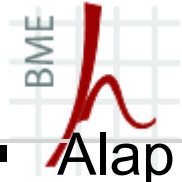
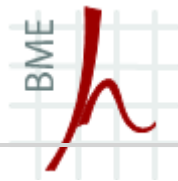


**RÁDIÓS INTERFÉSZ ALAPOK ÉS
KÓDOSZTÁS AZ UMTS-BEN.
KÓDOK HASZNÁLATA UPLINK,
DOWNLINK. FIZIKAI SZINTŰ ÉS
HASZNOS ÁTVITELI SEBESSÉGEK.
JEL-ZAJ VISZONY EGYENLETEK ÉS
KÖVETKEZMÉNYEI.**



WCDMA rendszer alapok

- Alap paraméterek
 - Direct sequence (DS) spreading technique
 - FDD/TDD duplexing lehetőség, 10 msec keret
 - 3,840 Mchip/sec
 - Flexibilis vivő kijelölés (4,4 – 5,2 MHz, 200 kHz-es lépésekben)
 - Bázisállomások közötti szinkronizálás (FDD nem pontos, TDD pontos)
 - Változtatható szórási faktor
 - Forward error correcting (CRC, konvolúciós kódoló, turbó kódoló)
 - Nagy és változtatható adat sebesség

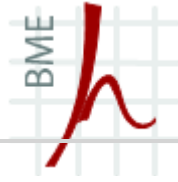


Rendszer jellemzők (folyt.)

- A fizikai csatornák főbb karakterisztikái
 - Fő struktúra
 - 10 msec frame, 15 slots (0,667 msec), power control time interval: teljesítményszabályozási parancs slotonként (1500x másodpercenként)
 - Kontroll infó és adat: időben multiplexált downlink és kód multiplexált uplink csatornában
 - QPSK moduláció 0,22-es roll-off paraméterrel
 - Kód típusok
 - Channelization code, variable spreading factor, orthogonal codes (SF=4–256(512))
 - Scrambling codes (length is 38400 chips; B-M, a segment of a Gold code of length of $10^{18}-1$; M-B, short spreading code (short Kasami code (256 chips) repeated 150 times), or long spreading code (a segment of a Gold code of length $2^{18}-1$))

■ Kapacitás

- Adatsebesség követelmények/elképzelések
 - Rural: 144 kbit/sec (384 kbit/sec), 500 km/h
 - Suburban: 384 kbit/sec (512 kbit/sec), 120 km/h
 - Indoor, local: 2 Mbit/sec, 10 km/ó
 - További lehetőségek az adat sebesség növelésére
- **Megvalósított adatsebességek**
 - 12.2 kbps beszédátvitel
 - 64, 144 (128), 384 kbps adatátvitel (rádiós bearer): ez hasznos adatátviteli sebesség
 - gyakorlati megoldás: a buffer telítettségétől függően kapcsolgatja a rendszer az egyes sebességű bearereket az előfizetők között
 - a sebességekhez tartozó fizikai SF downlinkben: 64 (beszéd), 32, 16, 8
- Flexibilitás
 - Változtatható adat sebesség (BER, késleltetés)
 - Keverhető szolgáltatások
 - Áramkör és csomagkapcsolt mód



Kódok az UMTS-ben

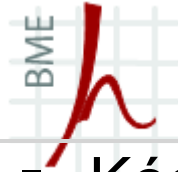
- A W-H kódok csak akkor ortogonálisak, ha chip – szinkronban vannak
- néhány chip eltolással két W-H kódszó nem ortogonális
- chip-szinkronitás UL irányban nem biztosítható, a távolságkülönbségek miatt
- DL esetben természetesen az összes kódszó egyszerre, párhuzamosan érkezik

Kódok az UMTS-ben

- ezért: különböző előfizetők csatornáinak elválasztására a W-H kód downlinkben alkalmas, UL-ben nem
- a DL –en tehát egy W-H kódfa az erőforrás egy cellában
- az egyes kódok egyes csatornákat jelölnek ki
 - lehetnek kontroll csatornák, vagy
 - különböző, vagy azonos előfizetők különböző adatcsatornáit
- a W-H kódokat UL rányban *egy előfizető* különböző csatornának (adat, többféle adat és kontroll) megkülönböztetésére használjuk

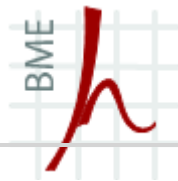
Kódok az UMTS-ben

- hogyan választjuk el az UL irányban az egyes előfizetők jeleit?
- hasonlóan: hogyan választjuk el DL irányban az egyes cellák jeleit?
- megoldás: zagyváló kódok
 - nagyon hosszú álvéletlen ± 1 sorozatok, ezekből 38400 chip hosszú (1 keret, 10 ms) sorozat egy kód
 - Gold kód
 - egy álvéletlen ± 1 sorozatot önmagával szorozva csupa 1 sorozat adódik
 - egy másik álvéletlen ± 1 sorozattal szorozva: álvéletlen ± 1 sorozat adódik
- vannak még szinkronizációs kódok



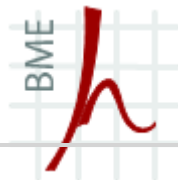
Kódok az UMTS-ben

- Kódolás tehát:
 - kétszeres kódolás: bitek besorozva először a W-H kód chipjeivel (csatornaképző kód)
 - DL irányban a usert/csatornát azonosító W-H kódszóval
 - UL irányban egy user valamelyik csatornáját azonosító kódszóval
 - aztán a scrambling kód chipjeivel
 - DL irányban a cellát azonosító scrambling kóddal
 - UL irányban az előfizetői készüléket azonosító scrambling kóddal



Használt kódok

	Synchronisation Codes	Channelisation Codes	Scrambling Codes, UL	Scrambling Codes, DL
	Gold Codes	Orthogonal Variable Spreading Factor (OVSF) codes	Complex-Valued Gold Code Segments (long) or Complex-Valued S(2) Codes (short)	Complex-Valued Gold Code Segments
Type	Primary Synchronization Codes (PSC) and Secondary Synchronization Codes (SSC)	sometimes called Walsh Codes	Pseudo Noise (PN) codes	Pseudo Noise (PN) codes
Length	256 chips	4-512 chips	38400 chips / 256 chips	38400 chips
Duration	66.67 μ s	1.04 μ s - 133.34 μ s	10 ms / 66.67 μ s	10 ms
Number of codes	1 primary code / 16 secondary codes	= spreading factor 4 ... 256 UL, 4 ... 512 DL	16,777,216	512 primary / 15 secondary for each primary code
Spreading	No, does not change bandwidth	Yes, increases bandwidth UL: to separate physical	No, does not change bandwidth	No, does not change bandwidth
Usage	To enable terminals to locate and synchronise to the cells' main control channels	data and control data from same terminal DL: to separate connection to different terminals in a same cell	Separation of terminal	Separation of sectors



Csatornák

Logical Channels:

Broadcast Control Channel (BCCH), Downlink (DL)
Paging Control Channel (PCCH), DL
Dedicated Control Channel (DCCH), UL/DL
Common Control Channel (CCCH), UL/DL
Dedicated Traffic Channel (DTCH), UL/DL
Common Traffic Channel (CTCH), Unidirectional (one to many)

Transport Channels:

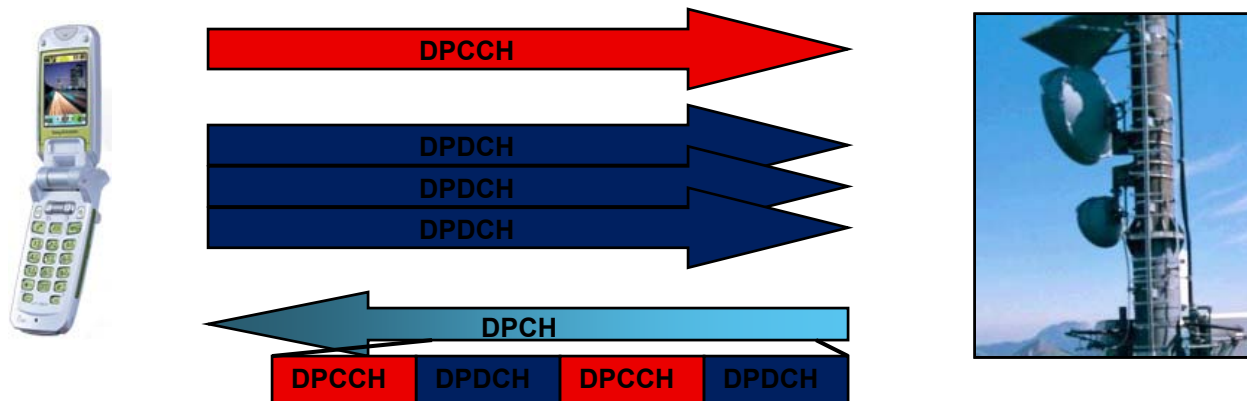
Dedicated Transport Channel (DCH), UL/DL, mapped to DCCH and DTCH
Broadcast Channel (BCH), DL, mapped to BCCH
Forward Access Channel (FACH), DL, mapped to BCCH, CCCH, CTCH, DCCH and DTCH
Paging Channel (PCH), DL, mapped to PCCH
Random Access Channel (RACH), UL, mapped to CCCH, DCCH and DTCH
Uplink Common Packet Channel (CPCH), UL, mapped to DCCH and DTCH
Downlink Shared Channel (DSCH), DL, mapped to DCCH and DTCH

Physical Channels:

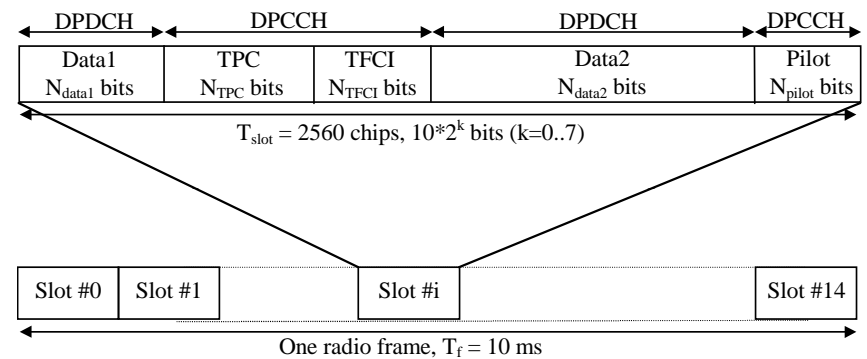
Primary Common Control Physical Channel (PCCPCH), mapped to BCH
Secondary Common Control Physical Channel (SCCPCH), mapped to FACH, PCH
Physical Random Access Channel (PRACH), mapped to RACH
Dedicated Physical Data Channel (DPDCH), mapped to DCH
Dedicated Physical Control Channel (DPCCH), mapped to DCH
Physical Downlink Shared Channel (PDSCH), mapped to DSCH
Physical Common Packet Channel (PCPCH), mapped to CPCH
Synchronisation Channel (SCH)
Common Pilot Channel (CPICH)
Acquisition Indicator Channel (AICH)
Paging Indication Channel (PICH)

Fizikai csatornák

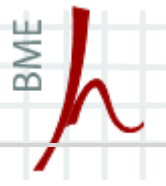
- Dedikált csatornák
 - Uplink
 - Dedicated Physical Control Channel (DPCCH)
 - Dedicated Physical Data Channel (DPDCH)
 - Downlink
 - Dedicated Physical Channel (DPCH)



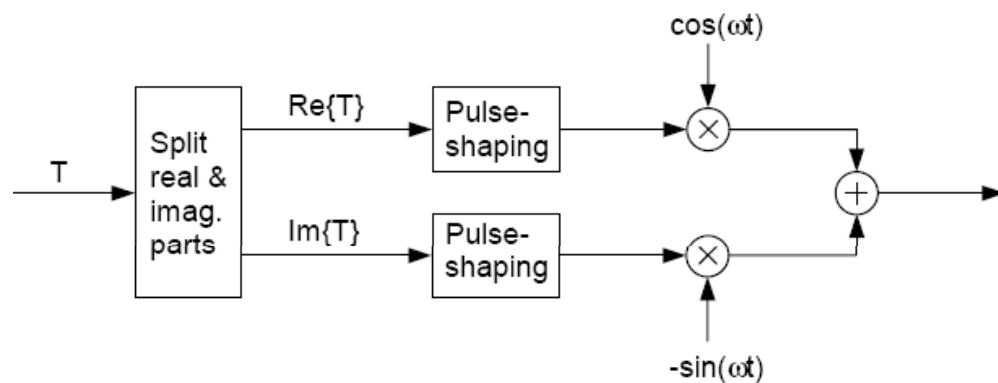
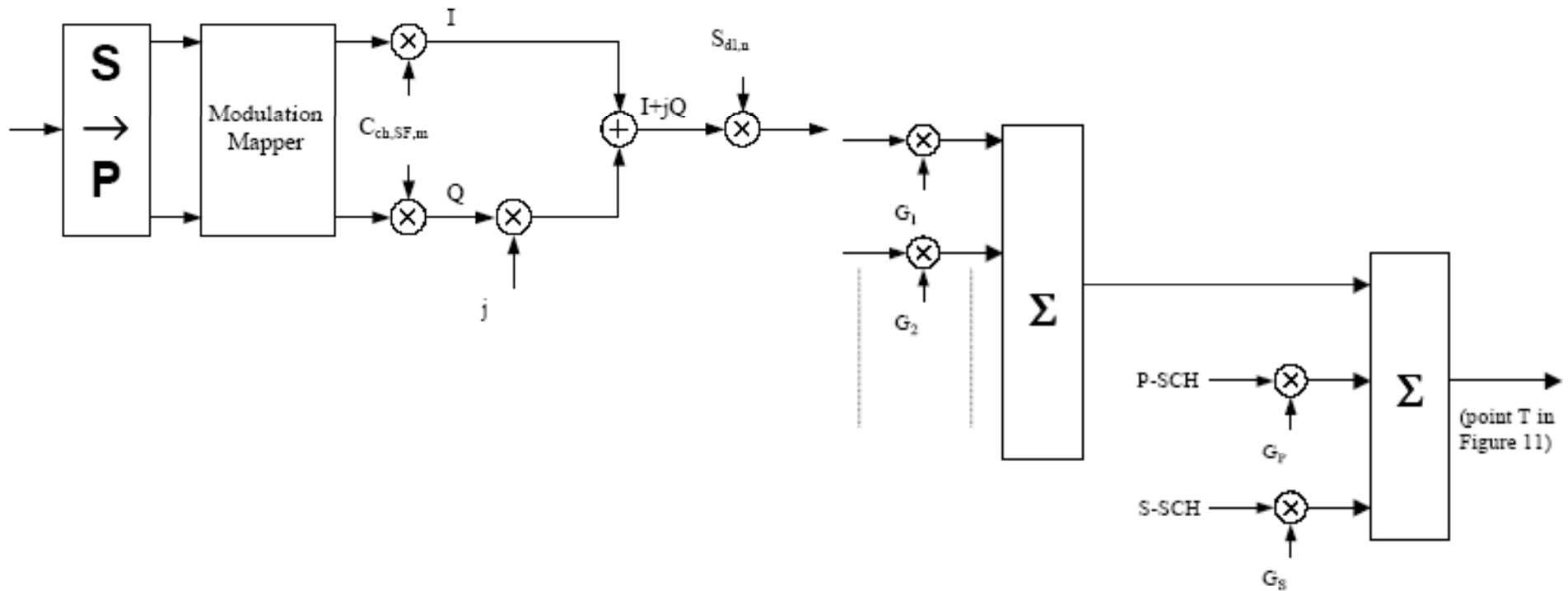
- Dedicated Physical CH
 - idő multiplexing kontroll és adat
 - SF=4-512, QPSK moduláció
 - Max. 1.96 Mbit/sec adat sebesség
 - Legalacsonyabb sebesség DTx technikával 1500Hz
 - TFCI, TPC, Pilot: ezek együtt a DPCCH

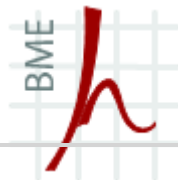


egy userre jellemző W-H
kóddal és a cellajellemző scr
kóddal szorozva



Downlink jelkialakítás



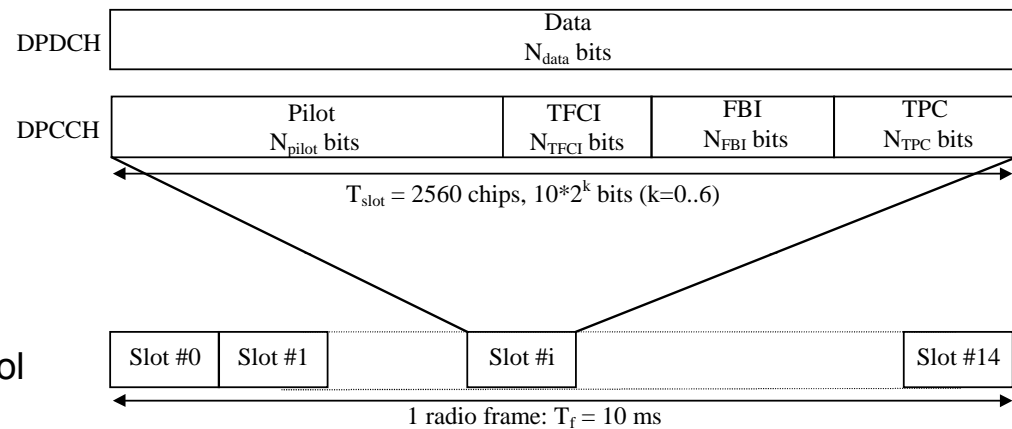


Downlink fizikai adatsebesség

Spreading factor	Channel symbol rate (kbps)	Channel bit rate (kbps)	DPDCH channel bit rate range (kbps)	Max. user data rate with ½ rate coding (approx.)
512	7.5	15	3-6	1-3 kbps
256	15	30	12-24	6-12 kbps
128	30	60	42-51	20-24 kbps
64	60	120	90	45 kbps
32	120	240	210	105 kbps
16	240	480	432	215 kbps
8	480	960	912	456 kbps
4	960	1920	1872	936 kbps
4, with 3 parallel codes	2880	5760	5616	2.3 Mbps

Uplink dedikált csatornák

- **DPCCH**
 - Fix SF=256
 - 4 részből áll
 - Pilot szimbólumok
 - TFCI=Transport-Format Combination Indicator
 - FBI=feedback Information
 - TPC=Transmit Power Control
- **DPDCH**
 - SF=256..4
 - 10.2 kbits/időrés
 - Max 0.96 Mbit/sec data rate
- Egy uplink átvitelhez egy DPCCH és legalább egy DPDCH szükséges

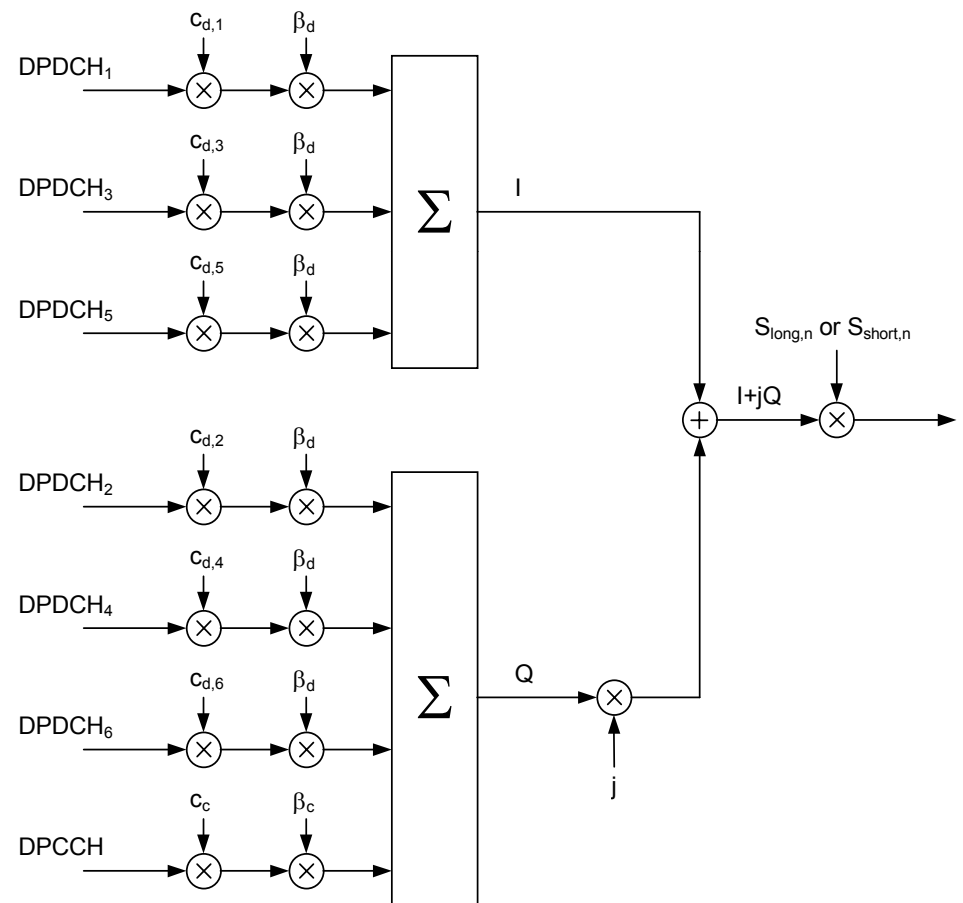


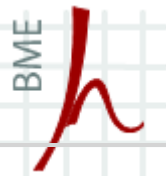
UL
DCH

- Pilot
 - Vevőben csatorna becslés
- TFCI
 - DPDCH adatsebesség, csatorna kódolás, interleaving paraméter indikátor minden keretre
 - Ha hibás elvész a keret, nagyon védett
- TPC
 - Teljesítmény szabályzó parancs
 - Mindig jelen van a pilottal együtt
- FBI
 - Closed loop PC használatakor

DPCCH/DPDCH multiplexálás

- DPCCH és DPDCH I/Q multiplexált
 - hallható jelenségek miatt
 - Csökkenti az átvitel csúcs-átlag teljesítmény arányt
 - Egy kóddal (SF=4) csatorna kódolva max. 400-500 kbps
 - Nagyobb sebességhez max 6 párhuzamos kódot lehet használni

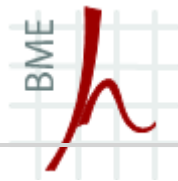




Uplink adat sebesség

$$3.84 \text{ Mcps} / 256 = 15 \text{ kbps}$$

DPDCH SF	DPDCH channel bit rate (kbps)	Max. user data rate with $\frac{1}{2}$ rate coding (approx.)
256	15	7.5 kbps
128	30	15 kbps
64	60	30 kbps
32	120	60 kbps
16	240	120 kbps
8	480	240 kbps
4	960	480 kbps
4, with 6 parallel codes	5740	2.3 Mbps

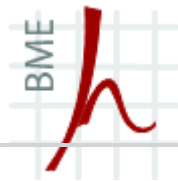


Jel-interferencia+zaj viszony

- ahhoz, hogy az i . user szolgáltatás működjön az x, y pozícióban a jel-zaj viszonynak meg kell haladnia egy küszöböt
- $SINR_i \geq \varepsilon_i$
- Uplink SINR

$$SINR_i(x, y) = SF \frac{P_i^{\text{vett}}(x, y)}{\sum_{j \in \text{többi user a cellaban}} P_j^{\text{vett}}(x, y) + \sum_{k \in \text{többi user a szomszedban}} P_k^{\text{vett}}(x, y) + P_{\text{zaj}}}$$

- P^{vett} számítása P^{adott} szorozva csatorna csillapításával (korábbi előadáson pl.)



Jel-interferencia+zaj viszony

- Downlink SINR

$$SINR_i(x, y) = SF \frac{P_i^{\text{vett}}(x, y)}{(1 - \rho)P_0^{\text{vett}}(x, y) + \sum_{k \in \text{szomszedos cellak}} P_k^{\text{vett}}(x, y) + P_{\text{zaj}}}$$

- P_0^{vett} : a kiszolgáló cella összes vehető teljesítménye, P_i^{vett} : az i . user kapcsolatra jutó teljesítmény vehető szintje, P_k^{vett} a k . interferáló cella összes teljesítménye véve
- itt is $P_x^{\text{vett}} = P_x^{\text{adott}} \cdot PL$, ahol PL a csatorna erősítése adott távolságra, lineáris skálán

Következmények

- folyamatosan minden előfizető adóteljesítményét szabályozni kell, minden kapcsolatra az SNR követelményt kell tartani
- ha valaki a teljesítményét felemeli: minden más előfizető SNR-jében a nevezőt növeli, ezért nekik is kellene növelni a teljesítményüket
- minden forgalom mindenkinek zajt jelent
- lélegző cellák: néhány forgalom bekapcsol, a BS-től távoli előfizetők már max teljesítmény adásával sem tudják az SNR szintet elérni a BS-nél: gyakorlatilag kikerülnek a lefedettségből!
- a lefedettség is függ a forgalomtól!
- lefedettség/forgalom/kapacitás összefügg
- puha kapacitás: a kiszolgálható forgalomnak nincs éles korlátja, egy újabb forgalom csak interferencia növekedést jelent