

+E2. A Cellás rendszerek (frekvencia-újrafelhasználás, cellaméret)

A frekvencia újrafelhasználása a mobil rendszerek fejlődésével merült fel. A rendelkezésre álló sávszélességen W vivőfrekvenciát elhelyezve egyetlen cellával ugyanis egyidejűleg (TDMA hozzáférést nem feltételezve) W beszéd (v. adatcsatorna) vihető át.

A cellás rendszer alapelve, hogy egy (az összes vivőfrekvencia egy része) frekvenciakészletet távolabbi cellában újra felhasznál, természetesen biztosítva az azonos frekvenciakészlettel dolgozó cellák kellő távolságával az interferencia védettségét.

Az ábrázolásra a hatszögű elrendezés terjedt el.

A következő ábrán látható elrendezésben a W vivőfrekvenciát harmadolják és cellahármasokkal fedik le a teljes területet.

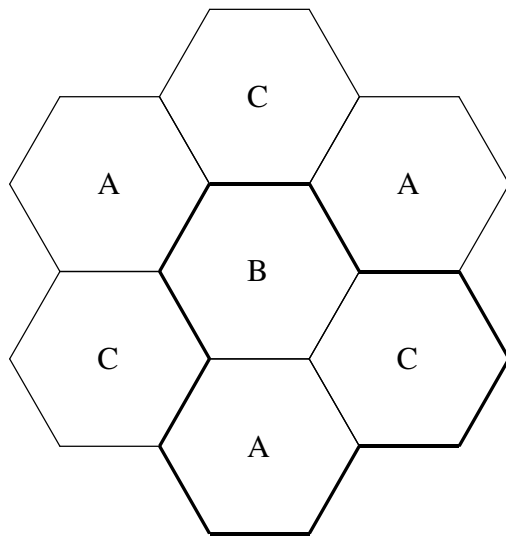
A lefedés ezen alapelemét cluster-nek nevezzük, a benne lévő cellák száma N . Ekkor

$$W = kN$$

ahol

k az egy cellában alkalmazható vivőfrekvenciák száma.

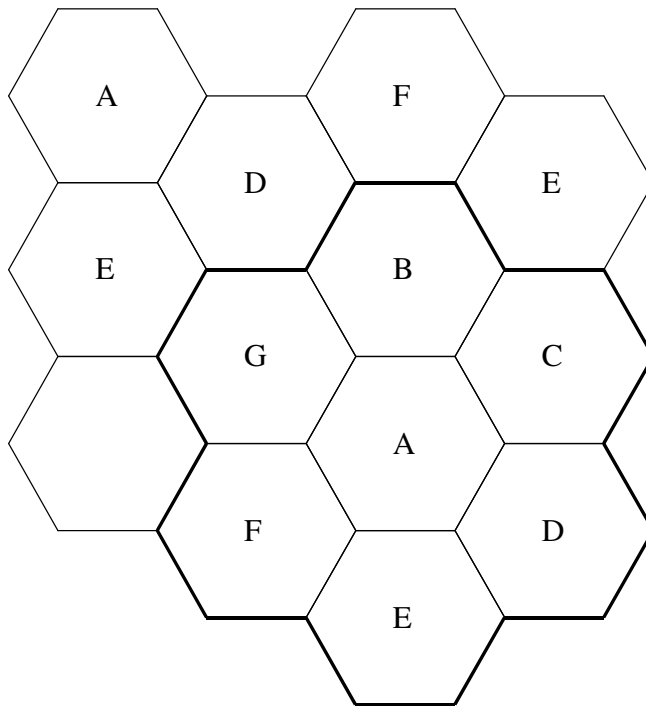
Az 1. ábrán $N=3$.



1. ábra

További, elterjedten alkalmazott clusterméret az $N=4$, 7 , 12 .

A 2. ábrán $N=7$ clustert mutatunk be.



2. ábra

Mi értelme van a különböző clusterméret alkalmazásának?

Két ellentétes hatás érvényesül a különböző elrendezéseknél. A clusterméret növelésével csökken az egyidejűleg egy cellában alkalmazható vivőfrekvenciák száma. Ezzel szemben a clusterméret növelésével csökken az azonos frekvenciakészlettel dolgozó cellák által okozott interferencia.

Az alkalmazandó vivőfrekvenciák számát a forgalom szabja meg, az elviselhető interferencia szintet pedig a moduláció módja (analóg, digitális) ill. a csatornakódolás által nyújtott védelem.

Különböző clusterek

A clusterek lehetséges méretét nem vezetjük le, figyelembe kellene venni a találkozó élek számát, a hatszögű geometria sajátosságait. Felírható azonban egy nagyon egyszerű összefüggés az N-re

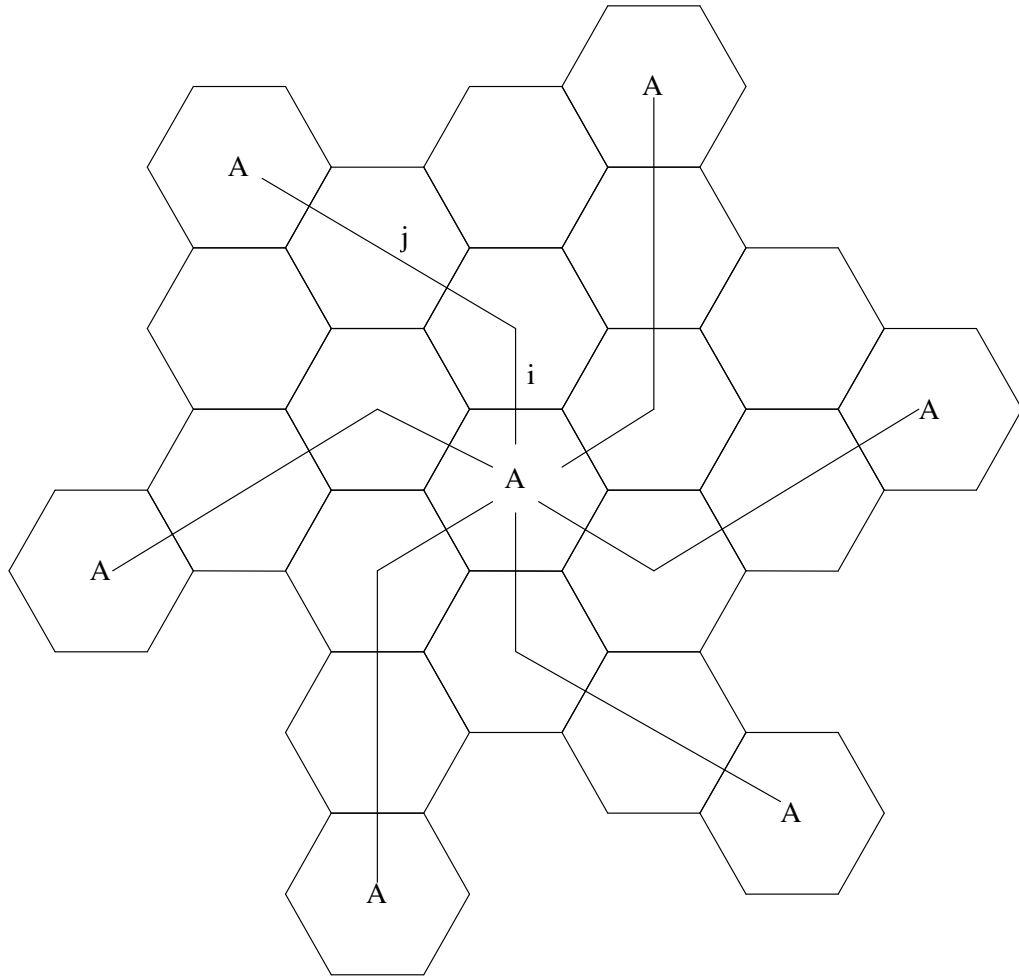
$$N=i^2+ij+j^2$$

ahol $i, j \geq 0$ egészek.

A legközelebbi - azonos frekvenciakészletet használó - cellát a következőképpen kapjuk:

- (1) lépünk i cellányit a kiinduló cella bármely oldalára merőleges irányban,
- (2) lépünk ezután j cellányit az előző irányhoz képest 60° -kal elfordulva.

Az előző eljárást mutatja be a 3. ábra.



3. ábra $i=1, j=2, N=1+2+4=7$

Azonos csatornás interferencia és a rendszer kapacitása

Az előzőek alapján különböző cluster típusokra az azonos frekvenciakészletet alkalmazó cellák távolsága N -től függ. Ha a cella sugara R , az újrafelhasználás távolsága D (azonos frekvenciakészletű cellák középpontjának távolsága), akkor az azonos csatornás újrafelhasználási arány Q , mely hatszögű geometriára

$$Q = \frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

Az azonos csatornás interferencia számításához tételezzünk fel d^4 szakaszcsillapítás távolságfüggést (megfelel a kétutas terjedésnek) és azt, hogy csak a hat legközelebbi azonos frekvenciát alkalmazó cellától származik interferencia.

A jel/interferencia viszony (S/I) így:

$$\frac{S}{I} = \frac{R^{-n}}{\sum_{i=1}^6 (D_i)^{-n}} = \frac{(D/R)^n}{6} = \frac{(\sqrt{3N})^n}{6} = \frac{Q^n}{6}$$

A képlet felírásához az interferenciát a saját cella középpontjára, a jelet pedig a cella szélső pontjára számítjuk.

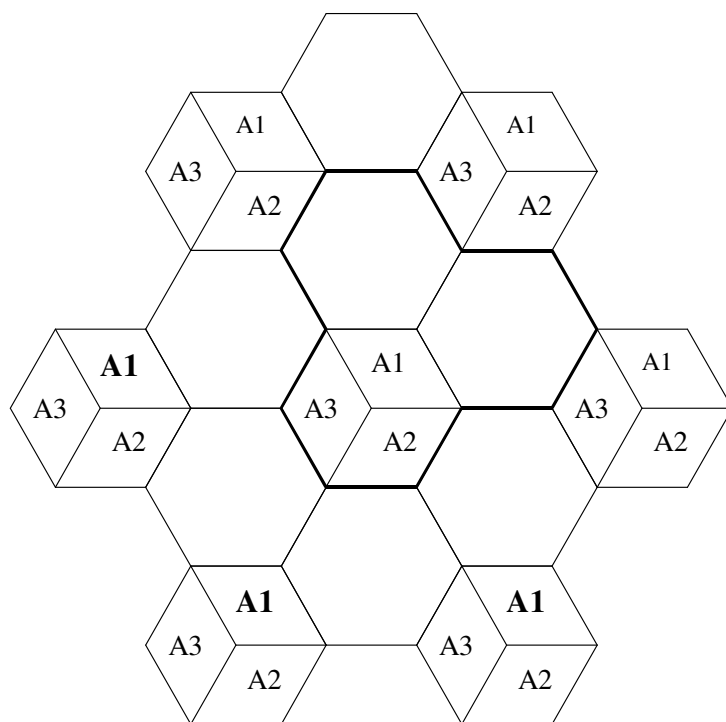
Pontosabb számításokhoz a D_i értékeket nem szabad azonosnak feltételezni.

A következő táblázatban összefoglaljuk néhány clusterre a legfontosabb jellemzőket:

	N	Q	S/I	W/N
i=1, j=1	3	3	11.3	W/3
i=2, j=0	4	3.46	13.78	W/4
i=2, j=1	7	4.58	18.65	W/7
i=3, j=0	9	5.2	20.86	W/9

Az azonos csatornás interferencia csökkentése - szektorizálás

Az előzőekben elvégzett vizsgálatnál a legközelebbi cellák által okozott interferenciát vettük figyelembe. Ebből következik a szektorizálás alap gondolata - próbáljuk meg az interferenciát úgy csökkenteni, hogy csökkentjük a legközelebbi cellák számát. Alkalmazzunk 120° ill. 60°-os antennákat az eddigi körsugárzó bázisállomás antenák helyett. Ekkor, mint a következő ábrán látható, az interferáló legközelebbi cellák száma N=3 esetén 3-ra ill. 2-re csökken. (A 60°-os elrendezést nem rajzoltam fel).



4. ábra A vastag A1-gyel jelölt cellák okoznak interferenciát

Az előzőekhez hasonló táblázat állítható össze a két elrendezésre

	N	Q	S/I	W/N
i=1, j=1	3	3	14.3 (120°)	W/3/3
i=1, j=1	3	3	16.07 (60°)	W/3/6

$$\frac{S}{I}(120^\circ) = \frac{Q^4}{3}$$

$$\frac{S}{I}(60^\circ) = \frac{Q^4}{2}$$

Mint a táblázatból látszik, az interferencia azonos cluster esetén jelentősen csökkenthető. Természetesen ennek ára a kevesebb alkalmazható vívőfrekvencia.