

5G : 6G félidőben 5G félidei tanulságok. Mit ígér a 6G? Kell-e a 6G?

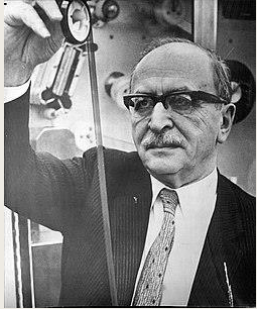
Kiss Tamás
NMHH





Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság

„A jövőt nem lehet előre megjósolni, de a jövőnket fel lehet találni”



Gábor Dénes

1900-1979

1970 Fizikai Nobel-díj





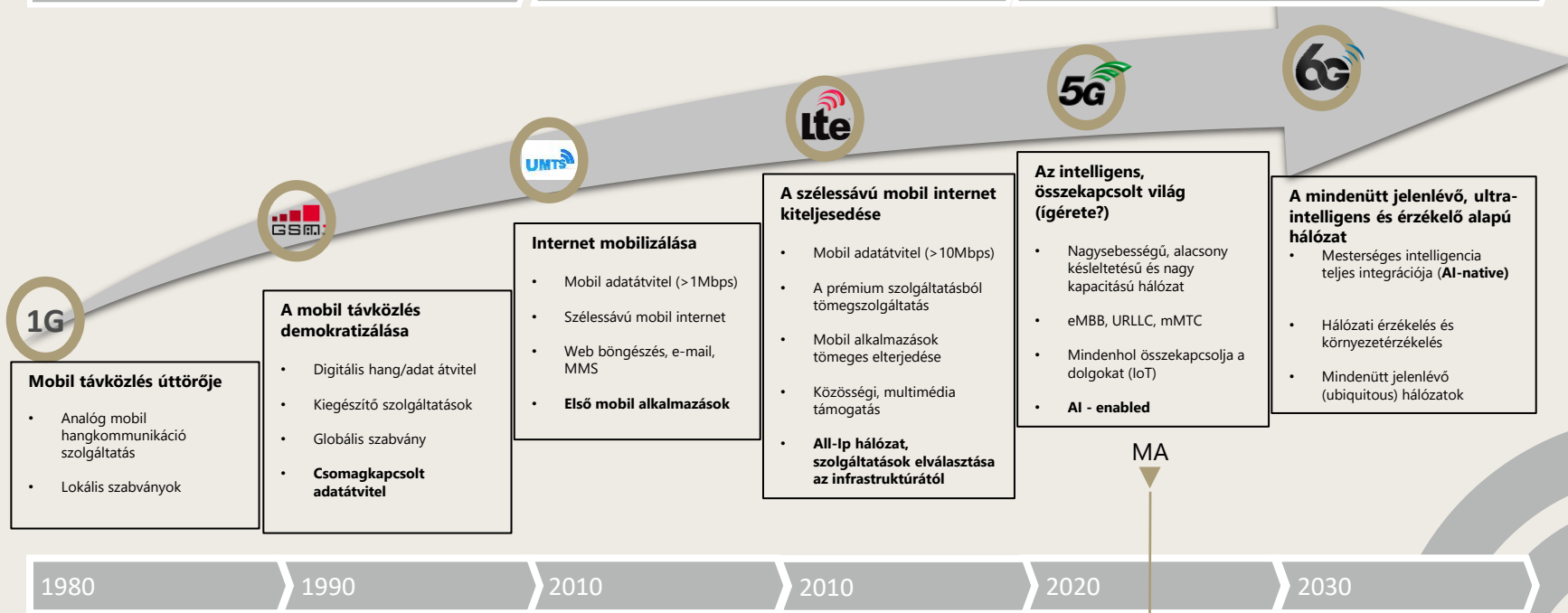
5G eredmények, tanulságok



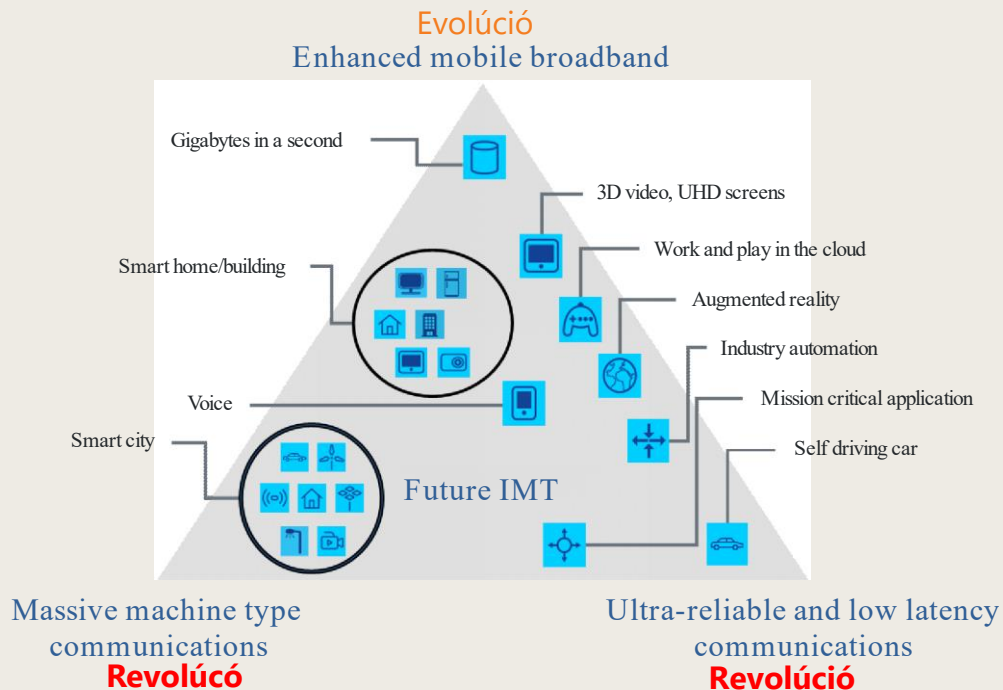
1. A mobil kommunikáció kezdete (Hang/"Butatelefon")

2. Mobil internet és multimédia (Adat/Okostelefon)

3. A konvergencia kiterjedése (Konvergált szolgáltatások/IoT)

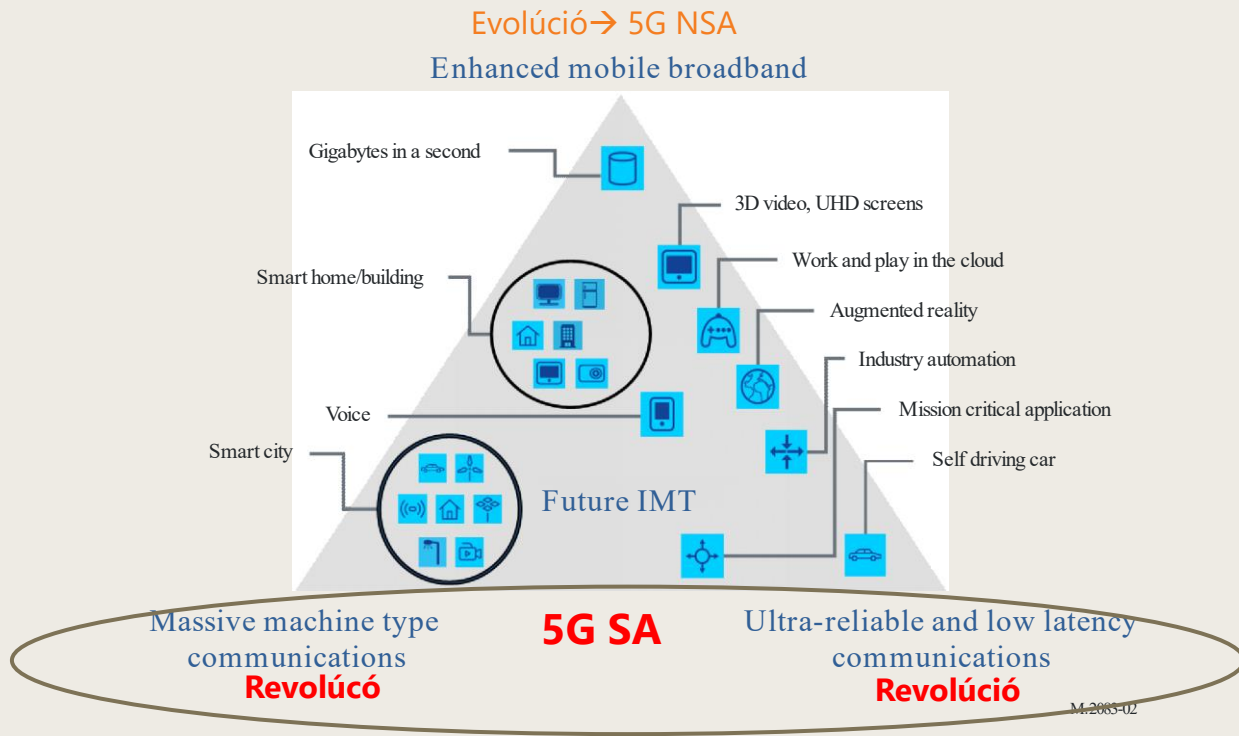


5G által ígért felhasználások: Evolúció és Revolúció!



M.2083-02

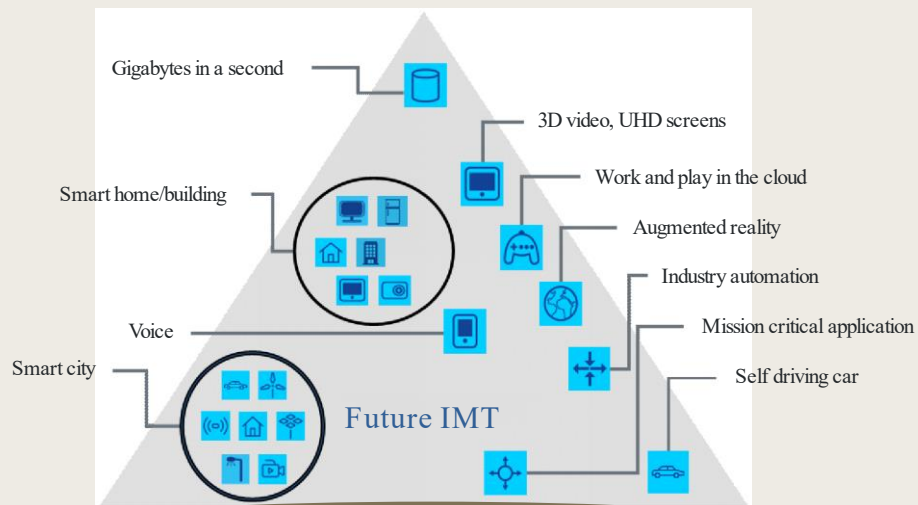
Revolúció késik? Elmarad? Vagy már csak a 6G-ben valósul meg?



Revolúció késik? Elmarad? Vagy már csak a 6G-ben valósul meg?

Evolúció → 5G NSA

Enhanced mobile broadband



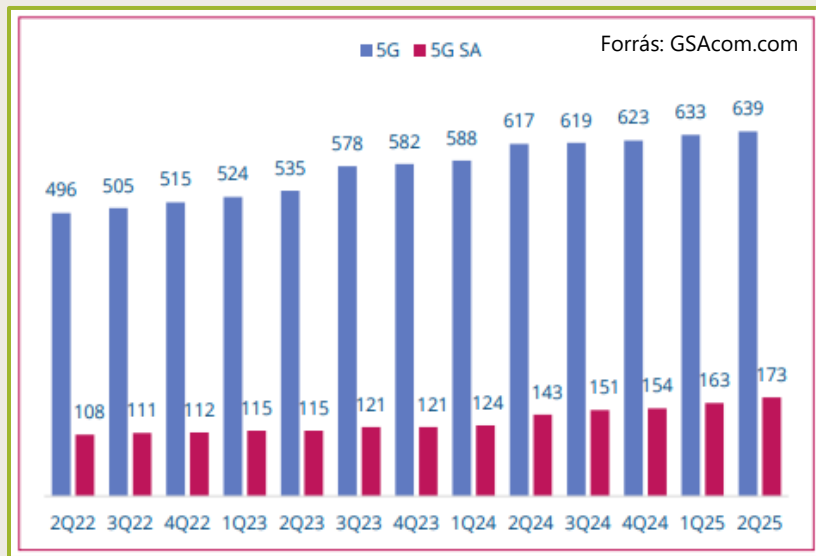
Massive machine type
communications
Revolúció

5G SA
Mikor lesz!?

Ultra-reliable and low latency
communications
Revolúció

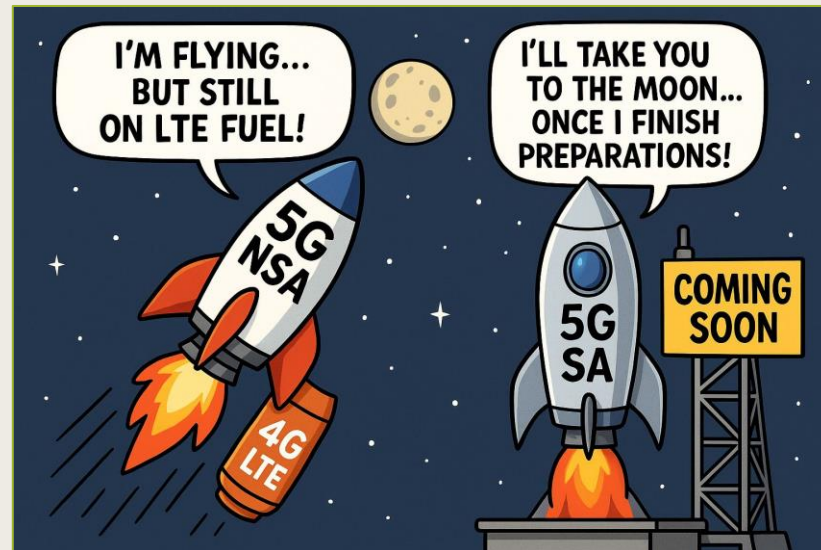
M:2083-02

Jelenleg a mobil hálózatok kb. harmadában kezdtek el valamilyen szinten foglalkozni az 5G SA-val → az 5G SA elterjedésének az üteme alatta van a korábbi várakozásoknak



A 3GPP 5G hálózatokba befektető szolgáltatók száma

A 3GPP 5G SA hálózatokba befektető szolgáltatók száma



Forrás: LinkedIn

Az 5G-t forradalmi technológiaként üdvözölték, amely támogatja a digitalizációt, átalakítja a vertikumokat és a mindennapi életet

„5G will change everything... 5G will even power the fourth industrial revolution”



Hans Vestberg (Verizon CEO)

„5G infrastructure is more than connectivity for humans, it is for things”



Enrico Salvatori (Qualcomm Europe elnök)

„When we build faster, better, more reliable networks... app developers can do more things...
imagination of developers ... is unlimited”



Marc Allera (BT Consumer CEO)

„Az 5G új szintet jelent a legmodernebb technológiai vívmányok hatékony kihasználásában. Forradalmi megoldásokat nyújt majd számos területen: szállítmányozásban, mezőgazdaságban, orvostudományban és közigazgatásban.”



Dr. Kim Kylliesbech Larsen (Magyar Telekom műszaki vezérigazgató-helyettese)

„Az 5G egy forradalmi megoldással igyekszik kielégíteni a napjainkban végbemenő digitalizáció kommunikációs igényeit...”



Kiss Tamás (Magyar Telekom 5G projektvezető)

A neves tanácsadó cégek és az EU bizottság is „benézték”?

„5G could unlock up to \$2 trillion in GDP globally by enabling new use cases and improving productivity, with the manufacturing, healthcare, and retail sectors among the largest beneficiaries.”
McKinsey & Company (McKinsey & Company, The road to 5G: The inevitable growth of infrastructure cost, 2018)



„We estimate that 5G technology will add US \$1.3 trillion to global GDP by 2030.”
(PwC, The global economic impact of 5G – Powering Your Tomorrow, 2021)



IHS Markit „5G will enable \$12.3 trillion of global economic output in 2035, supporting 22 million jobs.”
(IHS Markit, The 5G Economy, 2017)



„By 2034, 5G technologies will contribute around \$2.2 trillion to global GDP.”
(GSMA, The Mobile Economy 2019)



„5G will generate €113 billion per year of benefits by 2025 in the EU28 across four key vertical sectors (automotive, healthcare, transport and utilities), supporting 2.3 million jobs.”
(European Commission (EC) / WIK / VVA / Tech4i2, Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe, 2016)

Mi az oka, hogy az 5G nem váltotta be az ígéreteit (eddig?)

Éretlen az ökoszisztéma? Nincs felhasználói igény? Bizonytalan megtérülés?

Technológiai akadályok

- Az 5G SA egy teljesen új 5G maghálózat architektúrát követel meg, bevezetése időigényes
- Az új technológiák, pl. a hálózatszeletelés (network slicing) és az edge computing még éretlenek
- Kevés az 5G SA kompatibilis eszköz
- A kezdeti massive MiMo-s rádiók kiforrotlanok voltak

Felhasználói oldali kihívások

- A lakossági felhasználók számára jelenleg az NSA hálózatok is elegendők, például streaming és böngészés kiszolgálására
- Az SA hálózatok magasabb költségeinek áthárítása a lakossági fogyasztókra kockázatos.
- A üzleti felhasználóknál is kérdéses, hogy hajlandóak-e magasabb díjakat fizetni az extra funkcionalitásért.

Gazdasági és piaci korlátok

- Az 5G SA kiépítése jelentős beruházást igényel
- Az 5G SA legnagyobb előnyei, főként a vertikumokban realizálódnak. Azonban ezek az üzleti modellek még nem elég kiforrottak
- Az SA hálózatok üzleti megtérülése ezért jelenleg bizonytalan

Appok és szolgáltatások hiánya

- Az 5G SA valódi előnyei főként új, alacsony késleltetésű vagy hálózati szeletelést igénylő alkalmazásokban (pl. ipari automatizálás, autonóm járművek, távvezérlés, kiterjesztett és virtuális valóság (AR/VR), stb.) jelentkeznek, amelyek még nem terjedtek el széles körben.

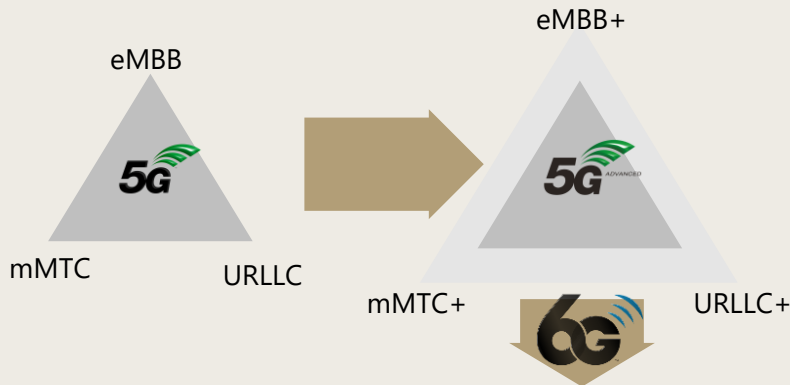
Ki, mit tanult az 5G bevezetéséből?

Szereplő	Levont tanulságok
 Eszkögyártók	A képességek és opció nagy száma piac fregmentációt okoz, és késlelteti a funkciók implementálását a piacon és és jelentős része soha nem lesz bevezetve. Nem elég a technológiát „lenyomni” a piacra — valódi üzleti modellek és alkalmazások nélkül nem jönnek a várt bevételek.
 Hálózatüzemeltetők	Az 5G nem vált automatikusan bevételnövelő tényezővé; az ARPU (átlagos bevétel/ügyfél) alig nőtt, vagy nem változott. Az ügyfelek nagy része nem érzel látványos különbséget 4G-hez képest (főleg eMBB-nél). A vertikum igények elmaradtak a várakozásoktól. Az 5G SA kiépítése a bizonytalan megtérülés miatt késik
 Iparági szövetségek(GSMA, ETNO, 5G PPP)	Óvatosabban kell bánni a hype-alapú prognózisokkal. (AI????) Fontosabb, hogy a stratégiák valós igényeken és felhasználói élményen alapuljanak. Több figyelmet kell fordítani a hosszú távú, fenntartható üzleti modellekre.
 Tanácsadó cégek	
 Politikai döntéshozók & szabályozók	A túlzott várakozások csalódást szülhetnek a közvéleményben. Tisztább képet kell kialakítani a valódi üzleti és társadalmi igényekről, hasznokról, nem csak a technológiai versenyre koncentrálni.

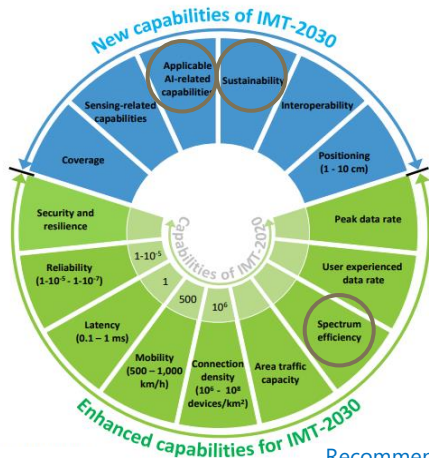
6G víziók, ambíciók, elvárások



És akkor jön a 6G, hogy beváltsa az 5G be nem teljesült ígéreteit? Az ITU 6G vízió azért ennél sokkal ambiciózusabb



Capabilities of IMT-2030

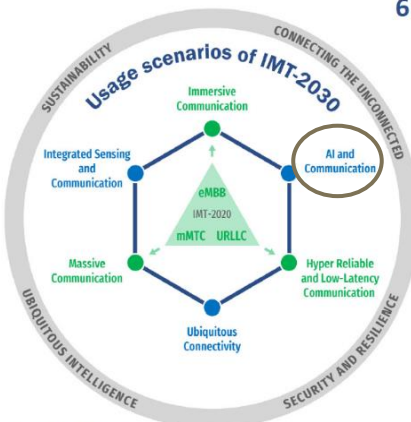


The range of values given for capabilities are estimated targets for research and investigation of IMT-2030.

All values in the range have equal priority in research and investigation.

For each usage scenario, a single or multiple values within the range would be developed in future in other ITU-R Recommendations/Reports.

Usage scenarios



6 Usage scenarios

Extension from IMT-2020 (5G)

eMBB → Immersive Communication

mMTC → Massive Communication

URLLC → HRLLC (Hyper Reliable & Low-Latency Communication)

New

Ubiquitous Connectivity

AI and Communication

Integrated Sensing and Communication

4 Overarching aspects:

act as design principles commonly applicable to all usage scenarios

Sustainability, Connecting the unconnected, Ubiquitous intelligence, Security/resilience

A 6G nemcsak új szolgáltatásokat, hanem hatékonyabb, rugalmasabb és megbízhatóbb hálózatüzemeltetést is ígér az operátorok számára.

Hatékonyabb hálózatüzemeltetés → alacsonyabb költség, nagyobb kapacitás

- 1.5-3 szoros spektrális hatékonyság javulás
- 10-100 szoros energiahatékonyság javulás
- Rugalmas spektrum használat (MRSS, DSA, LSA, AI-driven spectrum broker, ...)
- AI-alapú, zero touch hálózat menedzsment

Rádió hozzáférési technológia (RAT) konvergencia → nagyobb kapacitás és lefedettség

- 6G - WiFi integráció (WiFi offload, beltéri lefedettség)
- 6G- NTN integráció (ritkán lakott helyeken lefedettség)

Rádió hozzáférési hálózat (RAN) virtualizáció (Cloud-RAN, Open-RAN)

- Szállító függés csökkentés
- Egyszerűbb aktív (MoRAN, MoCN)hálózatmegosztás

Hálózati rugalmasság (reziliencia), megbízhatóság, biztonság → ellenállóbb infrastruktúra

- Önszervező, önjavító hálózatok (AI-native Network)
- Poszt-kvantum kriptográfiák támogatás

Technológiai megújulás és hálózati konszolidáció → egyszerűbb, egységes hálózat

- Egységes, szoftveresen vezérelt (cloud-native) architektúrára való átállás
- Régi hálózatok (4G) lekapcsolása (2030-ban a 4G technológia 20 éves lesz!)

Versenyképesség és innovációs pozíció → stratégiai pozícióerősítés

- Integrált kommunikáció és érzékelés (ISAC)
- Native NaaS („digitális szolgáltatásgyár”)

A 6G-vel kapcsolatban sokkal visszafogottabbak az elvárások

"The expected revenue boost from 5G has yet to materialise, with **many operators still struggling to secure a return on their 5G investments; a mistake they cannot afford to repeat with 6G**"

Juniper Research, What Do Trump's Tariffs Mean for Telecoms & 6G?, April 2025



"**there's little appetite for a major RAN refresh in 6G**, and therefore, we don't expect a cyclical rebounding capex"

Analysys Mason, The end of big capex in telecoms: causes and implications, 28 February 2025



"I personally believe that **5G is the last G and we're moving beyond Gs**,"

Laurent Leboucher, CTO, Orange



"**Don't expect a revolution with 6G**"

Jan Ellsberger, ETSI, Director-General



AT&T wants 6G to be AI native, support 'network as a sensor' services and **build on 5G Advanced, with new hardware and spectrum deployed only as needed.**

Brian Daly, AVP for wireless technology strategy and standards AT&T



6G Reset! Az ITU által megfogalmazott 6G víziót többen megkérdőjelezik. Nem a technológia lehetőségeit, hanem annak szükségességét és gazdasági életképességét.

Fogyasztói igények telítettsége, - „ a technológia keres új igényeket”

- A fogyasztói piac nem kér 6G-t: az 5G sem talált igazán áttörő alkalmazást (killer app.), amiért a felhasználók többet fizetnének.
- A 6G-t ígérő teljesítményugrás (1 Tbit/s, 0.1 ms késleltetés) nincs összhangban a valós igényekkel.
- A hálózati beruházások így nem térülnek meg, → az üzleti modell válságban van.

→**Cél: Ne vadásszunk killer appot – fókuszáljunk valódi társadalmi igényekre, hasznosságra**

Fenntarthatatlan költség- és energiaigény:

- A forgalom növekedés üteme lassul, hamarosan „telítődik”, nincs szükség további IMT spektrumra.
- A 6G-hez szükséges magasabb frekvenciák (7–15 GHz, esetleg terahertz) → rosszabb terjedés → több bázisállomás → sokszoros CAPEX.
- A fejlett antenna- és MIMO-rendszerek óriási energiafogyasztással járnak.
- A 6G tehát gazdaságilag és ökológiailag fenntarthatatlan. Összességében a 6G nem illeszkedik a nettó-nulla karbon vagy zöld hálózat célokhoz.

→ **Cél: „lean network”, ami nem sűrűbb, hanem intelligensebb.** (dinamikus spektrum használat, AI alapú energiaoptimalizálás, stb.)

Jobb beltéri lefedettség → WiFi beltér erősítés

- Az adatforgalom 70–80%-a Wi-Fi-n zajlik, nem mobilon.
- A Wi-Fi 7 és 8 még gyorsabb és olcsóbb lesz.
- A beltéri lefedettség problémáját nem mobilhálózatok, hanem Wi-Fi rendszerek oldják meg hatékonyabban.

→ **Cél: „network of networks”, ahol a Wi-Fi, a mobil, a műholdas és a privát hálózatok együttműködnek, nem konkurálnak.**

A 6G globális szabványosítási keretrendszerének előkészítése

3GPP TSG RAN Meeting #107, Dél-Korea, 2025 március

Legyen a 3GPP általános alapelve a 6G-vel kapcsolatban a karcsú (lean) és egyszerűsített szabványok létrehozása, például a 6G funkcionalitások megfelelő körének meghatározásával, ugyanazon funkcióhoz tartozó többféle opció minimalizálásával, valamint az eltúlzott konfigurációs lehetőségek elkerülésével. A fenti elvektől való bármely eltérést megfelelően indokolni kell. (Apple, AT&T, BT, CMCC, DT, Ericsson, Huawei, Intel, KT, MediaTek, Nokia, NTT Docomo, Qualcomm, Reliance Jio, Samsung, Spark NZ, T-Mobile USA, Telstra, Verizon, Vodafone, ZTE)

Egyszerűsítés és hatékonyság:

Az operátorok egy letisztult megközelítést szorgalmaznak, elkerülve a felesleges komplexitást, és a **gyakorlati, hitelesen monetizálható felhasználási esetekre** akarnak összpontosítani

Építkezés az 5G alapjaira:

A hangsúly az **5G maghálózat**, az **NR hullámformák**, a **moduláció és a kódolás** továbbfejlesztésén van, miközben **minimalizálni kell a hardverváltásokat**, különösen a **sub-6 GHz sávokban**. → **A 4G és 5G után a 6G-ben is OFDMA a hullámforma!**

Költségkontroll:

A **tőkekiadások (CAPEX) csökkentése** a hálózاتمegosztással és **célzott, fókuszált 6G kiépítéssel**. Ez arra utal, hogy a **6G hálózatokat várhatóan nem építik ki olyan széles földrajzi lefedettségben**, mint a korábbi generációkat.

Spektrumstratégia:

Az új állomások esetében a **felső-középsávú (6–8 GHz)** frekvenciasávokat részesítik előnyben.

Biztonsági fejlesztések:

A cél a **zero-trust (nulla bizalmon alapuló) architektúra**, **kvantumbiztos protokollok**, **mesterséges intelligencia által vezérelt biztonsági menedzsment** és **rugalmas (agile) kriptográfiai megoldások** bevezetése az ellenálló és adaptív védelem érdekében.

NTN-integráció (Non-Terrestrial Networks):

Lényegesnek tartják a **lefedettség kiterjesztése** és a **vészhelyzeti szolgáltatások** szempontjából. Az operátorok az **interoperabilitás** kialakítása mellett érvelnek.

Mesterséges intelligencia alkalmazása:

Az **ázsiai operátorok élen járnak** ambiciózus AI-megvalósításokkal, míg az **európai és amerikai szolgáltatók óvatosabban, konkrét use case-ekhez kötötten** közelítenek a technológia bevezetéséhez.

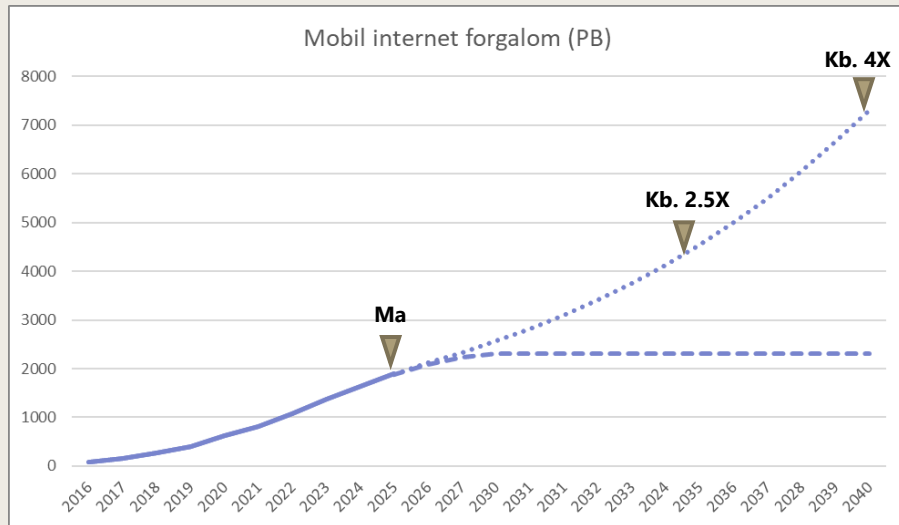
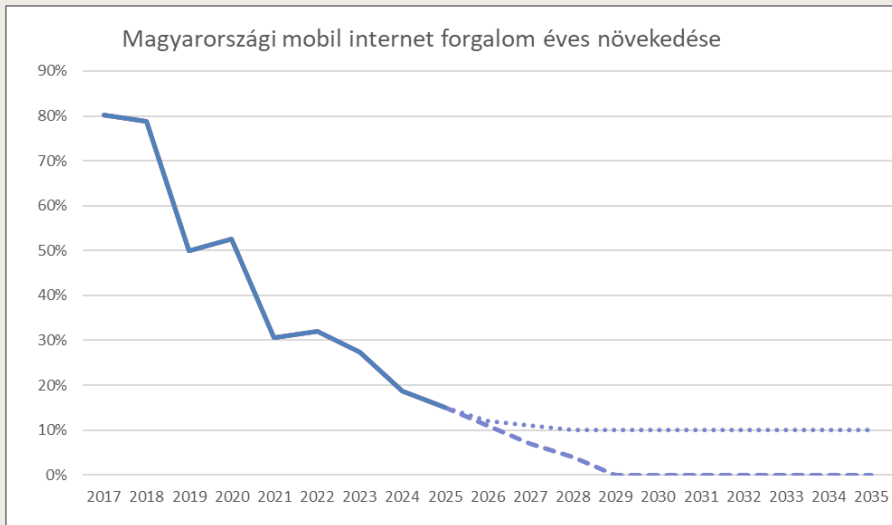
Energiamegtakarítás:

Az operátorok **jelentős energiahatékonysági javulást** sürgetnek, amelyet az **AI/ML**, az **egyszerűsített protokollok** és a **karcsúbb jelzési folyamatok** (lean signaling) révén lehet elérni.

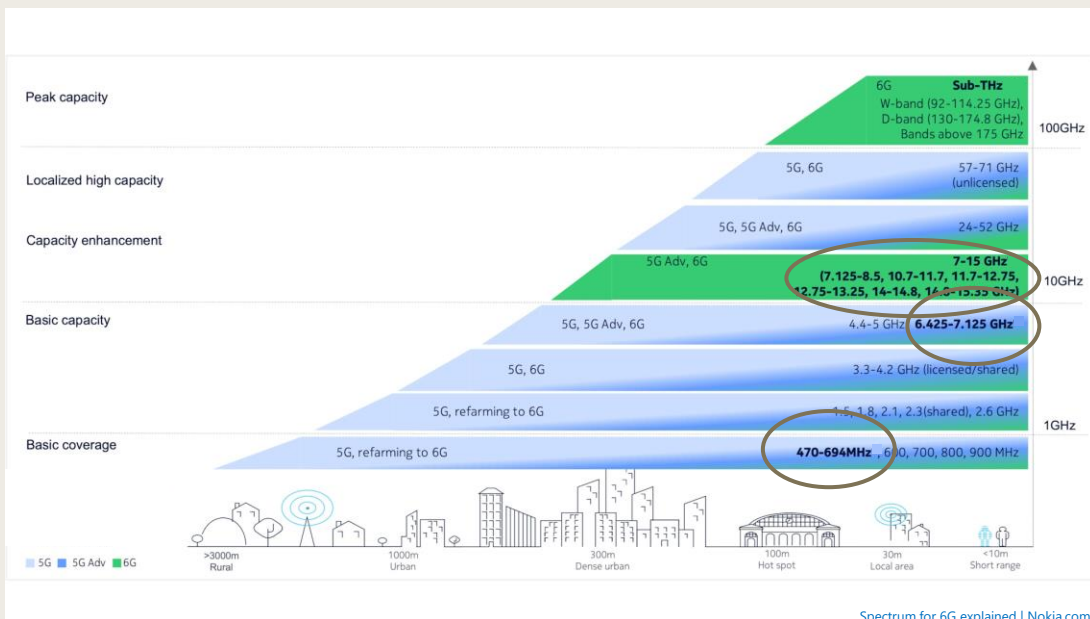
Spektrum kilátások



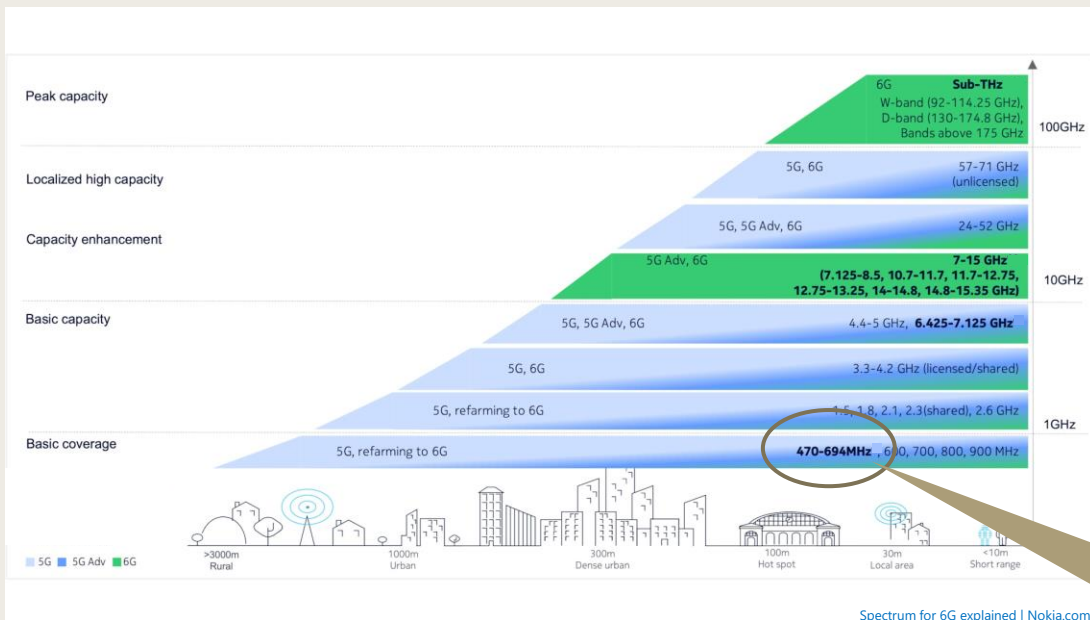
A mobil internet forgalom éves növekedése folyamatosan lassul
Ilyen ütemű lassulás esetén az évtized végétől nem növekszik tovább
Meg tudja-e változtatni ezt a lassuló trendet még az 5G, vagy a 6G?
Mennyi további rádió spektrumra lesz szüksége a 6G-nek?



Az ITU, CEPT, RSPG több frekvenciasávot is vizsgált/vizsgál a 6G szempontjából (1/5)



Az ITU, CEPT, RSPG több frekvenciasávot is vizsgált/vizsgál a 6G szempontjából (2/5)

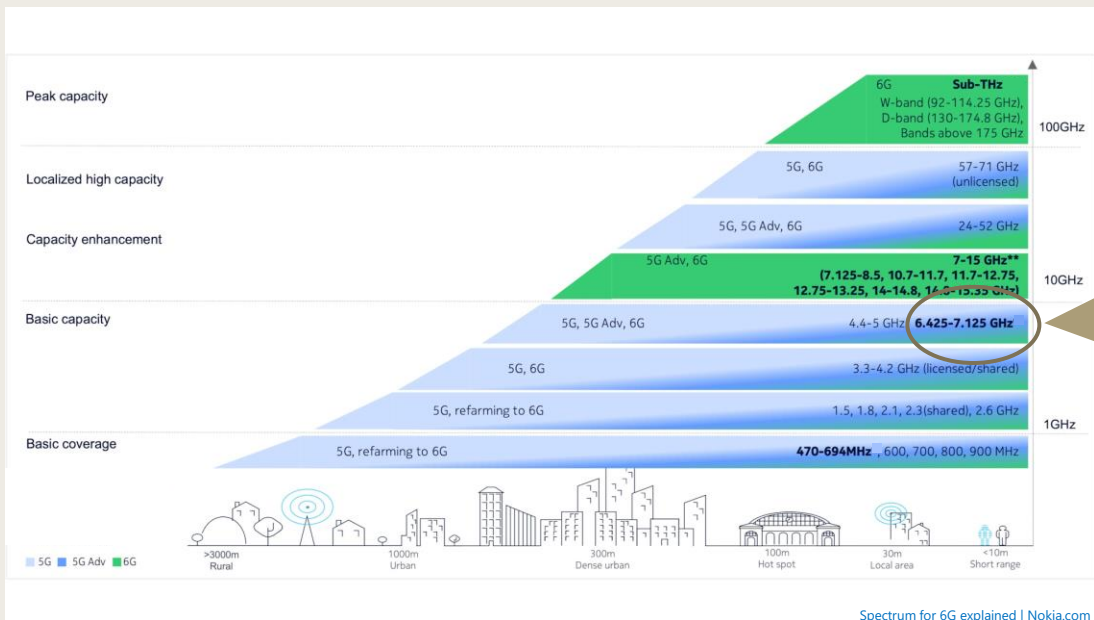


A sáv harmonizált:

Az (EU) 2017/899 határozat, amelynek 4. cikke legalább 2030-ig biztosítja a sáv rendelkezésre állását a DTTB és a PMSE szolgáltatások számára minden tagállamban. Emellett lehetővé teszi másodlagos jelleggel a sáv alternatív felhasználását is, feltéve, hogy azok nem befolyásolják a műsorszórás szolgáltatások nyújtását a szomszédos tagállamokban;

ITU-WRC 2031 tervezett napirendjén

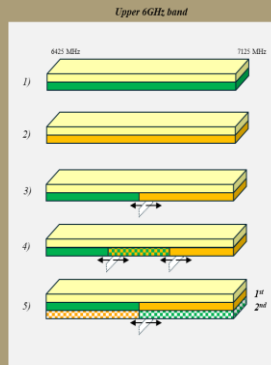
Az ITU, CEPT, RSPG több frekvenciasávot is vizsgált/vizsgál a 6G szempontjából (3/5)



[Spectrum for 6G explained | Nokia](#)

WRC-23 IMT azonosítás
MFCN/RLAN megosztott használat vizsgálata
RSPG Draft Opinion on Long-term vision for the upper 6 GHz ban (2025.07.17.)
Nincs azonnali spektrumigény, de szükség van a hosszú távú használat láthatóságára.
Nincs EIRP-csökkentésen alapuló megosztási megoldás: ha szükséges, inkább spektrumfelosztás (RLAN / IMT).

RSPG plenáris 2025 november



Spektrum háború: Mennyi és engedély köteles vs. engedély alól mentesített spektrumot kapjanak a piaci szereplők?

Új, engedélyköteles spektrum a 6G számára

TÁMOGATÓK

Szereplő	Igényelt Spektrum (Középfrekvencia)	Fő Indokok
Mobil Operátorok (GSMA, DT, Vodafone)	≈2 GHz (7–15 GHz sávban)	A forgalom további exponenciális növekedése várható. 2035 és 2040 között összesen 2 GHz középsávú spektrumra lesz szükség az európai nagy népsűrűségű területek igényeinek kielégítéséhez. Harmonizált sávok kellenek az olcsó eszközökhöz és az európai versenyképességhez.
Eszközgyártók (Ericsson, Nokia)	1–2 GHz	Technológiai Szükséglet: A növekvő kapacitás igény és a Tbit/s-os sebességek csak extrém széles, összefüggő sávokkal érhetők el. A késleltetés, a megbízhatóság és az érzékelés is többet spektrumot igényelnek

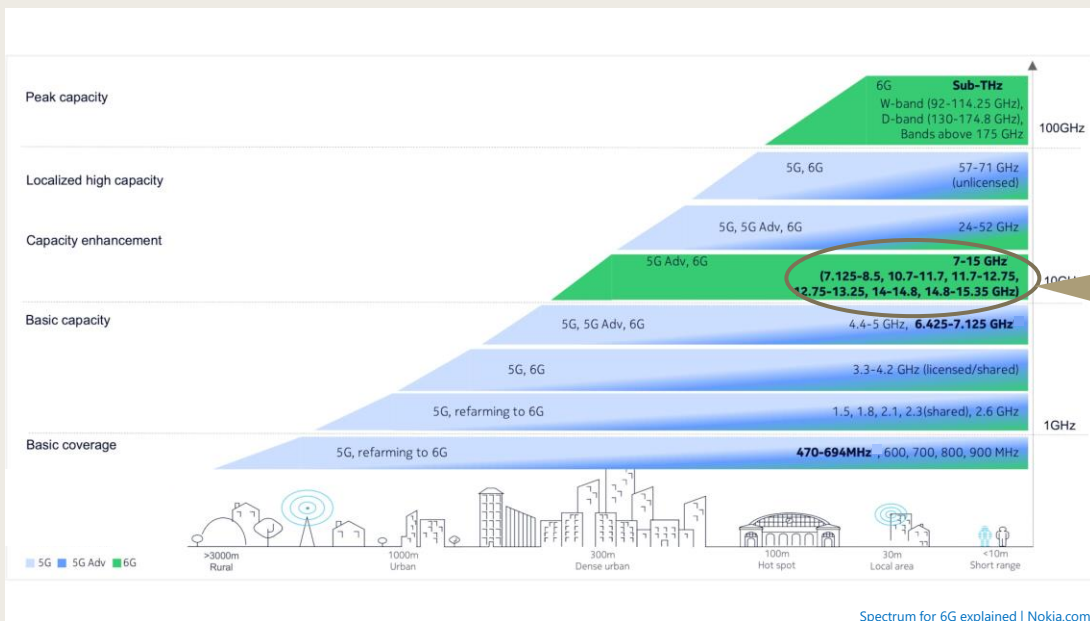
Új, engedélyköteles spektrum a 6G számára

ELLENEZŐK

Szereplő	Fő Aggály / Indok	Alternatív Javaslat
SATCOM Iparág (Műholdas cégek)	Interferencia a kritikus FSS rendszerekkel: A 7-15 GHz sávban a mobilhálózatok ellehetetlenítik a meglévő műholdas szolgáltatásokat.	A 7–15 GHz sávokat meg kell tartani az FSS (Műholdas Fix Szolgáltatás) számára.
Wi-Fi Alliance (Google, Meta, Broadcom) és 6G szkeptikusok	WiFi offload: A mobil forgalom növekedése megáll. A 70–80% beltéri forgalom Wi-Fi-n zajlik, amit olcsóbban és hatékonyabban lehet bővíteni.	Több engedély nélküli sávot (teljes 6 GHz sáv) kell biztosítani a Wi-Fi 7 és 8 számára a beltéri igények növekvő kielégítésére.
Közigazdászok	Alacsony hatékonyság: A licencelt spektrum helyhez és időhöz kötve gyakran kihasználatlan marad, miközben az aukciós költség őríási.	Spektrum hatékonyság javítás és Spektrummegosztás: A spektrumot meg kell osztani a mobil és a másodlagos felhasználók között.

Az ITU-ban, CEPT-ben, RSPG-ben még folyik a potenciális sávok vizsgálata

Az ITU, CEPT, RSPG több frekvenciasávot is vizsgált/vizsgál a 6G szempontjából (4/5)



Európában releváns sávok: 7.125-7.250, 7.750-8.400, 14.8-15.35 GHz

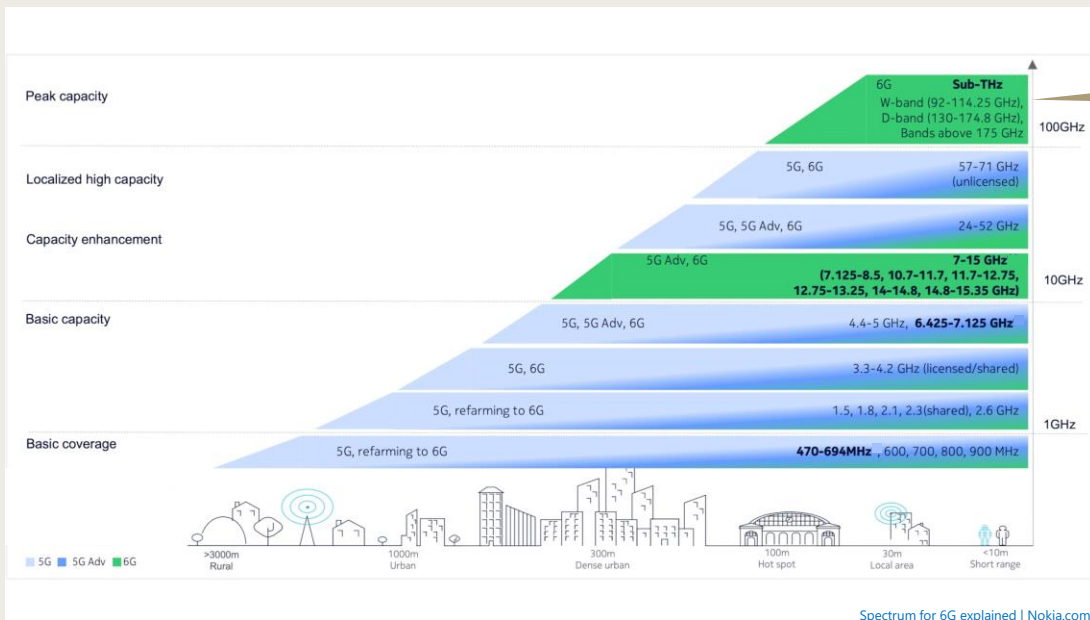
ITU
Regio 1-ben : 7.125-7.250, 7.750-8.400, 14.8-15.35 GHz 6G-re jelölt sávok,
WRC-27 tervezett napirendjén

CEPT :
Inkumbens szolgáltatók (FSS, FS, RAS) elsődleges védelme
Nem lehetnek korlátozások a meglévő szolgáltatókra és ezek jövőbeli fejlesztésére

RSPG
A meglévő szolgáltatók teljes körű védelmének biztosítása (a szomszédos sávokban is)

Inkumbens szolgáltatók
Ellenzik a sávokban az IMT azonosítást

Az ITU, CEPT, RSPG több frekvenciasávot is vizsgált/vizsgál a 6G szempontjából (5/5)



[Spectrum for 6G explained | Nokia](#)

Jelenleg még nagyon kísérleti fázisban van
A félévezető támogatás kritikus
2030-korai, niche kereskedelmi alkalmazásai?
>2035 szélesebb körű elterjedés

Konklúzió:

Az iparág óvatosan közelít a 6G-hez: az 5G üzleti megtérülése még bizonytalan, a fejlesztési források korlátozottak, és a valódi 6G alkalmazási területek sem körvonalazódtak egyértelműen

Az 5G SA hálózatok kiépítése nagyon elmarad az 5G bevezetéséhez képest

Sem lakossági, sem üzleti oldalról nem jelent meg tömeges igény az 5G SA képességeket (is) kihasználó alkalmazásokra, szolgáltatásokra

Mivel az 5G SA kiépítésébe sokat kell investálni a szolgáltatóknak kérdés, hogy mekkora lesz a motivációjuk a 6G 2030 körüli bevezetésére

Ezért a szolgáltatók a 6G bevezetéskor nem szeretnék a hardvereket cserélni (csak szoftver frissítés)

Jelentős a megosztottság a 6G-hez szükséges további rádió spektrum mennyiségében

A 6G egyszerű architektúrával rendelkezzen és csak valós üzleti igényekre alapuljon

A 6G által biztosított hatékonyság növelésre előbb utóbb minden szolgáltatónak szüksége lesz

A 6G-nek egy olyan technológiának kell lennie, ami a jelenlegi trendek szerint legalább 2050-ig támogatja a mobil távközlést

Köszönöm megtisztelő figyelmüket

