megszerezni a csatornát
 - ACK mehet a versenyzéses időszakban
 - PCF időtartam alatt a DCF-ben részt vevők nem figyelik a csatornát (NAV-ot PCF idejére állítják)
 - a biztonság kedvéért PCF idején a kereteket SIFS időnként adják, így az alap terminálok soha nem csökkentenék várakozási idejüket
 - keretekben információ: mennyi ideig tart a keret és a nyugta, időtartam alapján felülírja a NAVt, ha az nagyobb az eredetinél
 - a PCF opcionális, az alap CSMA/CA-ra épül

60. A rejtett terminál probléma és megoldása



2.9 ábra Rejtett terminál probléma szemléltetése

Ilyenkor mindkét (A,C) állomás szabadnak érzékeli a csatornát, és adni kezd, ami viszont a vevő állomásnál (B) csomagütközéshez vezet. Ez lehetetlenné teszi a kommunikációt, a CD technika pedig ennek a feloldására nem képes. Ezért a WLAN-oknál CD helyett CA-t (Collision Avoidance) használnak. CSMA/CA esetén az állomások figyelik a közeget, ha az foglalt, akkor várnak egy átvétel nélküli generátorral sorsolt ideig. Ezután megvizsgálják ismét a csatornát, ha ezt szabadnak érzékelték egy bizonyos ideig, akkor a terminálok elkezdik a véletlenszerű késleltetési idő csökkentését. Adást akkor kezdenek, ha késleltetési idejük 0-ra csökken. Amennyiben szabadnak érzékelték ugyan a csatornát, elkezdtek adni, de ez egy másik állomással egyidőben történt – azaz nem érkezett nyugta –, ismét várniuk kell egy véletlenszerű késleltetési ideig. Ennek az időnek a csökkentése is hasonlóképpen történik, mint foglalt csatorna esetén. Az előzőekben említett rejtett terminál probléma kiküszöbölhető, valamint az ütközések száma tovább csökkenthető az RTS és CTS (Request to Send és Clear to Send) vezérlő keretek alkalmazásával.

Az adó állomás először egy RTS üzenettel jelzi, hogy adni kíván, erre egy véletlenszerűen sorsolt idő (SIFS) eltelté után egy CTS üzenetet kap válaszul, ami azt jelenti, hogy elkezdheti az adást. Ha nem kap ilyet, akkor vár egy véletlenszerű ideig (DIFS) és újra küld egy RTS-t. A sikeres adatküldés után a vevő egy nyugtázó ACK (Acknowledgement) üzenettel jelzi, hogy megkapta az adatot. Amennyiben az adóállomás nem kap nyugtát, újra kell adnia a keretet. Ekkor ismét alá kell vetnie magát a közeghozzáférésért folytatott versenynek. Az RTS és CTS cseréjét virtuális vivő érzékelési mechanizmusnak (3. ábra), vagy másnéven „négyutas kézfogás”-nak (Four Way Handshaking) is nevezik.

61. 802.11 menedzsment funkciók: cellakeresés, bejelentkezés, energiatakarékos üzemmód, adatfogadás energiatakarékos módban

Cella keresés

- bármely AP periodikusan broadcast beacon üzeneteket küld
- SSID
- képességek
- titkosítás
- RTS/CTS küszöb
- CFP értékek
- a terminál beacon őrket keresi
- a kiválasztottakhoz association req/resp
- autentikáció kérés/válasz
- ha a kliens csatlakozott az AP-hez, általában a DS-en keresztül a környező AP-k is tudomást szereznek erről
- ez volt a passzív szkennelés

Aktív szkennelés

- probe req – vár – probe resp
- csatlakozás ugyanúgy
- beacon szerepe: szinkron megtartása

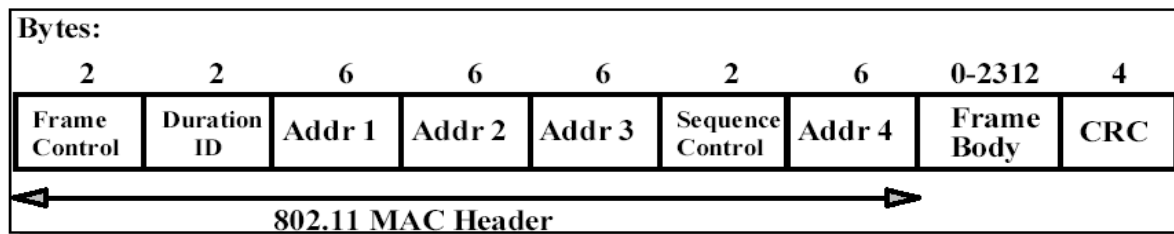
Teljesítmény kímélő üzemmód

- a kliens alvó állapotban nem figyeli a csatornát
- csak beacon frame-ek idején figyel, szinkronizál
- AP nyilvántartja, hogy kik alszanak
- beacon-ben: értesítés, hogy melyik alvó mobilnak jött adat

- a mobil felébred, PS poll kéri meg az AP-t, hogy küldje
- alvó mobil benne van a multicast csoportban
- beacon-ben: multicast üzenetet fog DTIM-kor megpróbál küldeni az AP

62. MAC keret típusok, a MAC keret felépítése

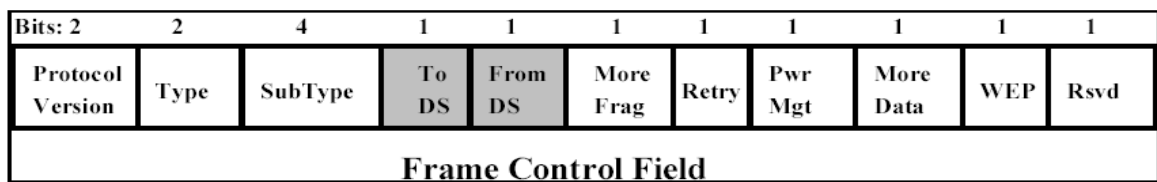
- Data Frame-k: adatátvitel céljaira
- control Frame-k: a közeghozzáférés vezérlés céljaira (pl. RTS, CTS, és ACK),
- menedzsment Frame-k: az adat keretekkel megegyező módon küldik őket a menedzsment információk cseréje végett, de nem továbbítják őket a felsőbb rétegekhez (pl. authentication, probe request, stb.)
- MAC keret:



2.23. ábra Általános MAC keretformátum

Control	Data	Management
• RTS • CTS • ACK • PS-Poll • CF-End & CF-End ACK	• Data • Data+CF-ACK • Data+CF-Poll • Data+CF-ACK+CF-Poll • Null Function • CF-ACK (nodata) • CF-Poll (nodata) • CF-ACK+CF+Poll	• Beacon • Probe Request & Response • Authentication • Deauthentication • Association Request & Response • Reassociation Request & Response • Disassociation • Announcement Traffic Indication Message (ATIM)

- MAC keret frame control:



2.24. ábra Frame Control mező

- Protocol Version, Type and Subtype: pl. RTS, CTS, ACK, poll, authentication, stb.
- ToDS, FromDS: hálózatba/ból a keret (tehát o pl. RTS, CTS), More Fragments: a MAC keret egy nagyobb felső keret darabja, Retry: újraadott keret-darab
- *Power Management*: jelzi, hogy ezen keret átvitele után az állomása Power Management üzemmódba megy át, azok az állomások használják, melyek Power Save állapotból Active állapotba lépnek vagy fordítva
- *More Data*: jelzi, a Power Management-nek az AP révén, hogy további tárolt keretek vannak az állomás részére
- WEP: jelzi, hogy a keret törzsét a WEP-nek megfelelően titkosították
- MAC keret további mezők:
- Duration/ID: Power-Save Poll üzenetekben az Station ID., egyébként a NAV számításhoz időtartam

63. A címmezők szerepe és használata a MAC keretben

- **Address Fields** max. 4 címet tartalmazhat a ToDS-től és a FromDS bitektől függően:
- **Address-1** mindig a Recipient Address, **Address-2** mindig a Transmitter Address
- **Address-3** a legtöbb esetben a maradék hiányzó cím. Egy keretben ahol FromDS=1, Address-3 az eredeti Source Address, ha a keretben ToDS=1, akkor Address 3 a célcím.
- **Address-4** speciális esetekben használják, amikor Wireless Distribution System-t alkalmaznak és az éppen adás alatt levő keretet egyik Ap-től a másiknak küldik. Ilyen esetben mind ToDS=1 és FromDS=1, így az eredeti cél és forrás cím is hiányzik.

64. 802.11 FHSS fizikai réteg: keret felépítés, moduláció, sebességek, frekvenciaugratás, modulációs példa frekvencia tartománybeli ábrával

- FHSS: 79 egymást nem átfedő csatorna 1MHz osztással
- 26 átfedő hálózat üzemelhető egyidejűleg (ugratási sorozattól függ)
- 2, 4 GFSK

Fizikai keret: ábrán, benne MAC keret

- preamble: Synch: egy 80-bites sorozat, melyben 0-k és 1-ek váltakoznak, a vett csomaggal való szinkronizálásra
- SFD: egy Start Frame határoló, ami 16-bites bináris minta: 0000 1100 1011 1101, amit a keret időzítéshez használnak.

Preamble	PLCP Header	MAC Header	Payload	CRC
----------	-------------	------------	---------	-----

2.22. A fizikai réteg keretformátuma a MAC PDU-val

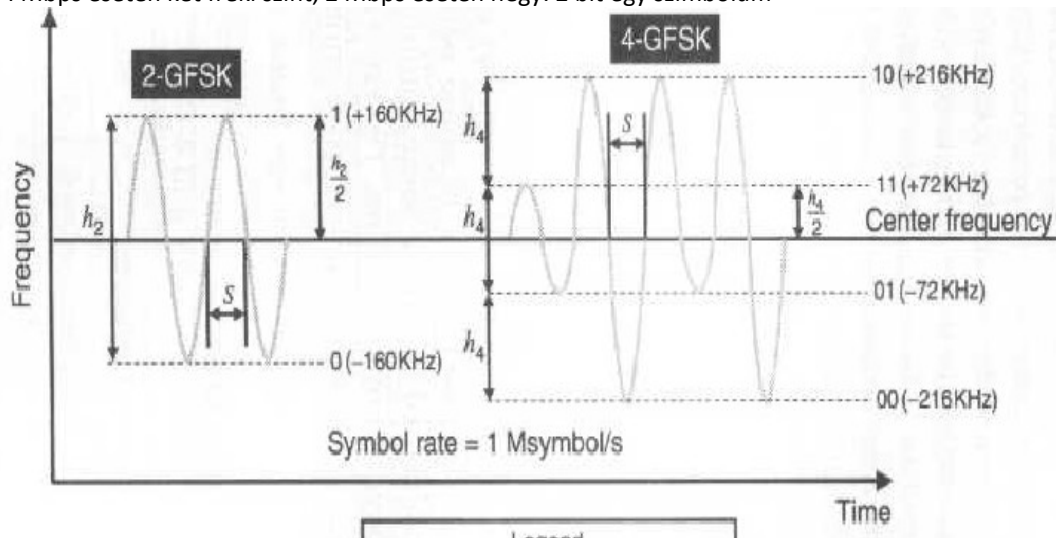
- A PLCP Header-t mindig 1 Mbps-mal adják és logikai információkat tartalmaz, melyet a PHY réteg használ a keret dekódolásához.
- **PLCP_PDU Length Word:** a csomag bájtjainak számát adja meg. Erre a PHY-nek van szüksége a helyes detektáláshoz.
- **PLCP Signaling Field:** jelenleg csak a sebesség információt tartalmazza, 1 v. 2 Mbps
- **Header Error Check Field:** egy 16 bites CRC hibajavító mező

Moduláció: GFSK

- frekvencia a vivőhöz képest hordozza az infót
- Gaussi: a négyszögjel Gauss szűrőn megy át, ez kerül az FM modulátor bemenetére
- folytonos legyen az átmenet, ne hirtelen: kisebb sávszélességet foglal
- FSK időtartománybeli ábra Gauss szűrő nélkül

Sebességek:

- 1 Mbps esetén két freki szint, 2 Mbps esetén négy: 2 bit egy szimbólum

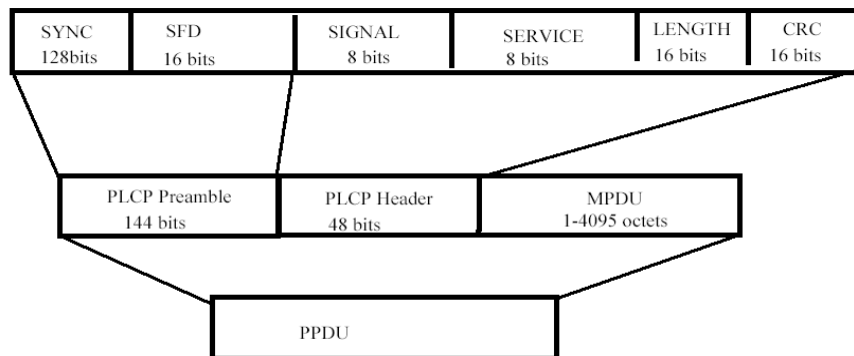


Frekvenciaugratás:

- FHSS: ugratási idő országonként szabályozott, minimum 400 msec
- 1 MHz enként vivők a 2402-2480 sávban: 79 vivő
- 79 álvéletlen sorozat, $3 \times 26 + 1$. egy 26 os csoporton belül átlagosan 3, de max 5 ütközés egy ugratási ciklus alatt
- min 6 Mhz ugratási távolság a frek. szelektív fading elkerülésére

65. 802.11 DSSS fizikai réteg: keret felépítés, moduláció, sebességek, direkt szekvenciális kódolás, modulációs példa időtartománybeli ábrával

- DSSS: szimbólumsebesség 1Mps, 11 chipes álvéletlen Barker sorozattal
- frekisáv: 2,4 GHz, seb: 1 v 2 Mbps
- DBPSK, DQPSK

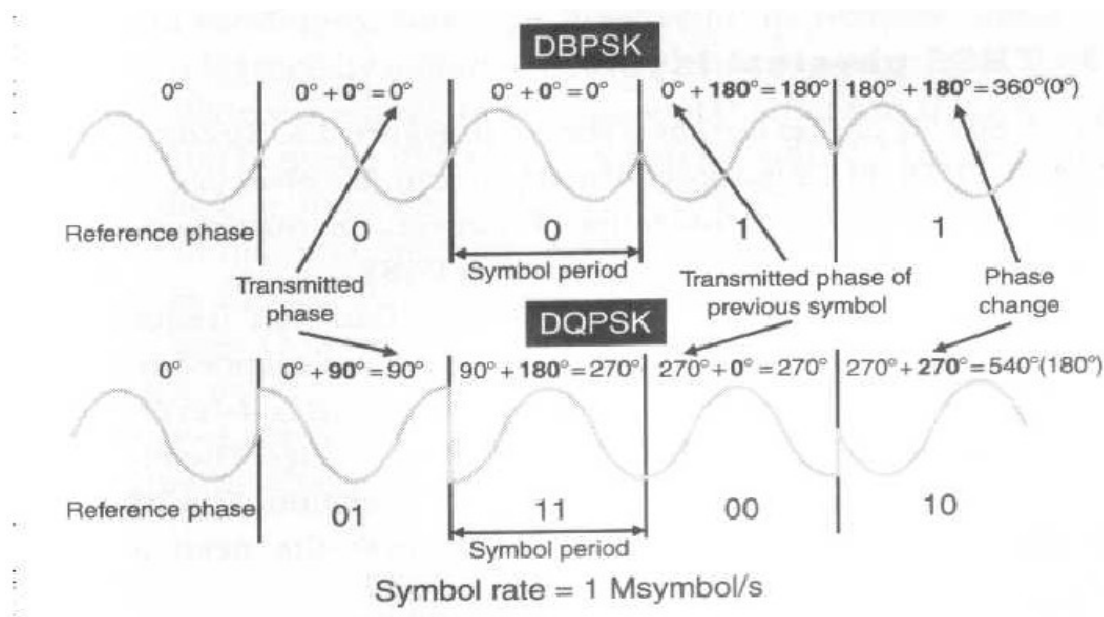


2.41. ábra DSSS PLCP réteg keretformátum

- Preamble-t és a Header-t mindig 1 Mbps-mal adják, az adat lehet 1Mbps vagy 2 Mbpsú
- signal: az adatsebesség
- service: jövőbeli használatra
- modulációval oldják meg a sebesség kétszerezését
- 2 szintű vagy 4 szintű differenciális fáziskulcsolás

Moduláció	Adat	Fázisváltozás ($\Delta\Phi$)
DPSK	0	0°
	1	180°
DQPSK	00	0°
	01	90°
	11	180°
	10	270°
$\Phi_n = \Delta\Phi + \Phi_{n-1}$		

2.44. ábra Fázisdefiníciók



66. 802.11 hálózat továbbfejlesztései: a,b,g,e

- új fizikai rétegek a nagyobb sebességért
- 802.11a: 5.15-5.25 GHz, 5.25-5.35 GHz és 5.725-5.825 ISM sávban
- OFDM átvitel: 52 alvivő, ebből 4 pilot, 48 hasznos, 20 MHz egy sáv
- 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, vagy 54 Mbps
- alvivőnként BPSK, QPSK, 16, 64-QAM azaz 1, 2, 4, 6 bit
- sebesség: kódolástól és modulációtól függő
- 802.11b : legelterjedtebb verzió manapság (WiFi)
- 1, 2, 5.5, 11 Mbps sebességek
- ugyanaz a sáv, DSSS, de CCK(Complementary Code Keying) segíti a sebesség növekedést
- CCK: 5.5 Mbps: 2 bit alapján kiválasztanak egy 8 chipes kódot, másik 2 bit modulálja. 11 Mbps: 6 bit alapján 8 bites kód, 2 bit modulálja
- 22 Mbps verzió: PBCC(Packet-based binary Convolutional Code), konvolúciós kód és 64 szintű moduláció együtt
- 802.11e: MAC változtatások, QoS biztosítására
 - document was approved in November 2000. The first draft was available in late 2001.
 - Aim to support both IntServ and DiffServ
 - The new standard is still in debate and unstable
 - Wireless Multimedia Enhancement (WME)
 - Subset of 802.11e to be implemented by the industry
 - New QoS mechanisms

- EDCF (Enhanced DCF): prioritások többféle IFS és CW-k definiálásával (Arbitration Interframe Space (AIFS))
- packet bursting engedélyezett: több keret átvihető SIFS közökkel, egy max-ig
- HCF (Hybrid Coordination Function): PCF és EDCF együtt
- Backwardly compatible with the DCF and PCF
- 802.11i: új biztonsági rendszer
- 802.11g: nagysebességű, szintén max 54 Mbps OFDM alapú szabvány
- 2.4 GHz sávban
- CCK-OFDM vagy PBCC – OFDM keverék