



# MASSIVE MIMO MEGVALÓSÍTÁSA AZ 5G-BEN

## HTE RÁDIÓSZAKOSZTÁLY RENDEZVÉNY

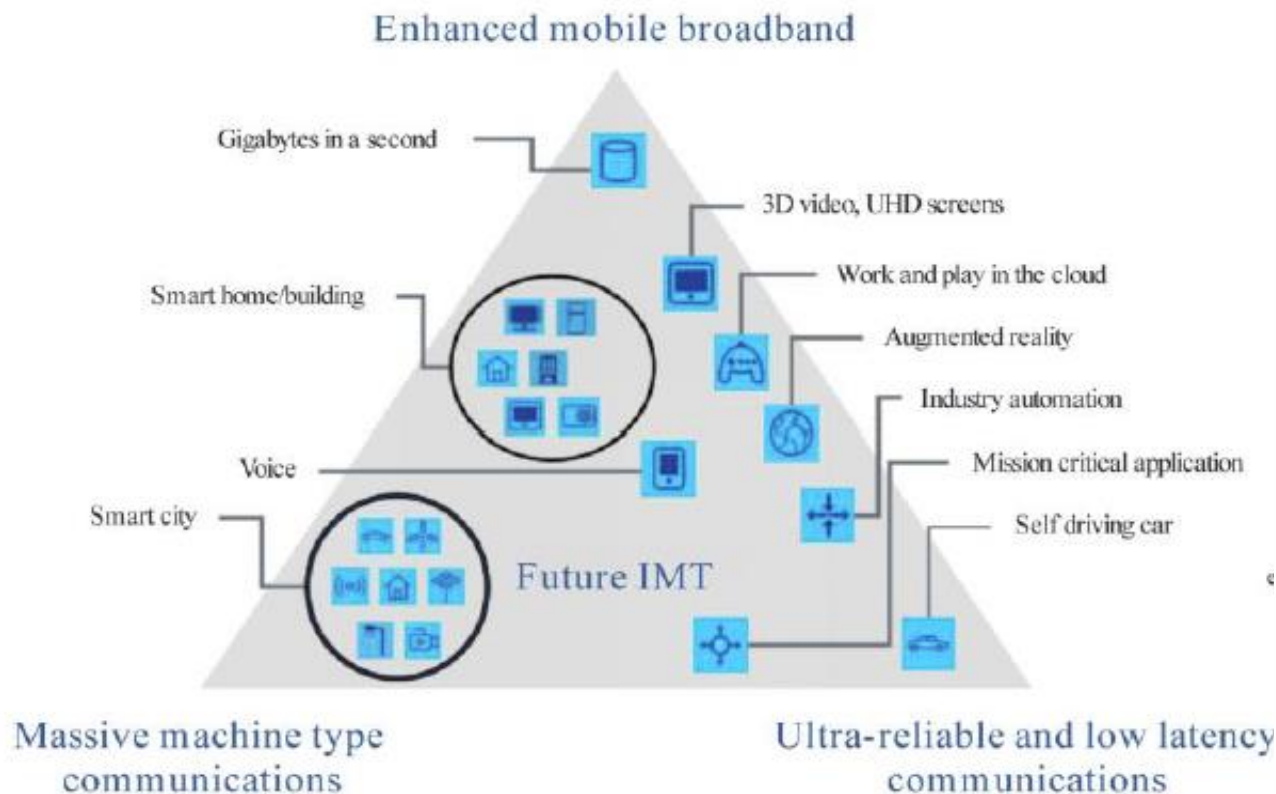
KISS TAMÁS  
TANÁCSADÓ  
MAGYAR TELEKOM  
2018.10.18

# TARTALOM

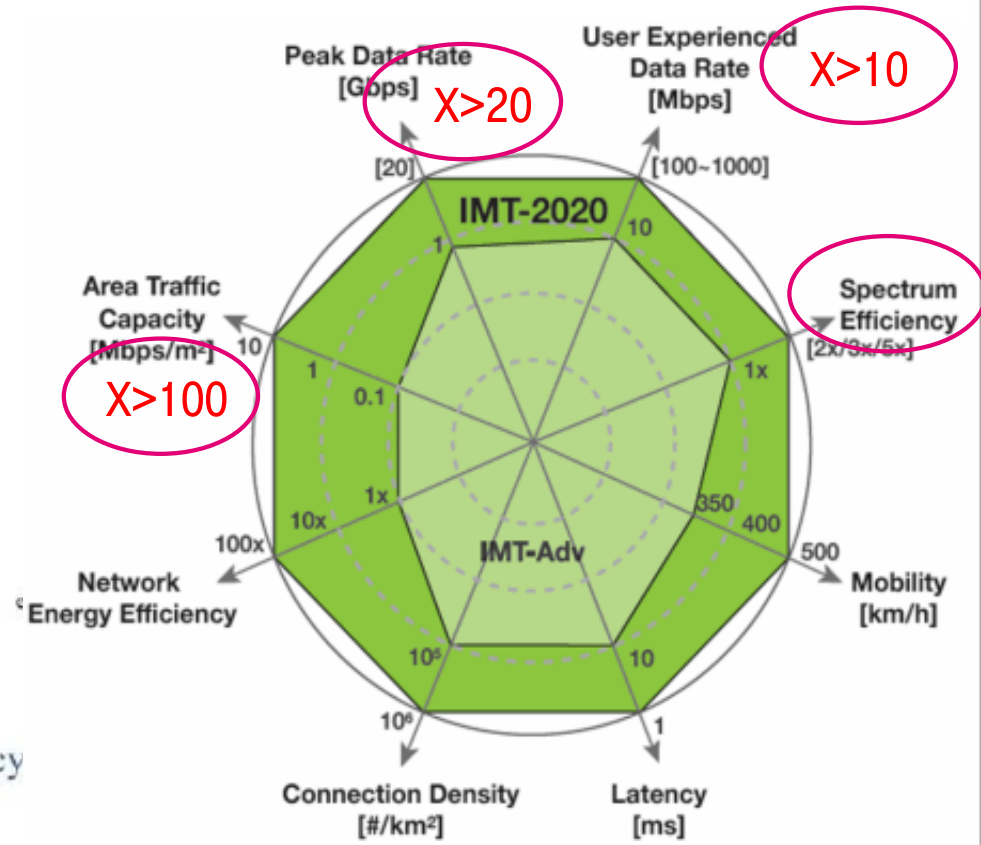
- Miért van szükség a Massive MiMo-ra az 5G-ben?
- Mi a MiMo?
- Mi az, hogy Single User, vagy Multi User MiMo?
- Mikor massive a MiMo?
- Hogyan néz ki egy Massive MiMo antenna architektúrája?
- Milyen új antenna terminológiát kell megtanulnunk?
- Mennyivel növeli a Massive MiMo a kapacitást és a lefedettséget?

# AZ 5G JELENTŐSEN NÖVELI A MOBIL HÁLÓZATOK KAPACITÁSÁT

Figure 1: IMT 2020 Performance Targets



Source: ITU Recommendation ITU-R M.2083-0, September 2015



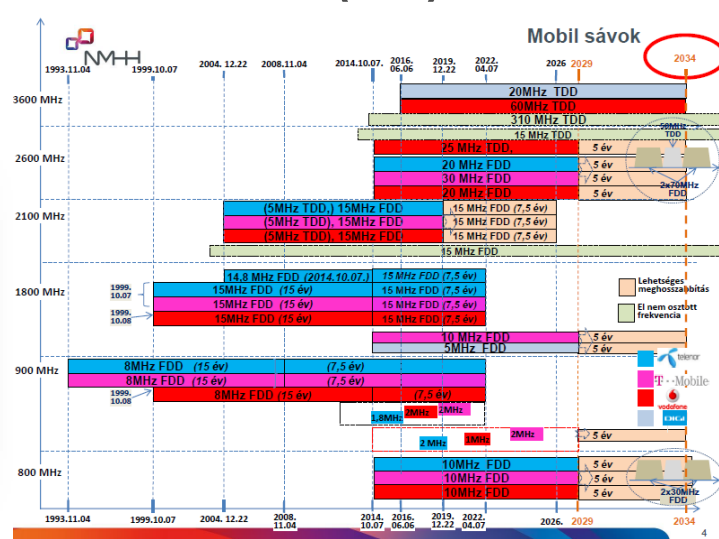


# A MOBIL HÁLÓZAT KAPACITÁSA EGYSZERŰ FORMULÁVAL SZÁMÍTHATÓ

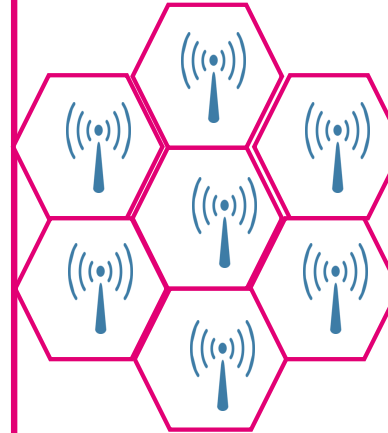
kapacitás  
(bit/s/km<sup>2</sup>)



= rendelkezésre álló spektrum  
(Hz)



X cella sűrűség  
(cella/km<sup>2</sup>)



X spektrális hatékonyság  
(bit/s/Hz/cella)

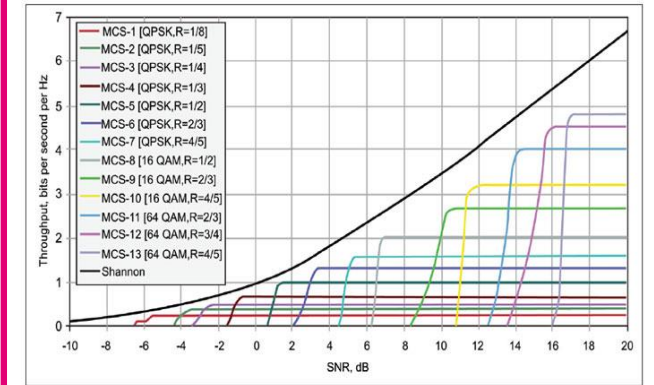
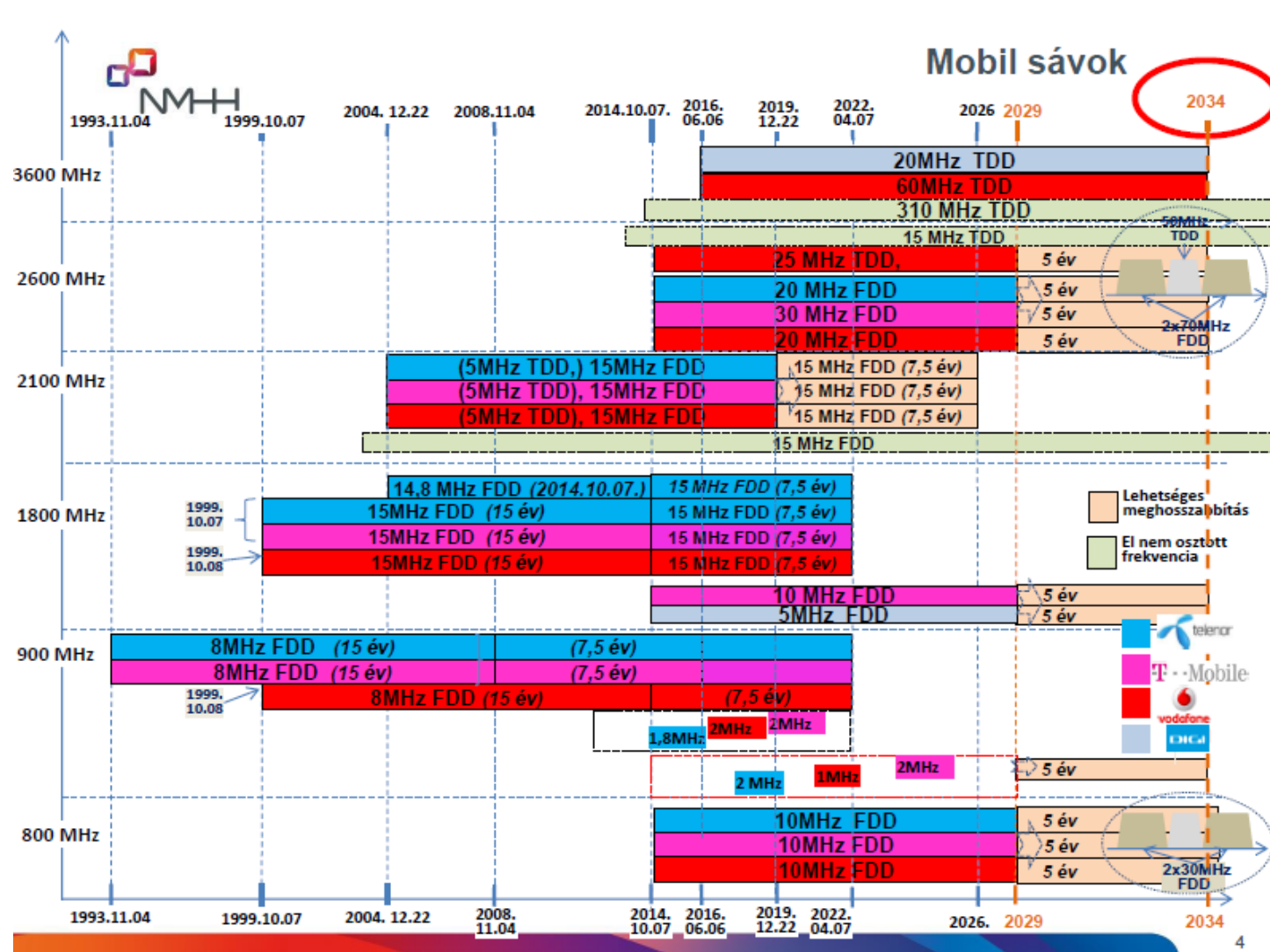
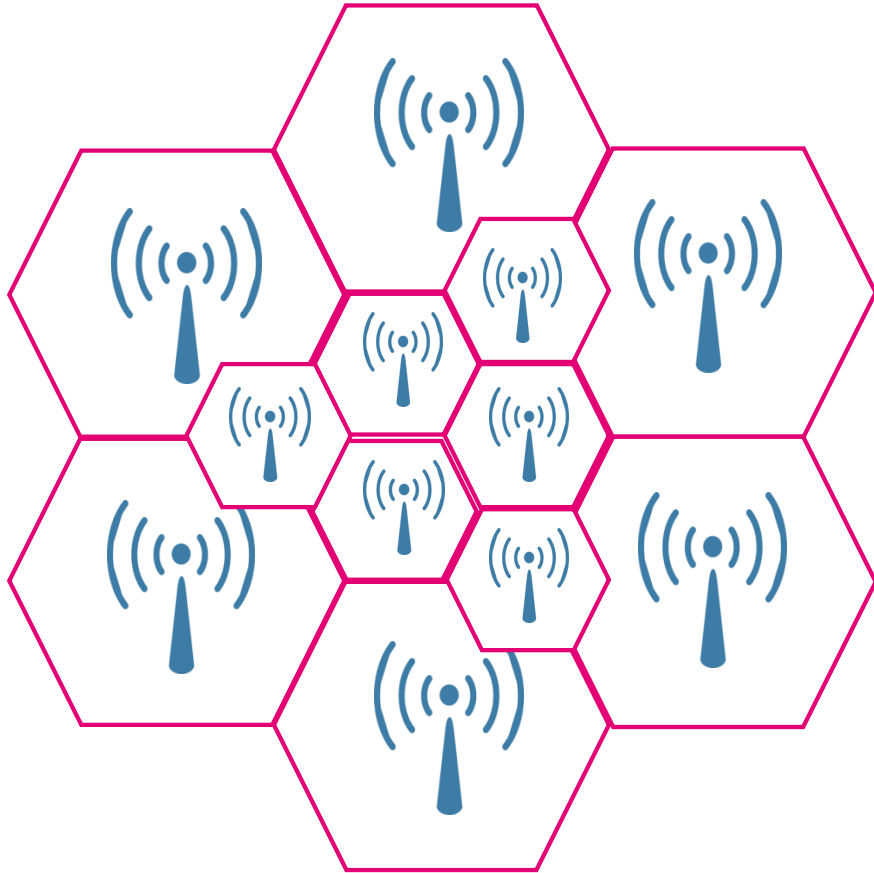


Figure 1.

# VEGYÜNK FREKVENCIÁT → A FREKVENCIÁK SZÁMA KORLÁTOS

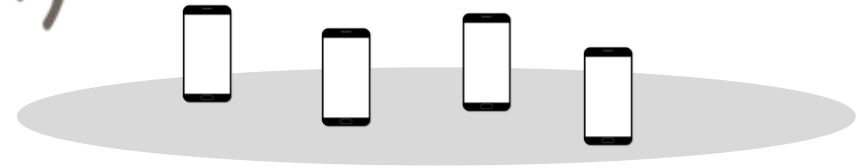
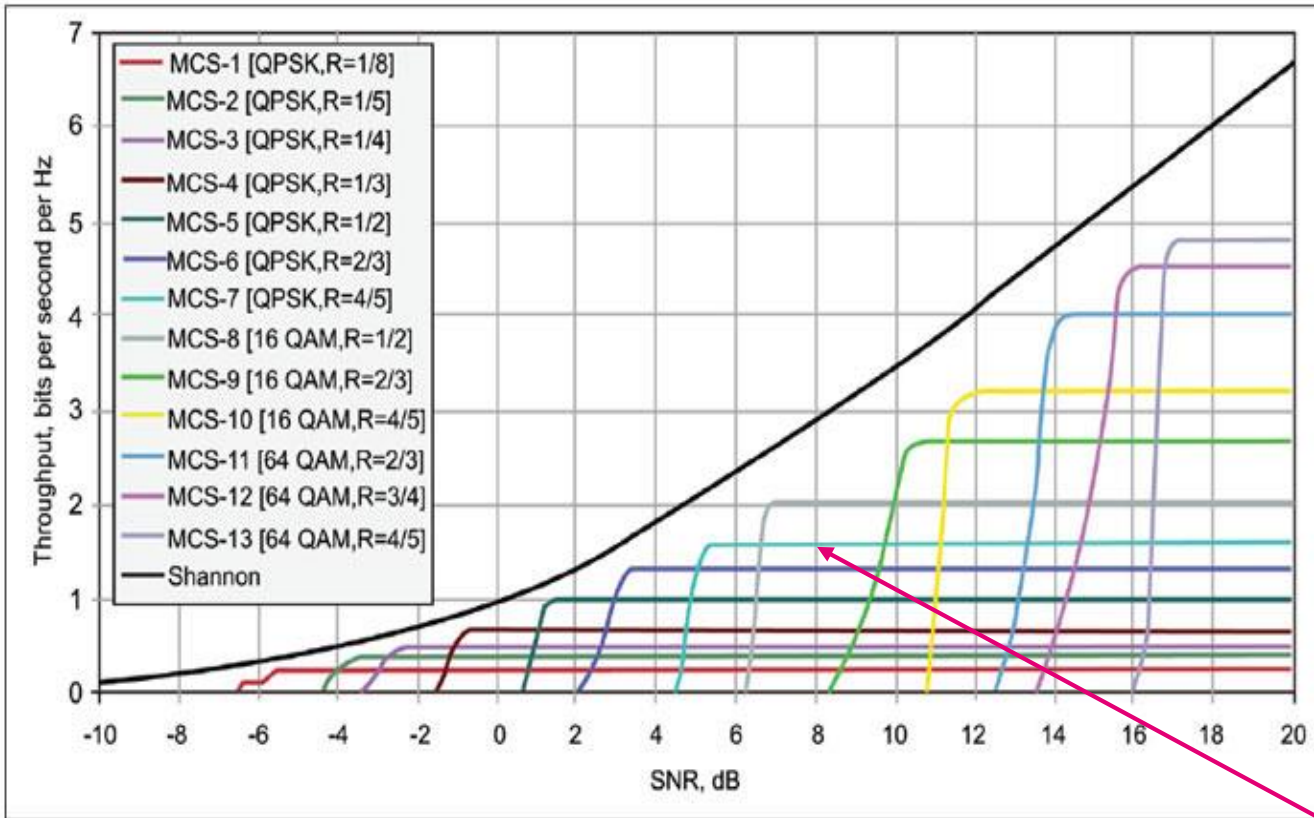


# SŰRÍTÜK A CELLÁKAT → KÖLTSÉGES, IDŐIGÉNYES



- Cella sugár  $n$ -ed részére csökkentése → állomás szám  $n^2$
- Ezzel együtt jelentősen emelkednek az és építési és fenntartási költségek
- Megvalósítása időigényes
- Szabályozások korlátozzák az építést
- Az interferencia romlik → cella kapacitás nem nő

# NÖVELJÜK A SPEKTRÁLIS HATÉKONYSÁGOT → SHANNON LIMIT



$$C = B \log_2 (1 + S/N)$$

LTE jellemző spektrális hatékonyság (2x2 MIMO)



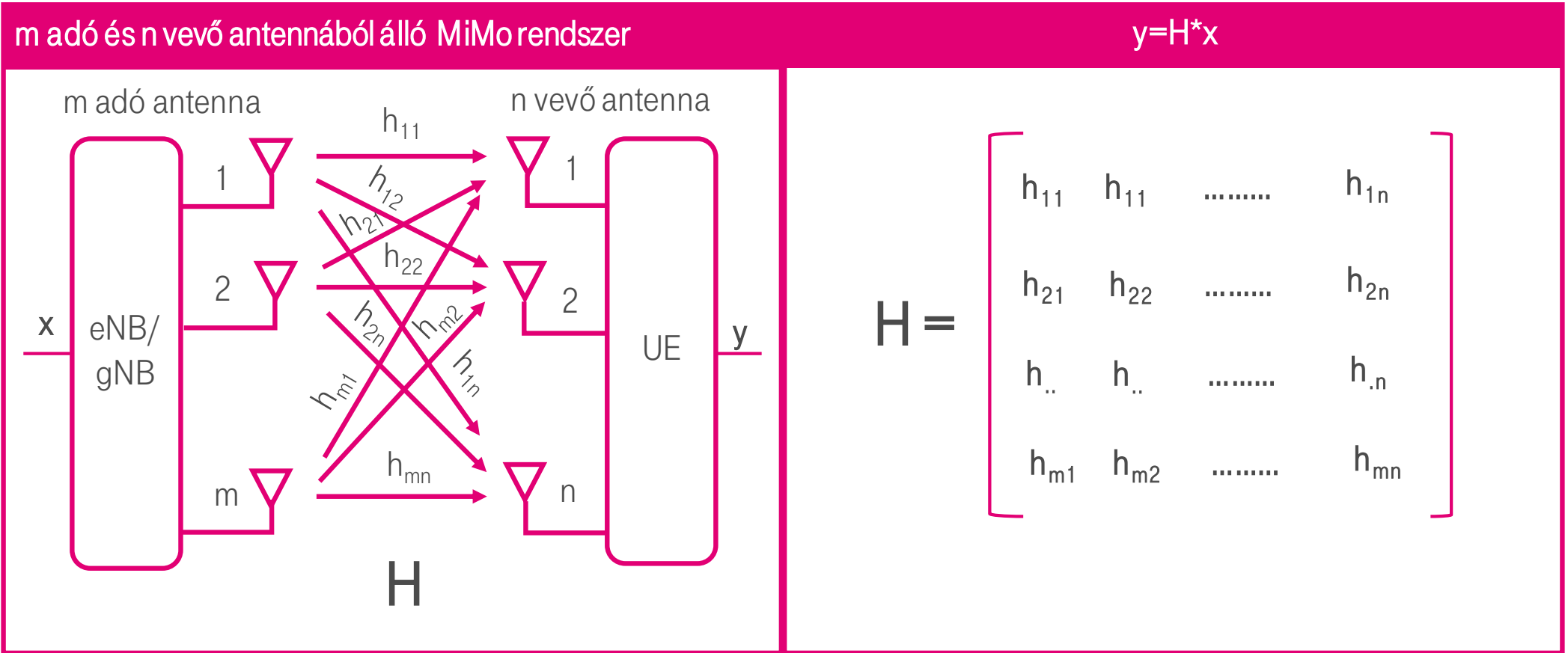


**MI A MEGOLDÁS?**

**MIMO**

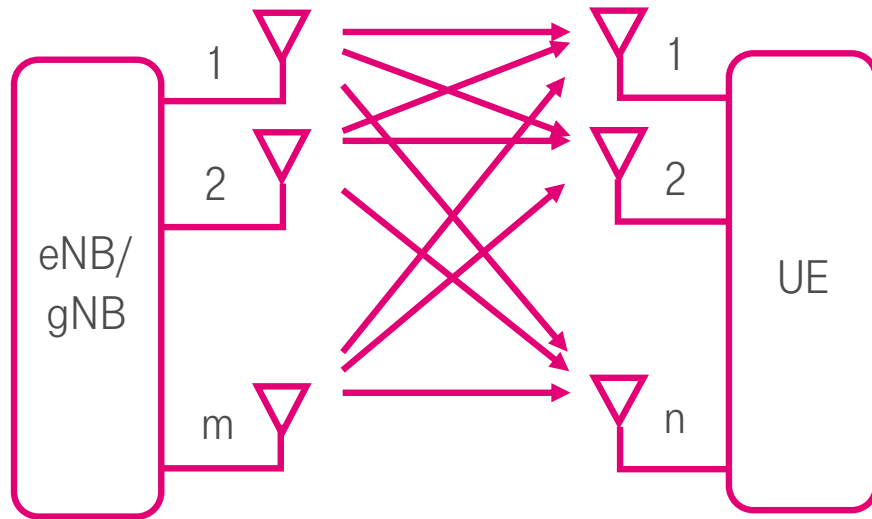


# MULTIPLE INPUT MULTIPLE OUTPUT (MIMO): UGYAN AZON A FREKVENCIÁN M;N FÜGGETLEN ANTENNA, KÜLÖNBÖZŐ ADATFOLYAM

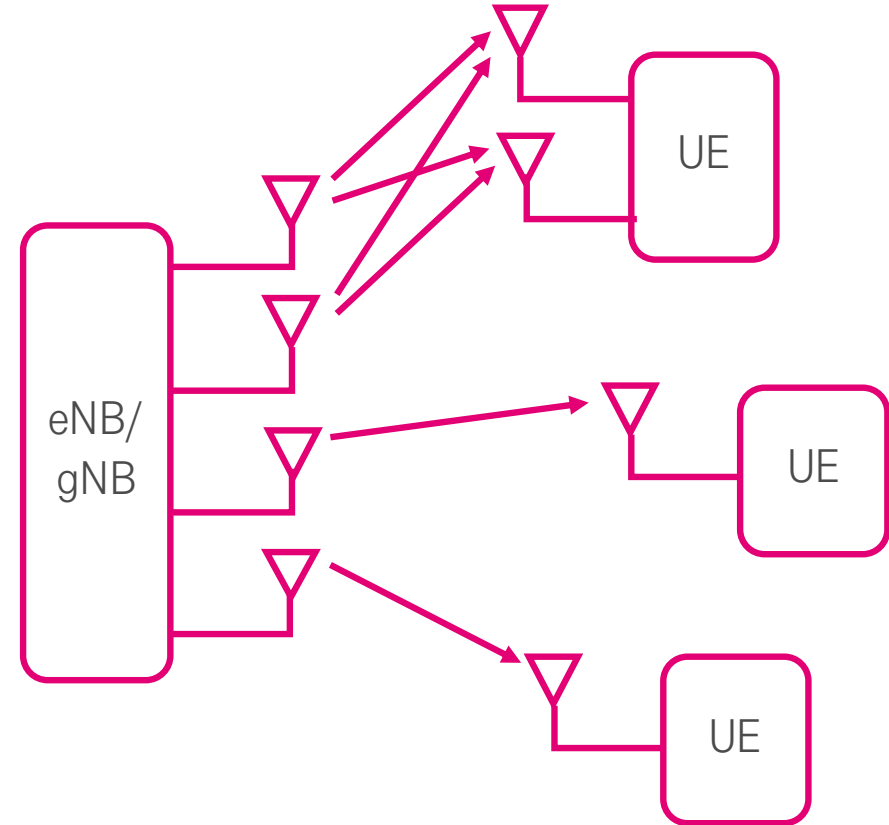


# A MIMO NÖVELI A FELHASZNÁLÓK SZÁMÁT VAGY AZ ADATSEBESSÉGET

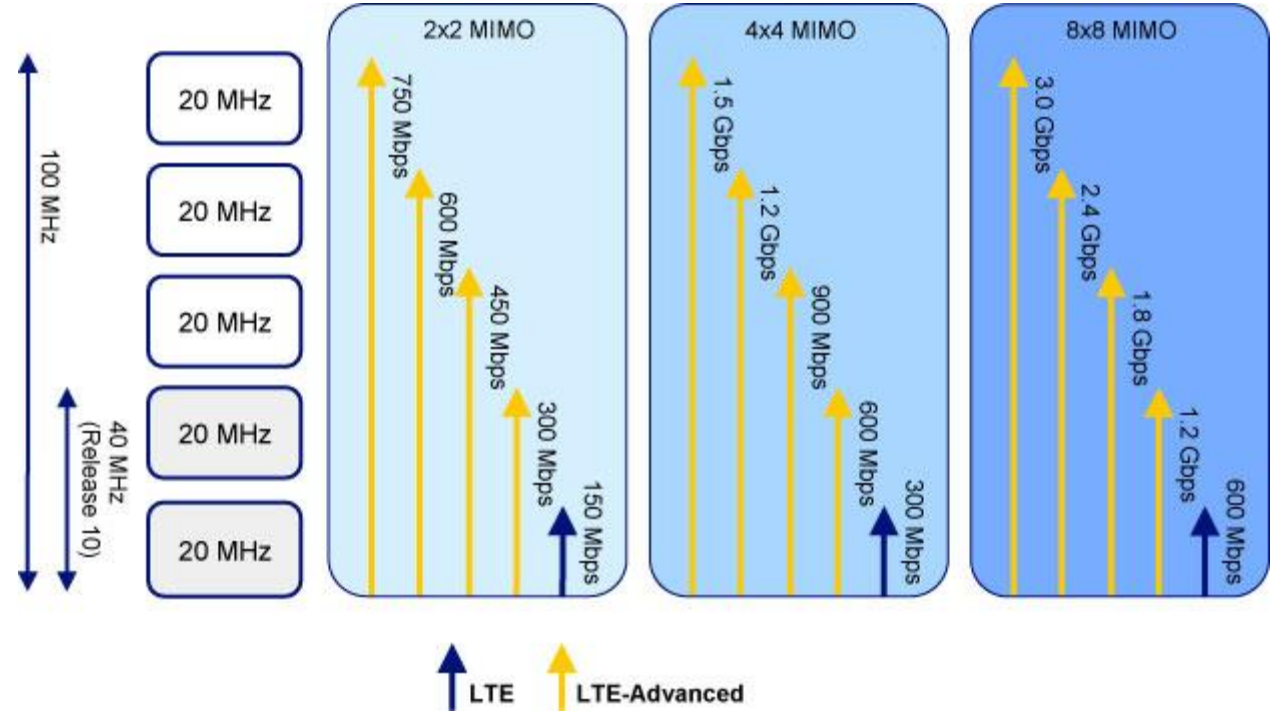
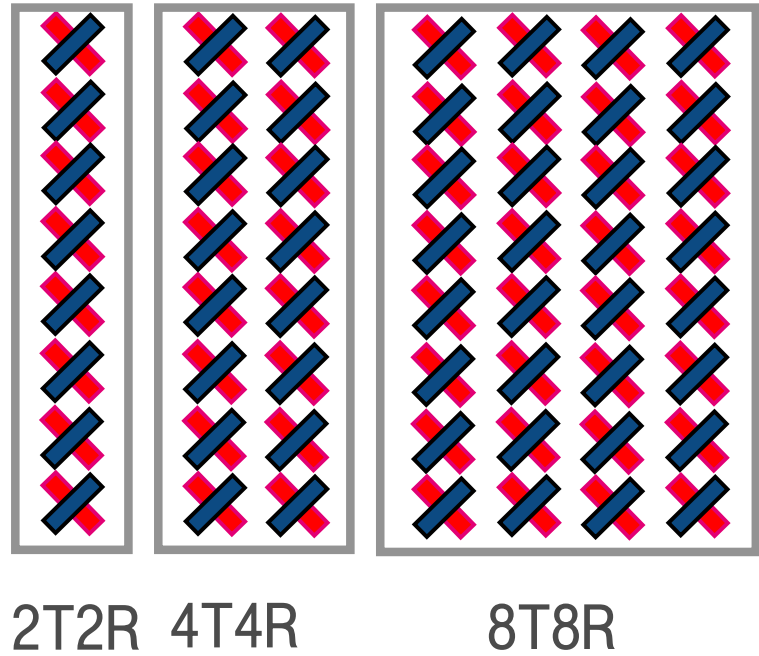
Single User MiMo (SU-MiMo) → adatsebesség növelés



Multi User MiMo (Mu-MiMo) → felhasználó szám növelés

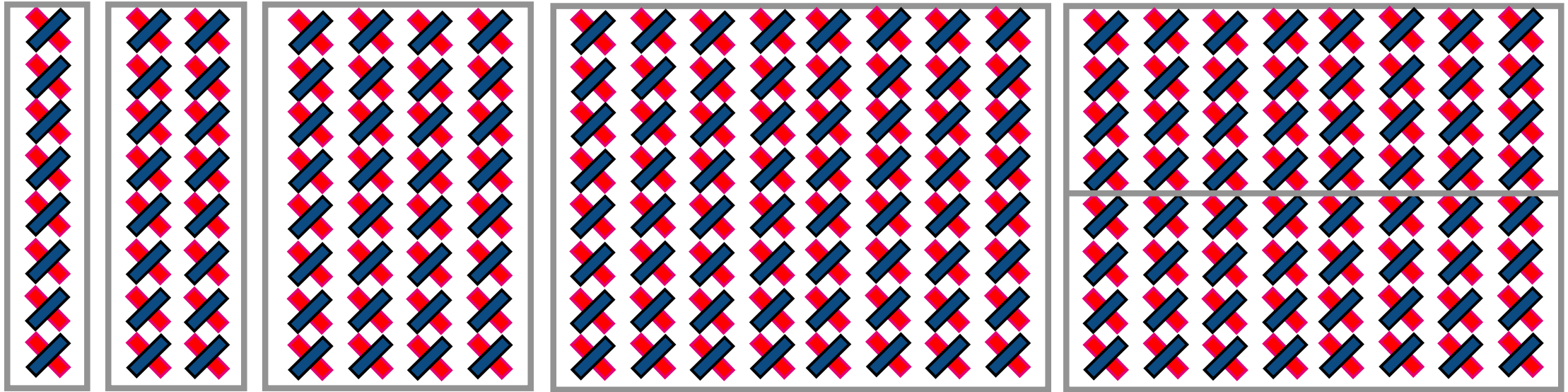


# A MIMO MÁR AZ LTE-BEN IS ALAP FUNKCIÓ





# MASSIVE MOMO: LEGALÁBB 16 FÜGGETLENÜL VEZÉRELHETŐ ANTENNA, IRÁNYÍTHATÓ ANTENNA NYALÁBOKKAL, MU-MIMO TÁMOGATÁSSAL



2T2R

4T4R

8T8R

16T16R

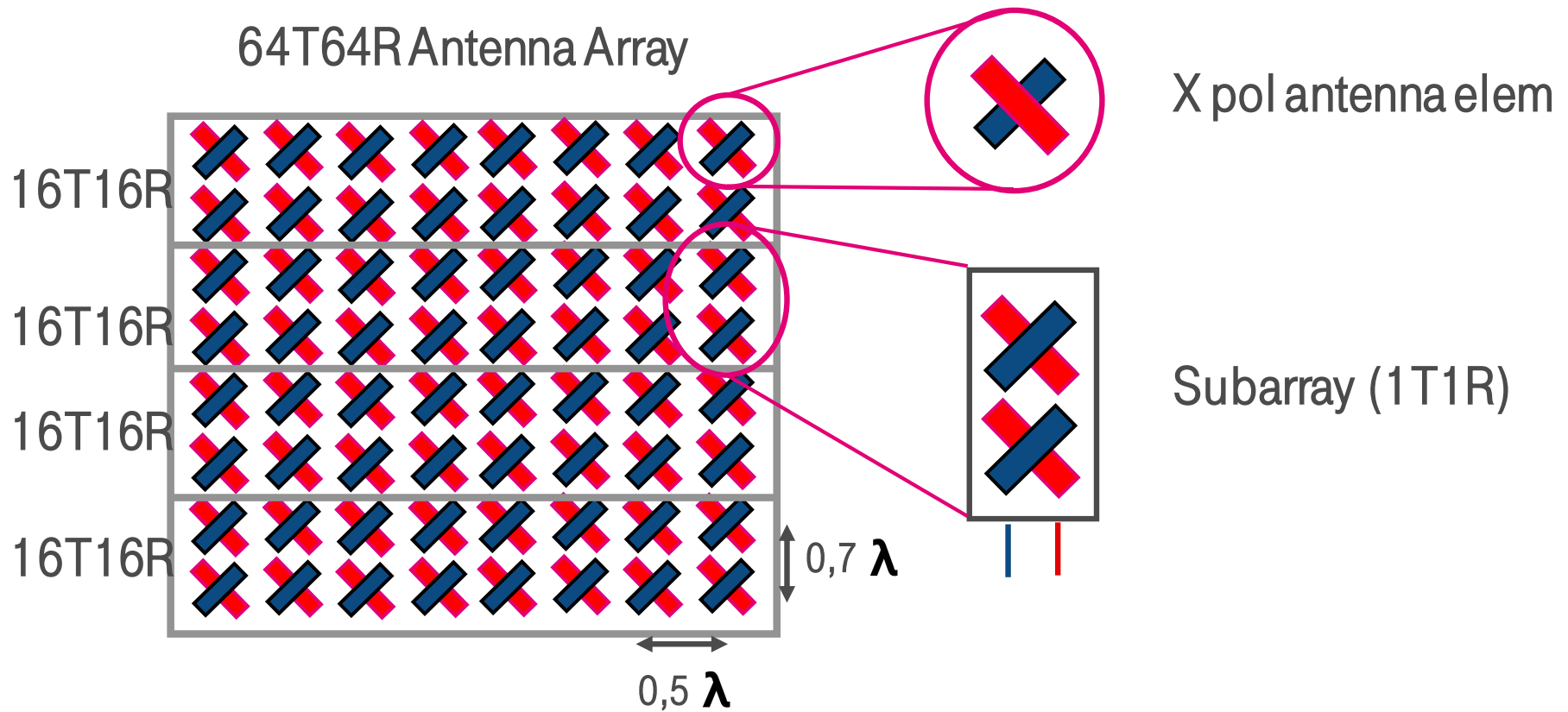
32T32R

Massive  
MiMo



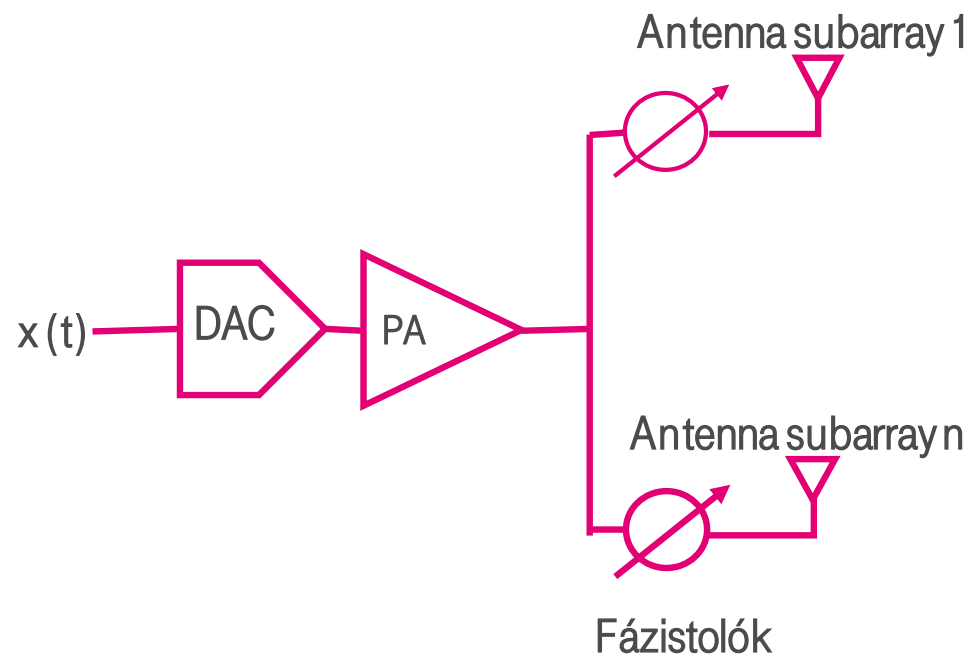
EGYÜTT. VELED

# MASSIVE MIMO ANTENNA ALAPFOGALMAK



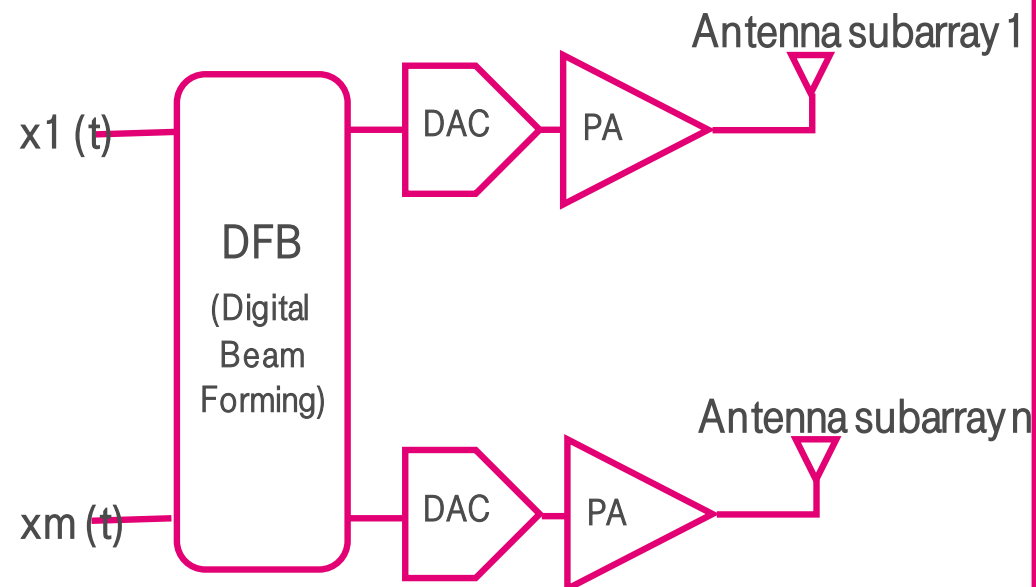
# ANALÓG ÉS DIGITÁLIS NYALÁBFORMÁLÁS

## Analog Beam Forming → 1 nyaláb/antenna



- Ugyan az a jel táplálja az összes antenna elemet
- Fázistolók alakítják ki az antenna nyalábot
- Jellemzően egy nyaláb antennánként
- MU-MiMo-ra nem alkalmas

## Digital Beam Forming → több nyaláb/antenna

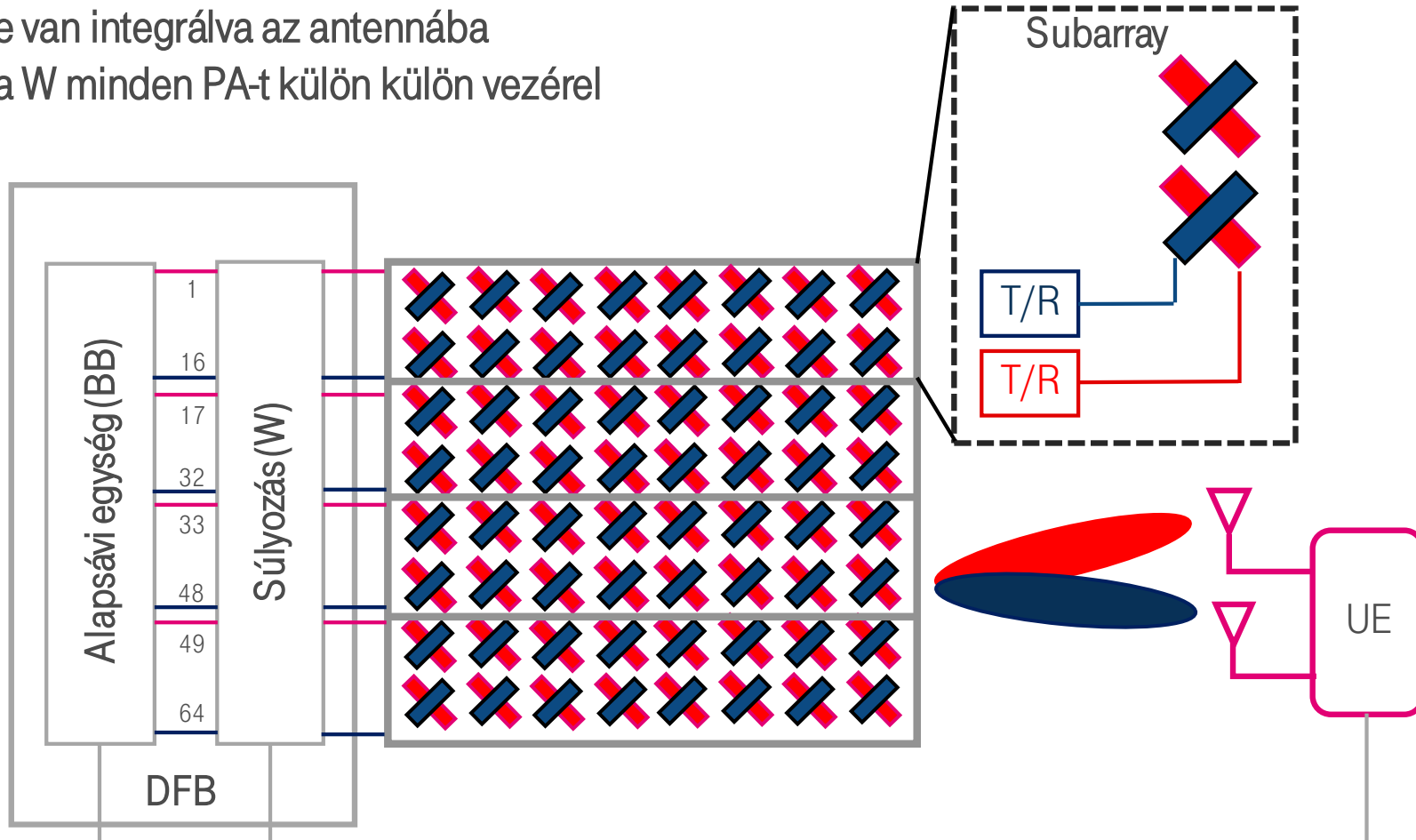


- A DBF minden antenna elemet elér
- Antenna elemenként DAC és PA →
- Antennánként különböző fázis és teljesítmény → több nyaláb →
- MU-MiMo lehetséges
- Elvileg annyi nyaláb, ahány TRX



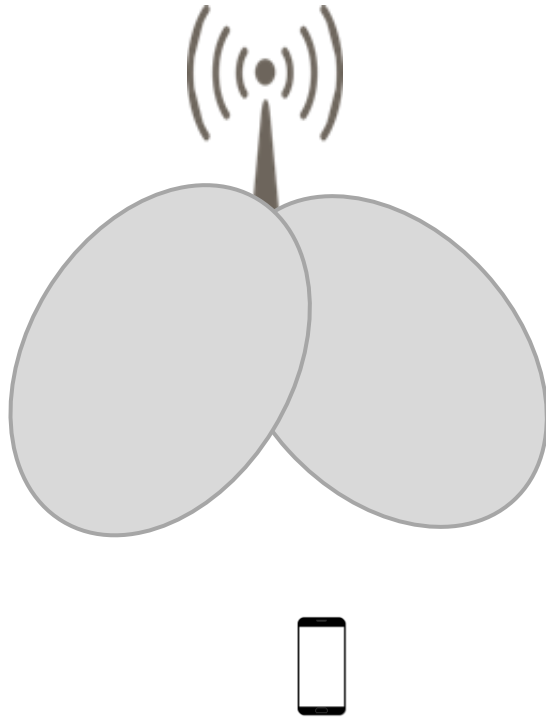
# ACTIVE ANTENNA SYSTEM (AAS) → MS SPECIFIKUS HORIZONTÁLIS ÉS VERTIKÁLIS NYALÁBFORMÁLÁS

A PA bele van integrálva az antennába  
A BB és a W minden PA-t külön külön vezérel



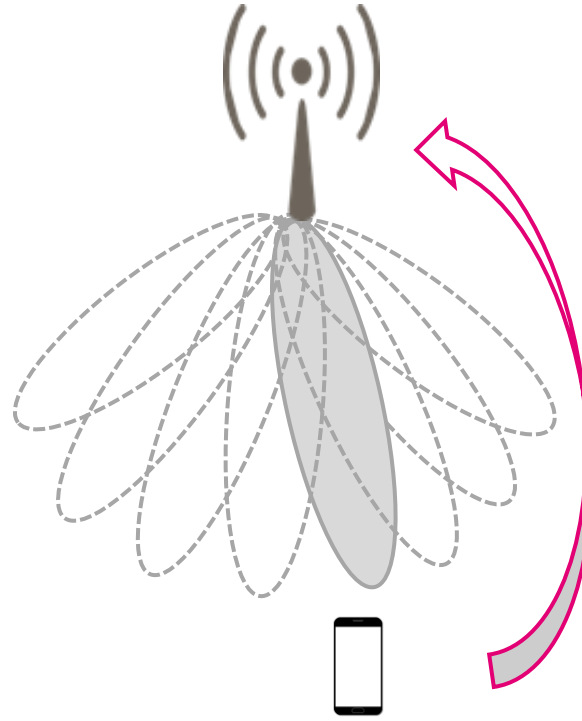
# MS SPECIFIKUS NYALÁBFORMÁLÁS MEGVALÓSÍTÁSOK

Fix szektor nyalábok



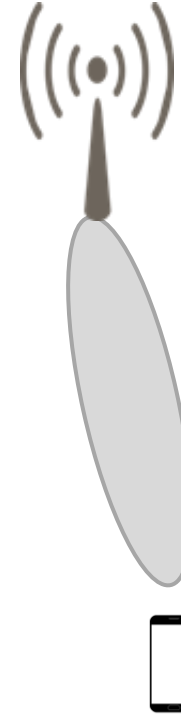
Cella specifikus nyalábformálás

Fix nyaláb irányok



A UE jelzi a gNb felé a legjobb nyalábot

Egyedi nyaláb

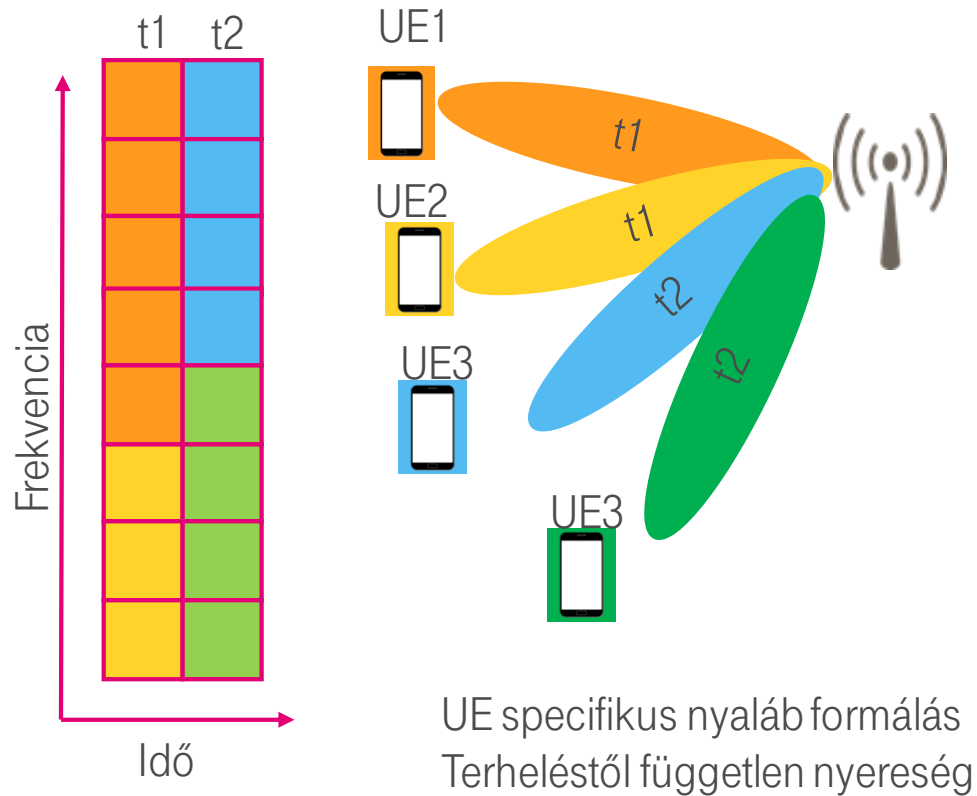


A gNb méri az UL-t és ebből határozza meg az nyaláb irányát

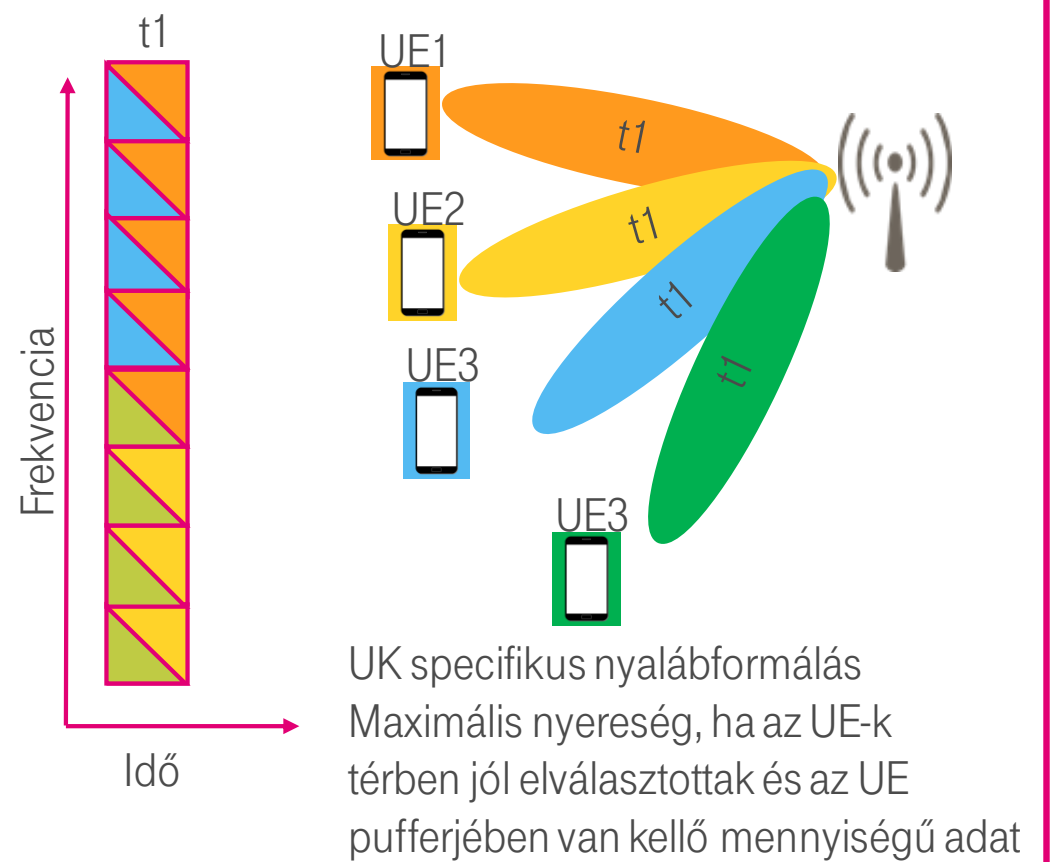
Komplexitás

# A MU-MIMO HATÉKONYABBAN HASZNÁLJA AZ ERŐFORRÁSOKAT

SU-MiMo: Ugyan azt az erőforrást egy UE használja



MU-MiMo: Ugyan azt az erőforrást több UE használja



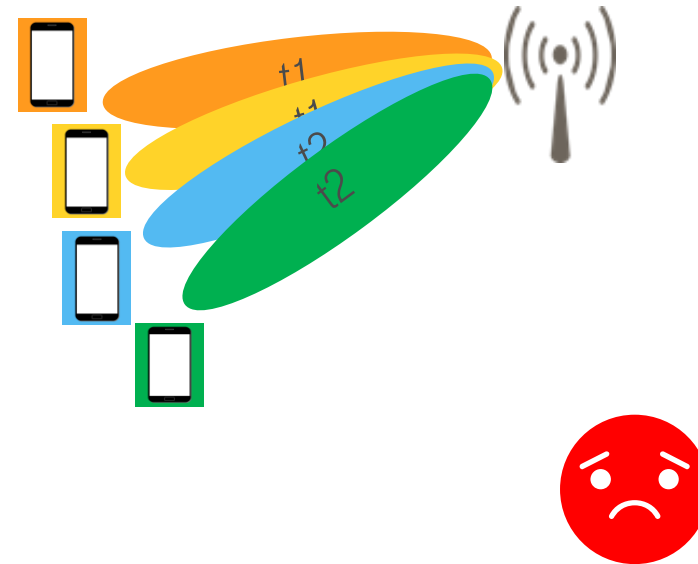


# A MU PÁROSÍTÁS CSAK AKKOR MŰKÖDIK, HA A MOBILOK TÉRZEN KELLŐEN TÁVOL VANNAK EGYMÁSTÓL

A nyalábok között KICSÍ a korreláció → MU OK

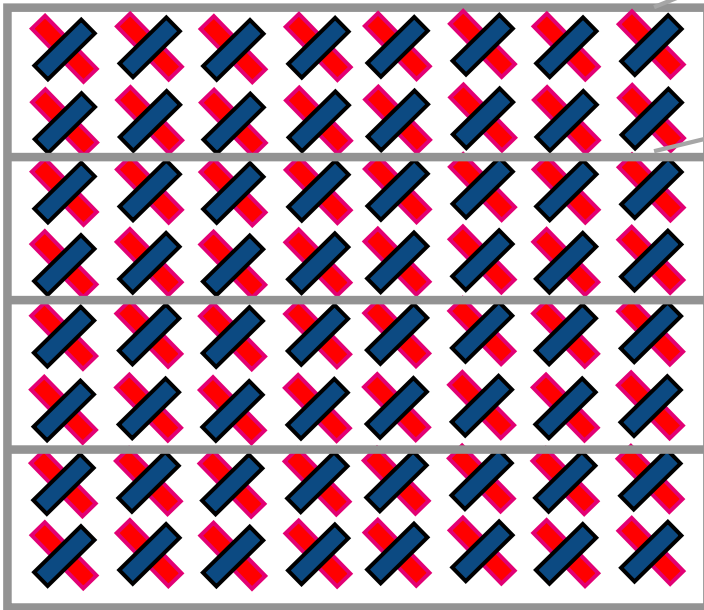


A nyalábok között NAGY a korreláció → MUNOK



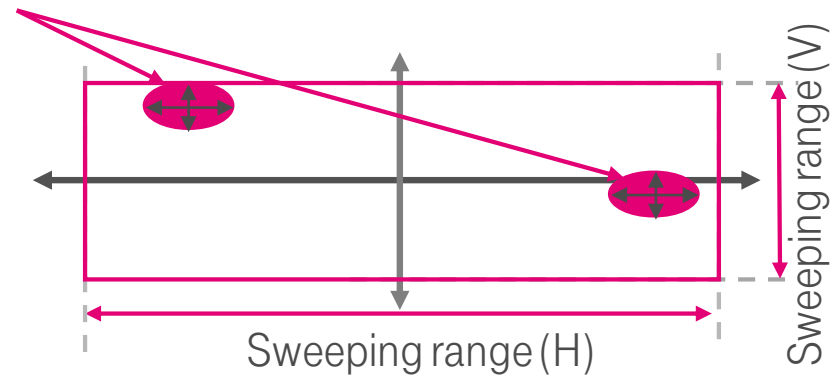
# MINÉL TÖBB TRX VAN AZ ANTENNÁBAN, ANNÁL FINOMABBAN IRÁNYÍTHATÓ A NYALÁB

64T64R Antenna Array



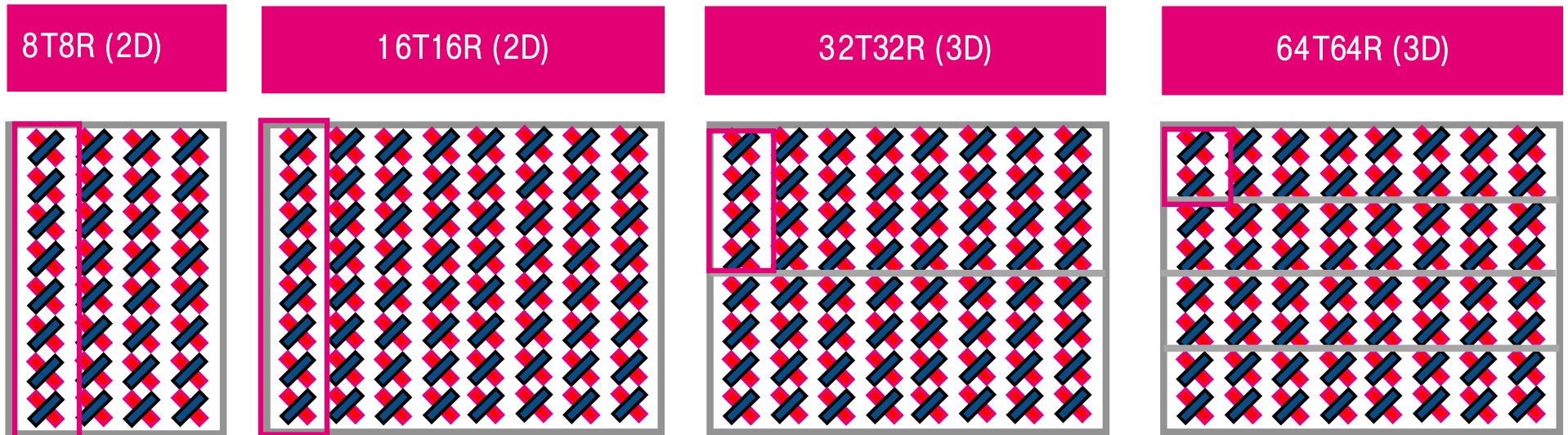
A Subarray határozza meg a az antenna horizontális és vertikális nyílásszögét (sweeping range)  
Minél nagyobb az antenna mérete annál keskenyebb az antenna nyaláb, annál nagyobb a nyeresége

A Subarray-kból kialakított antenna horizontális és vertikális nyílásszöge megegyezik a subarray nyílásszögeivel, de sokkal keskenyebb MS specifikus nyalábok alakíthatók ki

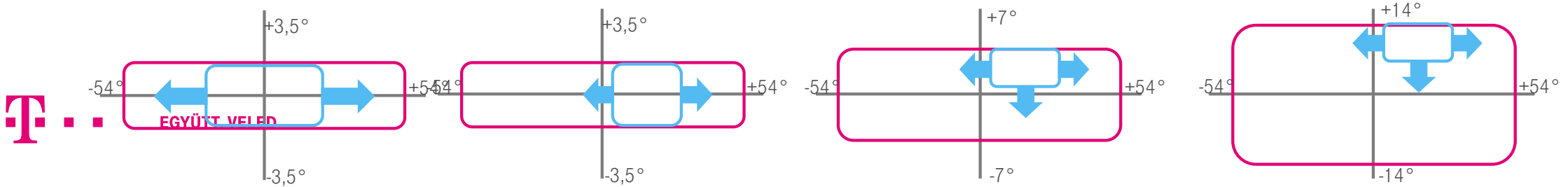


Ahány subarray van az antennában, annyi nyaláb alakítható ki elvileg

# TIPIKUS 5G ANTENNA ARRAY MEGVALÓSÍTÁSOK (3,5GHZ)

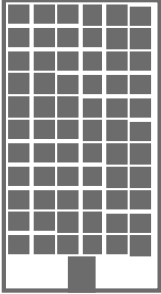
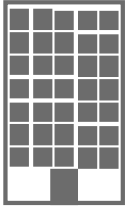



Sweeping range (H)	-54°/+54° (108°)	-54°/+54° (108°)	-54°/+54° (108°)	-54°/+54° (108°)
Sweeping range (V)	NA	NA	-7°/+7° (14°)	-14°/+14° (28°)
Nyaláb nyílásszög (H)	26°	13°	13°	13°
Nyaláb nyílásszög (V)	7°	7°	7°	7°
Antenna nyereség (dBi)	19	22	23	24



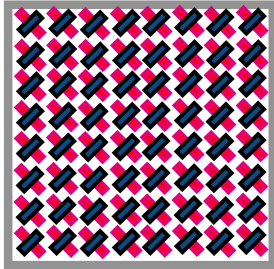


# A MIMO NYERESÉGE FÜGG A FÜGG A BEÉPÍTETTSÉGTŐL A BS-OK KONFIGURÁCIÓJÁTÓL ÉS AZ UE-K ELOSZLÁSÁTÓL

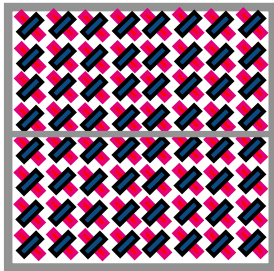
Dense Urban		Antenna magasság:50m-80m BS-ek közötti távolság:200m Épületmagasság:30-40 emelet
Urban		Antenna magasság:25m-30m BS-ek közötti távolság:500m Épületmagasság:5-10 emelet
Suburban		Antenna magasság:20m-25m BS-ek közötti távolság:1000m Épületmagasság:1-4 emelet

# BEÉPÍTETTSÉGTŐL FÜGGŐEN KELL AZ ANTENNÁT KIVÁLASZTANI

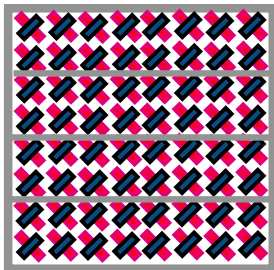
16T16R



32T32R



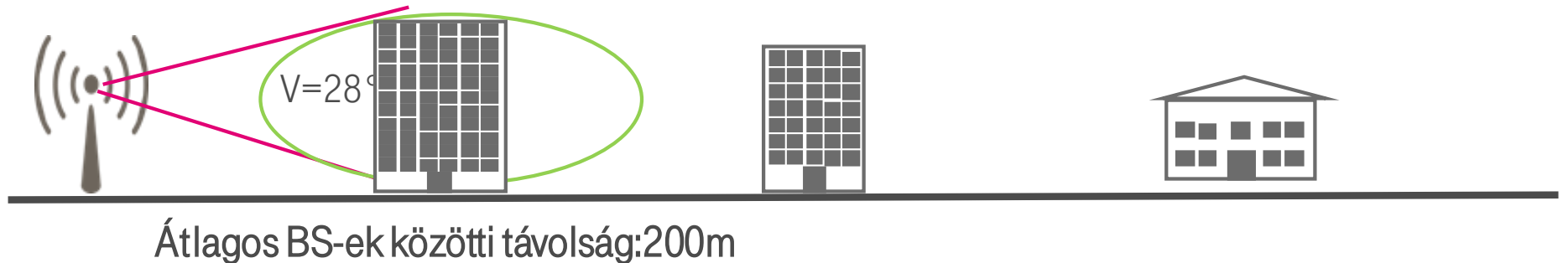
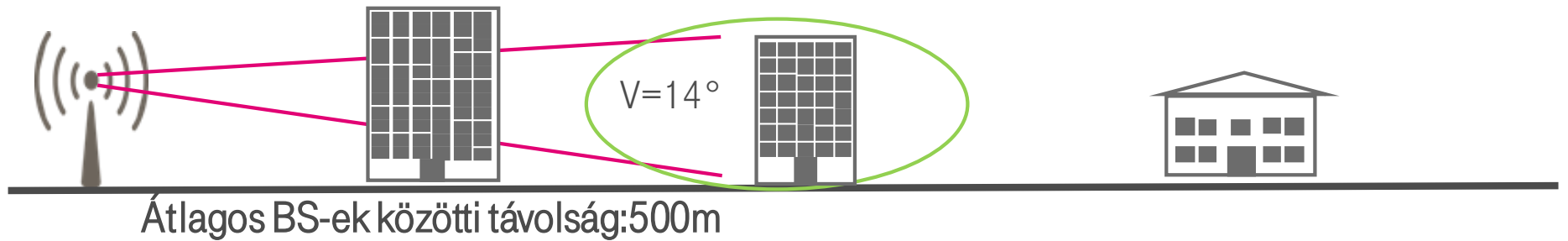
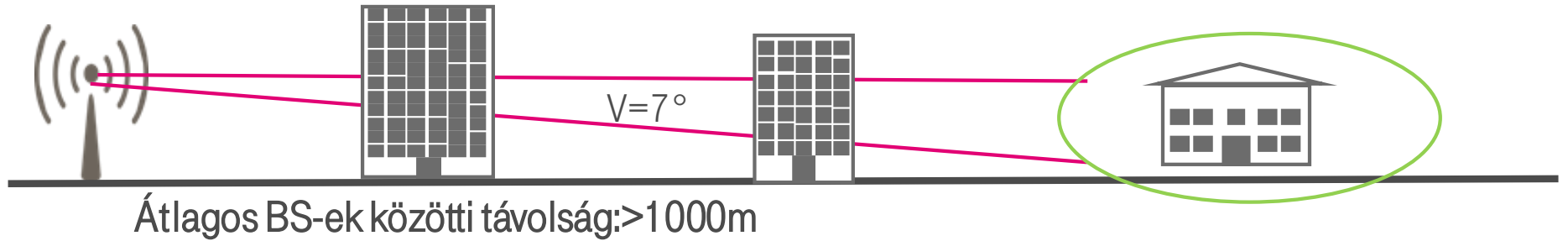
64T64R



Dense Urban

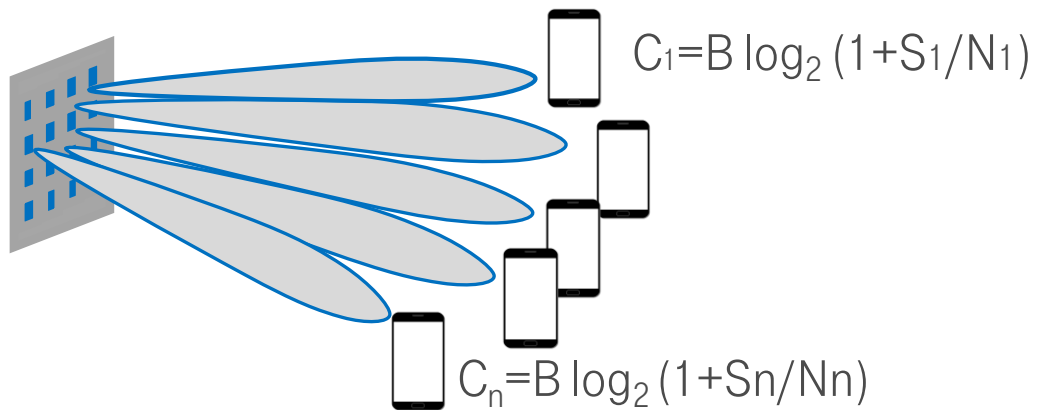
Urban

Suburban

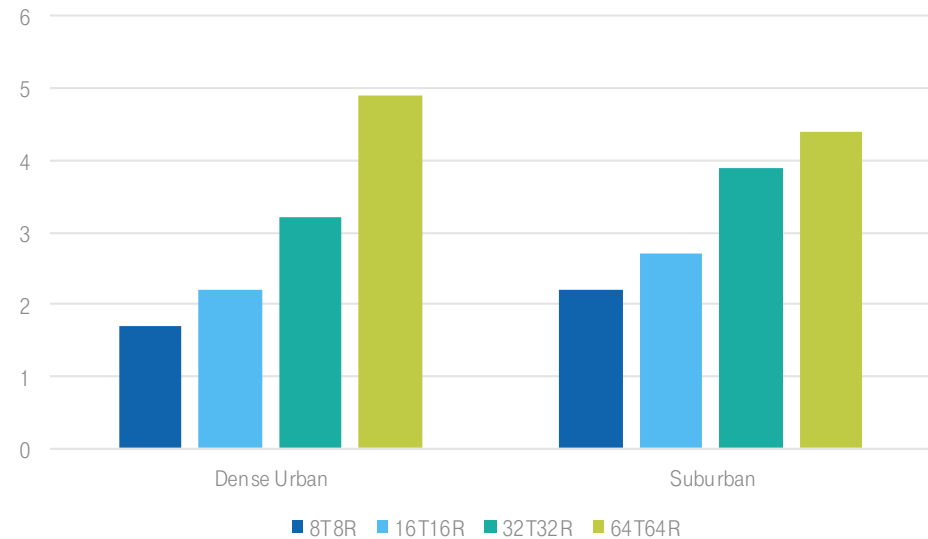


# A MIMO AZ ANTENNA KONFIGURÁCIÓ ÉS A BEÉPÍTETSÉG FÜGGVÉNYÉBEN TÖBBSZÖRÖZI A SPEKTRÁLIS HATÉKONYSÁGOT

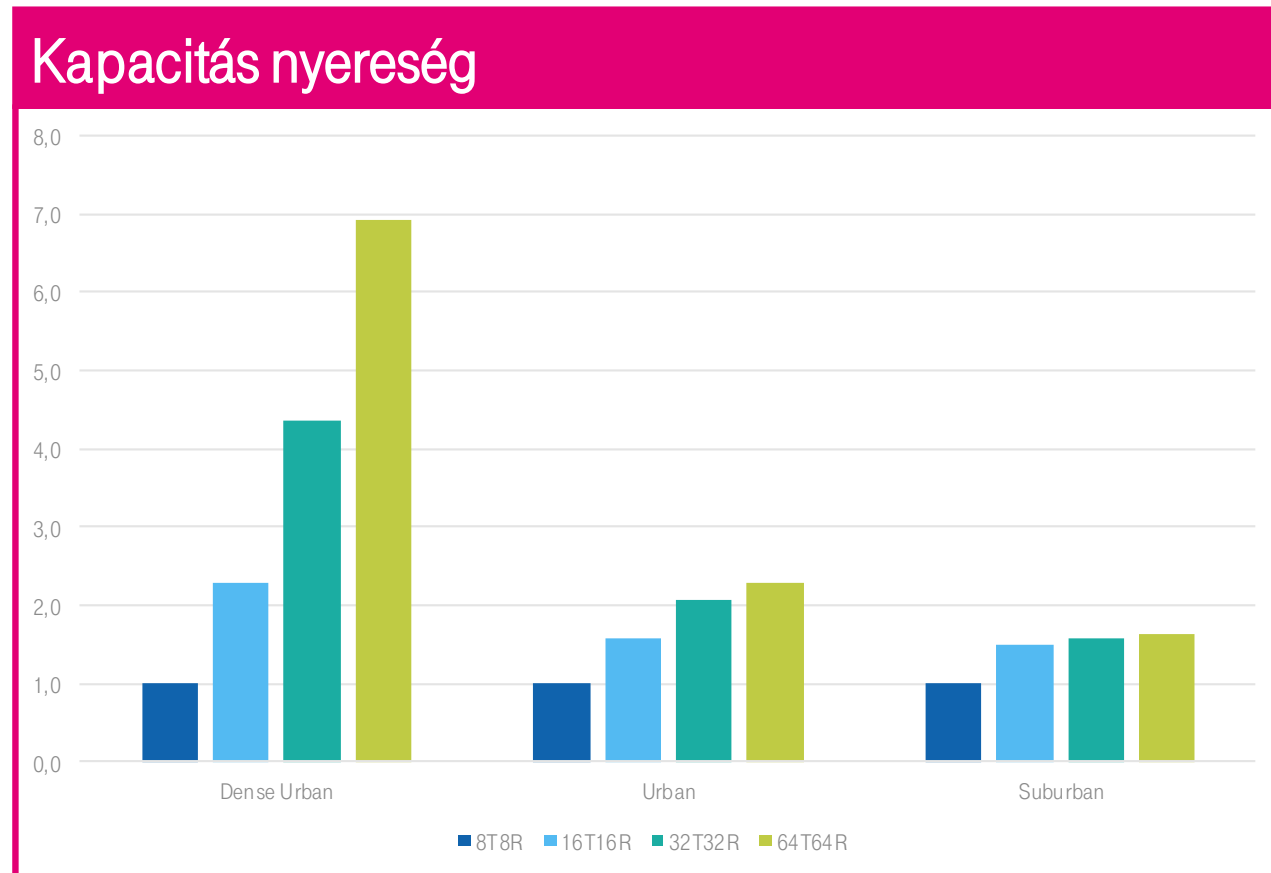
$$C_{\text{MIMO}} = \sum C_n \text{ (ideális esetben)}$$



Gyakorlatban elért spektrális hatékonyság



# A MIMO KAPACITÁS NYERESÉGE AZ ANTENNA KONFIGURÁCIÓ FÜGGVÉNYÉBEN ÉS A BEÉPÍTETTSÉG VÁLTOZIK





# KONKLUZIÓ

- Az 5G-től elvárt kapacitást MiMo/massive MiMo nélkül nem lehet magvalósítani
- Minél több Tx/Rx-et tartalmaz egy antenna, annál nagyobb a spektrális hatékonyság, kapacitás, lefedettség nyeresége
- Ezt a nyereséget viszont az épület magasságotól/beépítettségétől, forgalom elosztástól függően nem lehet mindenütt lehet kihasználni →
- A 32/64 Tx/Rx antennákat csak nagyon limitáltan lehet Magyarországon kihasználni

A vibrant pink background featuring a dynamic splash of liquid, creating a sense of movement and energy. The splash is centered and spreads outwards, with various droplets and streaks of pink liquid. The overall tone is bright and energetic.

**KÖSZÖNÖM A FIGYELMET**

**KÉRDÉSEK?**

**T...**

**EGYÜTT. VELED**





**KÖSZÖNÖM A FIGYELMET**

**KÉRDÉSEK?**