



NMHH

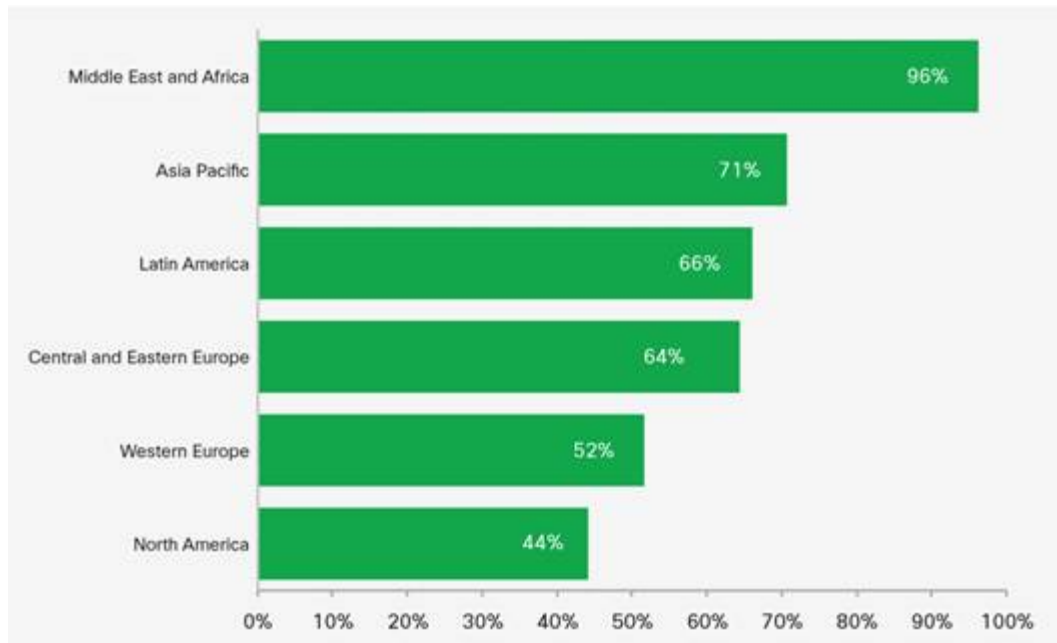
Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság

# Kis-cellás hálózatok szabályozási kérdései

**HTE Infokom 2018**

Balatonalmádi, 2018. november 9.

→  
Mobil adatforgalom növekedése  
2016-ban régióként [Cisco VNI  
Mobile, 2017]



→  
 Globális mobil adatforgalom  
 növekedése [Cisco VNI Mobile,  
 2017]

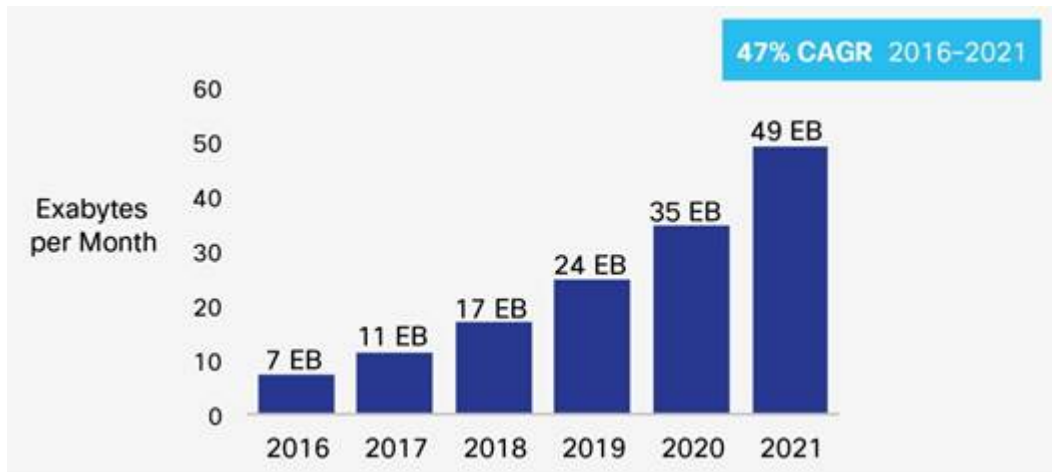
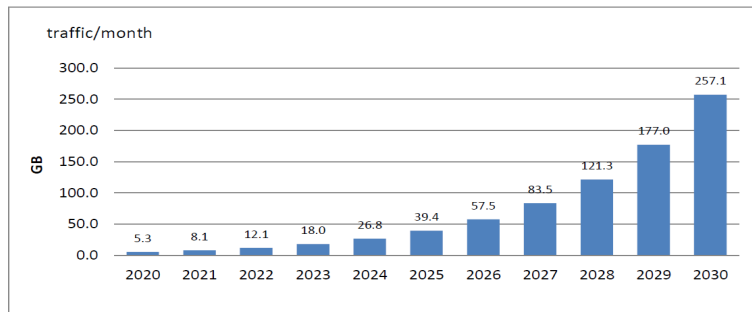
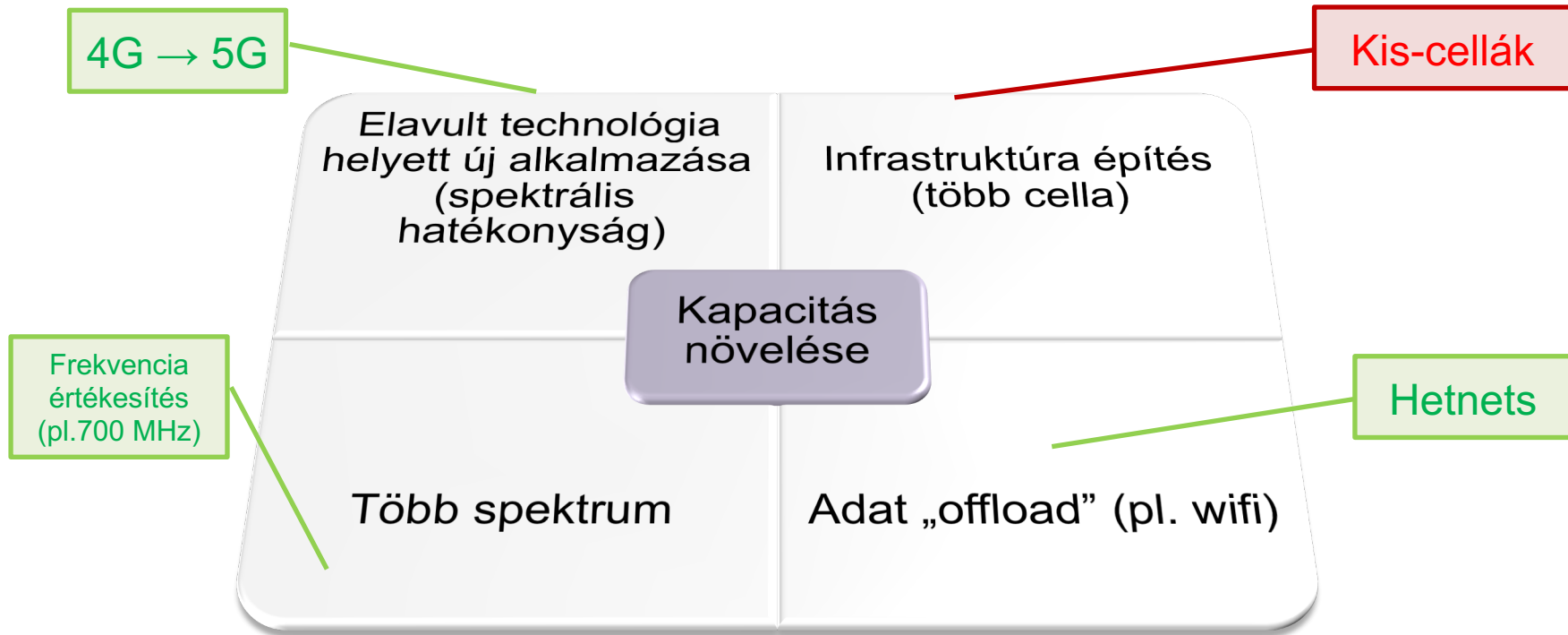


FIGURE 10  
 Estimations of global mobile traffic per subscriptions per month from 2020 to 2030  
 (M2M not included)

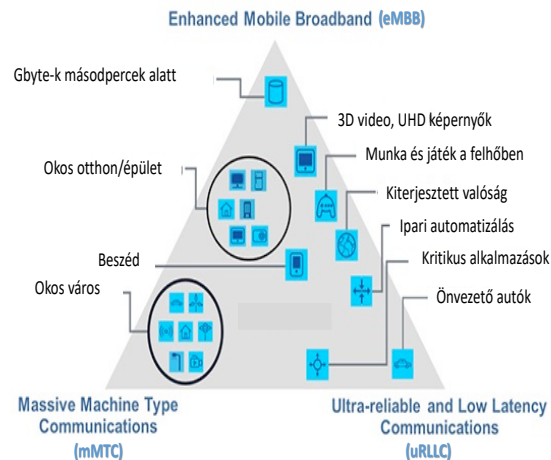


←  
 Egy előfizetésre jutó  
 adatforgalom növekedése 2020  
 és 2030 között [Rep. ITU-R  
 M.2370-0]



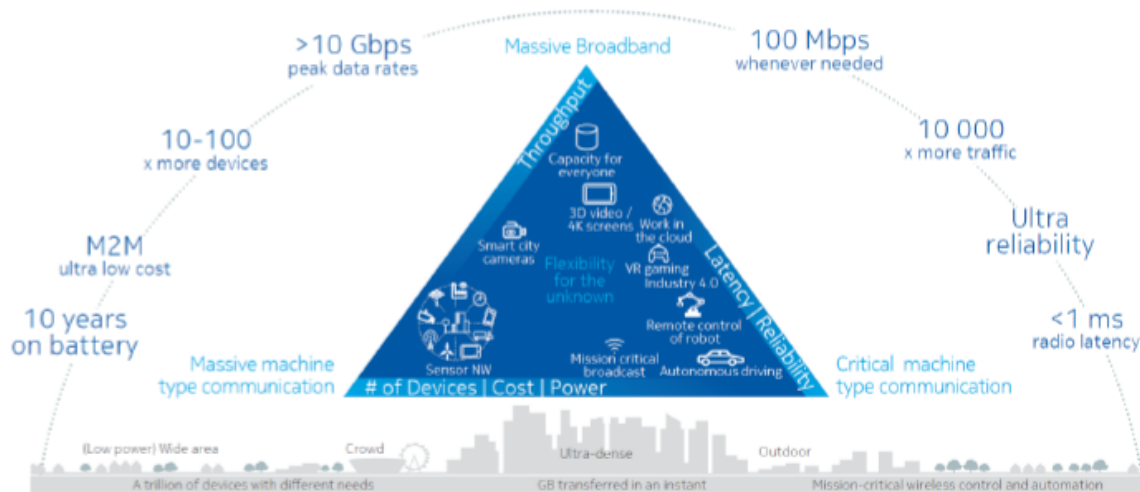
## Nem a 4G-s hálózatok evolúciójáról van csupán szó.

- Enhanced Mobile Broadband (eMBB) az internethez való nagy sebességű hozzáférés
- Ultra-reliable and low latency communications (URLLC): Nagy megbízhatóságú, alacsony késleltetésű kommunikáció – olyan alkalmazások kiszolgálásához, mint pl. az önvezető autók
- Massive machine type communications (mMTC): Tömeges, gépek közötti kommunikáció – Nagyszámú, relatíve alacsony adatátviteli sebességet igénylő, olcsó és hosszú üzemidejű eszköz (pl. szenzor) költséghatékony kiszolgálásához



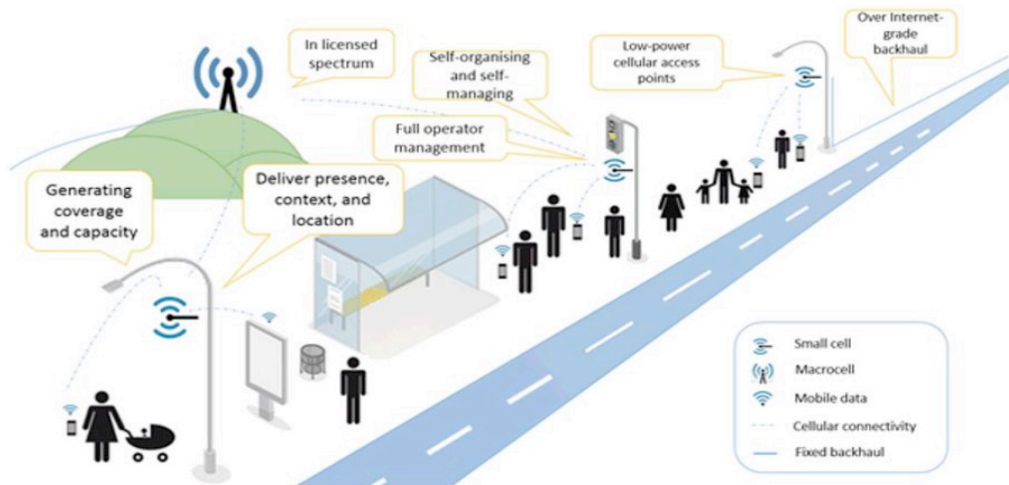
[ITU-R M. 2083 IMT Vision]

# 5G-vel kapcsolatos elvárások Felhasználási igények



A cél egy olyan mobil hálózat létrehozása, mely kezelni képes a különböző felhasználási esetek által elvárt prioritásokat legyen az IoT vagy eMBB. Ennek megvalósítása elképzelhetetlen ultra sűrű hálózatok nélkül olyan környezetben, ahol nagyszámú felhasználó nagy adatkapacitást kíván azonos időben igénybe venni.

A Small Cells Forum (Kis Cellák Fóruma) definíciója szerint [SCF2012] egy olyan „átfogó gyűjtő-fogalom, mely szolgáltató által menedzsel, alacsony teljesítményű rádiós hozzáférési node-ot takar, mely működhet engedély köteles és nem engedély köteles professzionális „Wi-Fi” frekvencián.



Source: IDC, 2016

Több szervezet is foglalkozik definíció, klasszifikáció kérdéskörével, hogy csak néhányat említsünk:

- 3GPP TS 36.104
- ITU-T K.52 [ITU-T2016] és K.100 [ITU-T2017b]
- IEC 62232 Ed.2.0 guidelines [IEC2017]

A hozzáférési mód szerint a kis-cellák lehetnek:

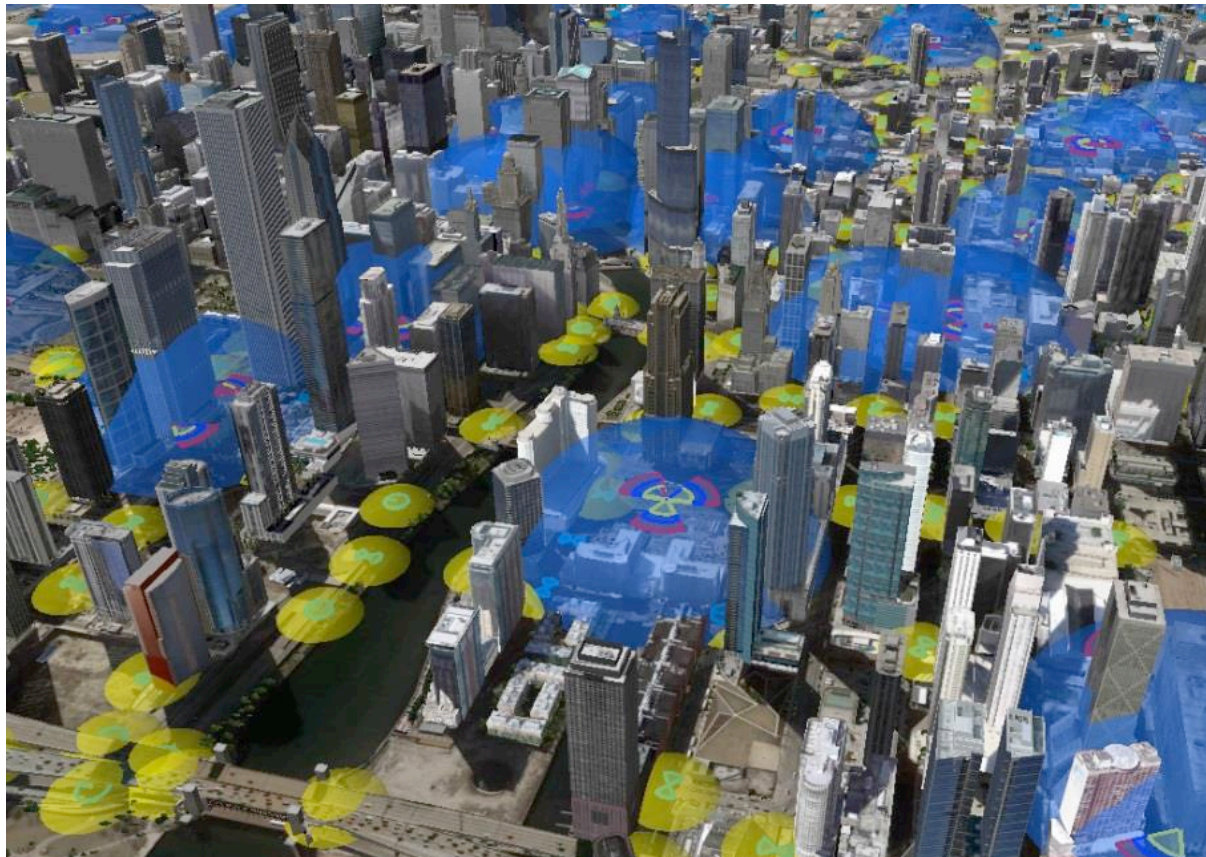
- **Zárt hozzáférésű** kis-cellák. A hozzáférés limitált a cella tulajdonosra (pl. egyedi lakossági felhasználó) és egy lista alapján az abban foglalt felhasználókra. Ez a hozzáférési modell megakadályozza, hogy olyanok is használhassák a cella erőforrásait, akik erre nem jogosultak.
- **Nyitott hozzáférésű** kis-cellák. Ez a legelterjedtebb hozzáférési mód, és azt jelenti, hogy a szolgáltató által üzemeltetett cella elérhető a szolgáltató összes előfizetője által. Ilyen hozzáférési módban üzemelnek a kis-cellák pl. a bevásárló központokban vagy nyilvános kültéri helyeken.
- **Hibrid hozzáférés**. A két fenti modell keveréke, amiből új üzleti modellek születhetnek. Pl. a zárt hozzáférés megnyitása olyan periódusokban, amikor a cella használat minimális.



- Javítják a hálózati **lefedettséget**. A kis-cellák biztosítani tudják a lefedettséget kültéren és beltéren, a rurális területeken, repülőgépeken, hajókon és vonatokon (a mobil használat 90%-ban épületen belül történik).
- Javítják a **spektrum-hatékonyságot**. A spektrum vagyon jobb kihasználásával lehetővé teszi az engedéllyel rendelkező mobil szolgáltató számára, hogy több használati értéket sajtoljon ki a már meglévő spektrum forrásaiból.
- Növelik a hálózati **kapacitást**. A kis-cellák javítani tudják a hálózati kapacitást egy adott területen azzal, hogy terhelést vesznek le a makró-cellákról. A kis-cellára kapcsolódó mobil eszköz nagyobb sáv szélességet képes igénybe venni egy közeli kis-cella használatával, mint egy esetlegesen magasan terhelt makró-cellához való kapcsolódással.

- Kevesebb **vizuális „szennyezést”** okoznak. Méretük miatt a kis-cellák várhatóan kevésbé fogják zavarni környezetüket és lehetőség lesz az állomások elrejtésére (pl. épület szigetelése alá építhető cella vagy reklámtáblákba rejtett cellák).
- Kisebb **egészségügyi kockázatot** jelentenek. Mivel a kis-cellák alacsony teljesítményen sugároznak ezért kisebb a sugárzási kitettség az emberi szervezet számára és kevésbé zavar érzékeny eszközöket is (pl. kórházakban).
- Kisebb az **energia ellátási** igényük. Az alacsony sugárzási teljesítmény miatt kisebb az energia ellátási igényük. Megújuló energia (pl. napelemek) használatával az energia igény minimálisra csökkenthető.

Makró-cellás lefedés  
(kék) és kis-cellás  
lefedés (sárga) [Forsk]



Az a pont, ahol a meglévő makró-cellák mellé szükséges kis-cellás rendszert építeni kifejezhető egy olyan mutató számmal, mely figyelembe veszi az adat átviteli sebességet egy adott területen Hz-re vetítve (Gbps/km<sup>2</sup>/Hz). A Japánban és Dél-Koreában mért tapasztalatok alapján akkor indokolt a kis-cellás rendszerek telepítése, amikor ez a mutatószám eléri a 0,02-t. A kis-cellás rendszerek telepítését „hálózat sűrítésnek” (network densification) szokás nevezni, melynek egyik mérőszáma a (bázis) állomás sűrűség (site density), bázis állomás/km<sup>2</sup> (site/km<sup>2</sup>). A bázis állomás sűrítés folyamatos a jelenlegi 4G/LTE hálózatokban. Az állomás sűrűség egyre inkább közelít 10-30 állomás/km<sup>2</sup> értékhez [Nokia2016].

Az 5G-vel a magas 6 GHz feletti sávok használata miatt a kis-cellák használata szükségszerűvé válik. Ezek a megoldások ultra sűrű hálózati topológiát igényelnek (ultra-dense networks), ahol az állomás sűrűség elérheti a 90 állomás/km<sup>2</sup> sűrűséget vagy másként fogalmazva az állomások közötti távolság (ISD) kb. 112 méter lesz [Nokia2017].

	Hagyományos hálózatok (2014)	Sűrített hálózatok (2015-2017)	Nagyon sűrű hálózatok (2017-2020)	Ultra sűrű hálózatok (2020 után)
Site/km <sup>2</sup>	7 állomás	21 állomás	26 állomás	93 állomás
Állomások közötti távolság	395 m	237 m	209 m	112 m
Forgalom sűrűség	~1 Gb/s/km <sup>2</sup>	~5 Gb/s/km <sup>2</sup>	~10 Gb/s/km <sup>2</sup>	~40 Gb/s/km <sup>2</sup>
Aktív felhasználók	250	625	1000	~2500

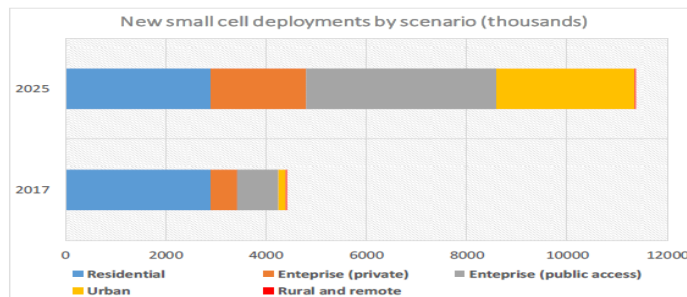
	Rurális	Városi	Vállalkozások
Lefedés	Le nem fedett területek	Infrastrukturális fehér foltok, koncentrált lakosság, átmenő forgalom	Épületen belüli lefedettség
Kapacitás	Átmeneti, időszakos sűrű népesség	Koncentrálódott felhasználó szám	Sűrű népesség munkaidőben
Használat	Átmenetileg jelentkező kapacitás csúcsok kezelése	Állandó nagy kapacitás biztosítása	Munkaerő menedzsment
Példák	Kis települések, bányák, olaj fúró tornyok	Üzletek, repterek, rendezvény helyszínek, turista csomópontok	Irodák, bevásárló központok, föld alatti építmények

*Érdekes és még kiaknázatlan lehetőségek vannak a mozgó vagy más néven nomadikus kis-cellák telepítésében. Ilyen lehetőség van például a járművekbe telepített kis-cellákban, mely városi környezetben nem csak a járműben lévő utasoknak, hanem a környezetében a járdán lévő gyalogosoknak is képes lehetne szolgáltatást biztosítani. Egy másik kutatók által vizsgált lehetőség a drónokba telepített kis-cellák használata. Ezekben az esetekben az energia ellátás és a backhaul kapacitás biztosítása még kidolgozásra vár.*



## Néhány kiválasztott előrejelzés a kis-cellák terjedésével kapcsolatban

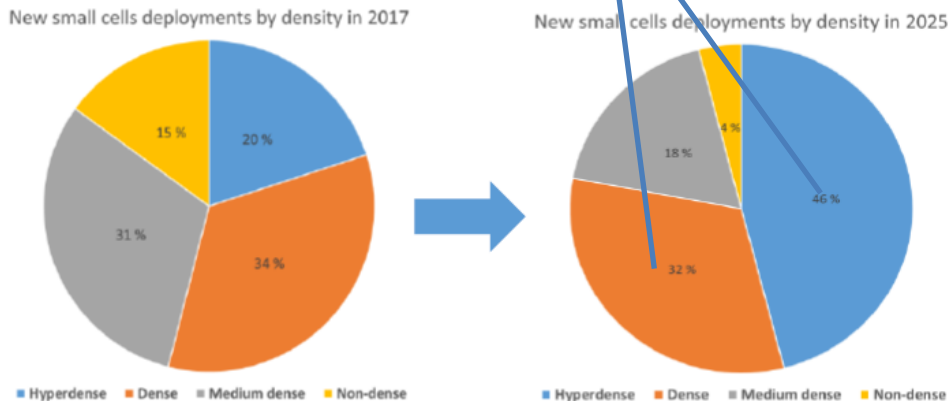
Előre jelzés	Forrás, év
Az LTE kis-cellák száma az EMEA régióban megduplázódik 2017 és 2019 között és eléri a 260.000-t.	IDC [Hallilovic2016], 2016
A kis-cellák száma 2015 és 2025 között 14% CAGR-al fog nőni és eléri 70,2 milliót.	Rethink Technology Research [SCF2017c], 2017
A nem lakossági kis-cellák száma 30%-os CAGR-al fog nőni 2016-tól 2022-ig.	Mobile Experts, 2017
A kis-cellák globális piaca 19% CAGR-al fog nőni a 2017-től 2021-ig tartó előrejelzési időszakban	Technavio 2017



## Hálózat sűrűséggel kapcsolatos előrejelzések

A kis-cellás telepítések egyre inkább a sűrű vagy nagyon sűrű hálózatokban jönnek létre, ahogy a szolgáltatók egyre jobban célozzák meg a sűrűn lakott, látogatott városi hot-spot-okat. 2017-ben a kis-cellás telepítések 54%-a történt sűrű- vagy hiper-sűrű hálózatokban. Ez a szám az 5G bevezetésével és a magas frekvencia tartományok (pl. 26 GHz) használatával egyes becslések szerint **78%**-ra fog növekedni.

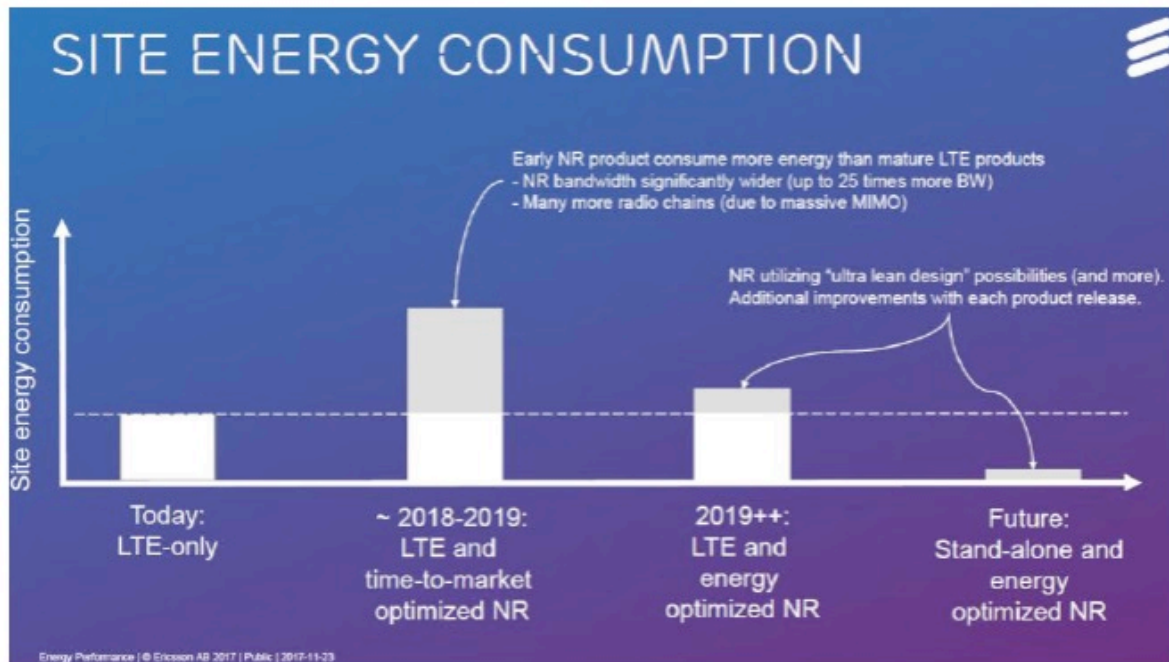
Kis-cellák telepítésének előre jelzett változása 2025-re [Source: Rethink Technology Research]





- 4G által használt spektrumok jellemzően a 3 GHz alatti sávokban vannak → nagy területi lefedés → bővítési lehetőség nagyon korlátos (valaminek a kárára pl. 700 MHz)
- Új fejlesztések pl. LTE Licensed Assisted Access (LAA) → WIFI kapacitások használata az 5 GHz-es sávban
- 5G NR → az európai országokban jelenleg a 3,4 – 3,8 GHz-es tartomány kiaknázása folyik → akár 100 MHz egybefüggő tartomány
- Jövő mm hosszú frekvenciák, pl. 26 GHz → akár 1 GHz egybefüggő tartomány
  
- **Backhaul** → nem okozhat szűk keresztmetszetet (optika preferált)
- **Épületen belül** → már meglévő infrastruktúra (coax, DSL, optika)
- **Kültéren** → nem képzelhető el vezetékes infrastruktúra minden bázis állomáshoz → mikrohullám, műhold

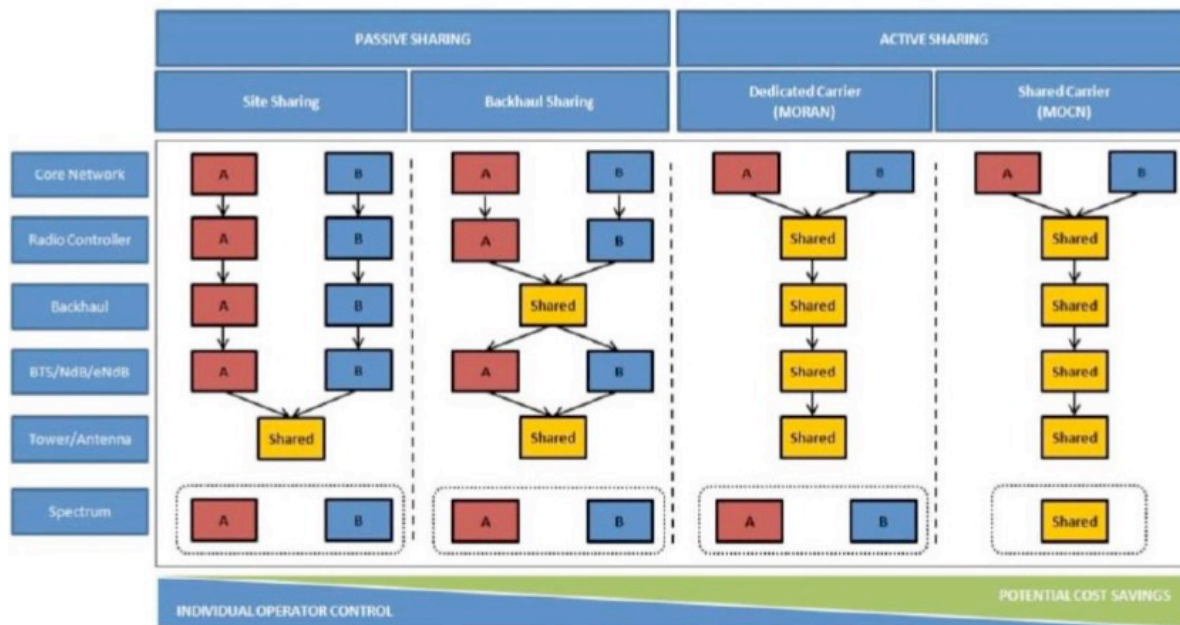
A kis-cellák elterjedése átmenetileg többlet energia felhasználást jelent a szolgáltatóknak. Ez egy olyan átmeneti időszak lesz, amíg szinte minden múltbéli technológia együtt él (2G – 3G – 4G – 5G). Amennyiben a 5G előtti technológiákra már nem lesz szükség, akkor állhat be egy olyan szituáció, mely végeredményben egy jóval kedvezőbb energia felhasználási szintet tesz lehetővé.



A bázis állomások áram fogyasztásának fejlődése [Frenger2017]

- Passzív hálózat megosztás  
(helyszín, torony, tartó szerkezet,  
stb.)

- Aktív hálózat megosztás
  - Multiple Operator RAN (MORAN)
  - Multiple Operator Core Network (MOCN)



Az infrastruktúra megosztás a kis-cellás rendszerek telepítése kapcsán:

- Gazdasági kényszer a költség hatékonyság miatt (nagy mennyiség, széleskörű elhelyezési lehetőségek)
- Kényszer az igénybe vehető helyek tekintetében (történelmi városnegyedek)

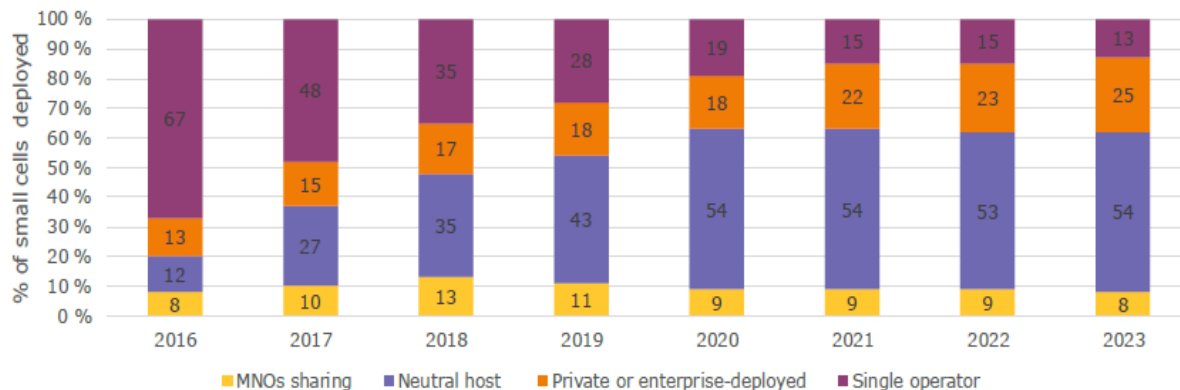
**Semleges host (neutral host) szolgáltató megjelenése**

- Szolgáltatóktól független
- Aggregátori szerep (megállapodik a hatóságokkal, önkormányzatokkal, közlekedési vállalatokkal, közmű szolgáltatókkal, stb.)
- Akár egy infrastruktúra minden szolgáltató részére

Egyes előrejelzések szerint 2020-ra a kis-cellák többsége ilyen semleges host igénybevételével fog megvalósulni.

A semleges host modell (Small-Cell-as-a-service, SCaaS) azáltal, hogy csökkenti a belépési küszöböt a szolgáltatók számára egy gyorsabb és költség hatékonyabb mód lehet a kis-cellás rendszerek elterjedésére.

## Kis-cellák megvalósulásának aránya az egyes tulajdonosi típusonként [Source: SCF survey Q317]



Eredetileg a mobil hálózatok építésének és üzemeltetésének szabályait a makró tornyokra figyelemmel alakították ki. A jövőben ezeket a szabályokat szükséges felülvizsgálni tekintettel a kis-cellák jövőben építendő nagy számára és a néhány esetben lényegesen eltérő műszaki, telepítési paramétereire.

Jellemzők	Makró bázis állomás	Kis-cellás bázis állomás
RF adó teljesítmény	Magas (tipikusan 43-48 dBm)	Alacsony/közepes ( $\leq 38$ dBm)
Antenna magasság	Tipikusan 10-60 m a földfelszín felett	Tipikusan $\leq 10$ m a földfelszín felett (vagy beltéren padló szint)
Cella méret	Pár kilométertől néhány 10 kilométerig	Pár métertől néhány 100 méterig
Frekvencia	Engedélyhez kötött az alacsony ( $\leq 1$ GHz) és közepes (1–6 GHz) tartományban	Engedélyhez kötött és nem engedély köteles az alacsony ( $\leq 1$ GHz) a közepes (1–6 GHz) és a magas (6 GHz $\leq$ ) tartományban
Áram felvétel	Magas (1-5 kW)	Alacsony/közepes (5-400 W)
Telepítési sűrűség	Néhány állomás per km <sup>2</sup>	Tízesevel vagy százasaival per km <sup>2</sup>
Telepítési helyszínek	Kültéri rádiós tornyok vagy épületek teteje	Kültéren háztető szint alatt vagy utca szinten, beltéren épületek belsejében
Fizikai jellemzők	Elkülönült eszközök (antenna, antenna kábelezés, BBU-k, hűtés, stb.)	Kisebb eszközök, integrált burkolás (beépített antennák), léghűtés, stb
Bázis állomás tulajdonosa	MNO-k	MNO-k, neutral host tulajdonosok

## A szabályozásnál az alábbi alapelveket kell figyelembe venni:

- A verseny torzulásának vagy ellehetetlenülésének megakadályozása
  - Versenytársak együttműködése más versenytársak piacról való kiszorítása érdekében
- A szükséges, de korlátozottan hozzáférhető erőforrások megosztásának ösztönzése (pl. fizikai infrastruktúra, spektrum)
  - Versengő infrastruktúrák vs költséghatékonyság
  - Egyenetlen, aránytalan frekvencia eloszlás
- Versenykörnyezet fenntartása a felhasználók érdekében
- Hatékony beruházások ösztönzése az innováció és az új, fejlett hálózatok támogatására
  - Kiszámítható üzleti és szabályozási környezet

# Kis-cellás rendszerek Szabályozási mozgató rugói



[Ghanbari2013]



- **Passzív** hálózat megosztás → évek óta működik, vitákat a szolgáltatók tudják egymás között rendezni, probléma inkább a köztulajdonban lévő cégek és a szolgáltatók együttműködésében van.
  - Nagy számú és változatos elhelyezkedésű kis-cellás bázis állomások engedélyezési eljárásainak egyszerűsítése, költség egységesítés (jelenleg ahány tulajdonos annyi féle és nagyságú költség)
- **Aktív** hálózat megosztás → az együttműködési lehetősége sokszínűsége, és szabályozási sokszínűség jellemzik
  - Szolgáltatók nem akarnak szigorú és részletes előírásokat, mert tartanak attól, hogy ez a jövőbeli lehetőségeiket korlátozni fogja (megengedő szabályozás).
  - A szabályozás szeretné elkerülni az olyan fajta koncentrációt mely visszafordíthatatlan piaci koncentrációt okozhat (monopólium kialakulása). Ennek egyik első lépcsője a hálózatok koncentrációja lehet.
  - Vannak olyan stakeholderek akik a piac kinyitását várják a szabályozástól (pl. neutral host szolgáltatók, aggregátorok)

Az 5G terjedésével előtérbe kerülnek olyan megoldások, mint az SDN és a NFV, mely lehetőséget ad új belépők számára, hogy saját maguk által definiált és menedzselte hálózatot üzemeltessenek. Ilyenek lehetnek a **vertikumok**, melyek említése sokszor előkerül az 5G-vel kapcsolatos üzleti modellek elemzése kapcsán. Ezek kapcsán természetesen a szabályozás sem maradhat statikus, hanem adekvát válaszokat kell adni a jelentkező kihívásokra. Jelenleg ebben az a nehézség, hogy nehezen megjósolható, hogy mely megoldások nyernek teret a jövőben és melyek fognak eltűnni a süllyesztőben. Emiatt a megfelelő óvatossággal kell kiválasztani az ex-ante szabályozásnak azokat az elemeit, melyek nem okoznak kockázatot a mobil hálózatok innovatív fejlődésére.



NMHH

Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!