



Rádiófrekvenciás (RF) expozíció mérése 5G bázisállomás környezetében

Necz Péter Pál, Gyulai Balázs, Krausz József, Thuróczy György

Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály

Nem-Ionizáló Sugárzások Osztálya

XLVIII. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Gyula, 2023. április 18-20.

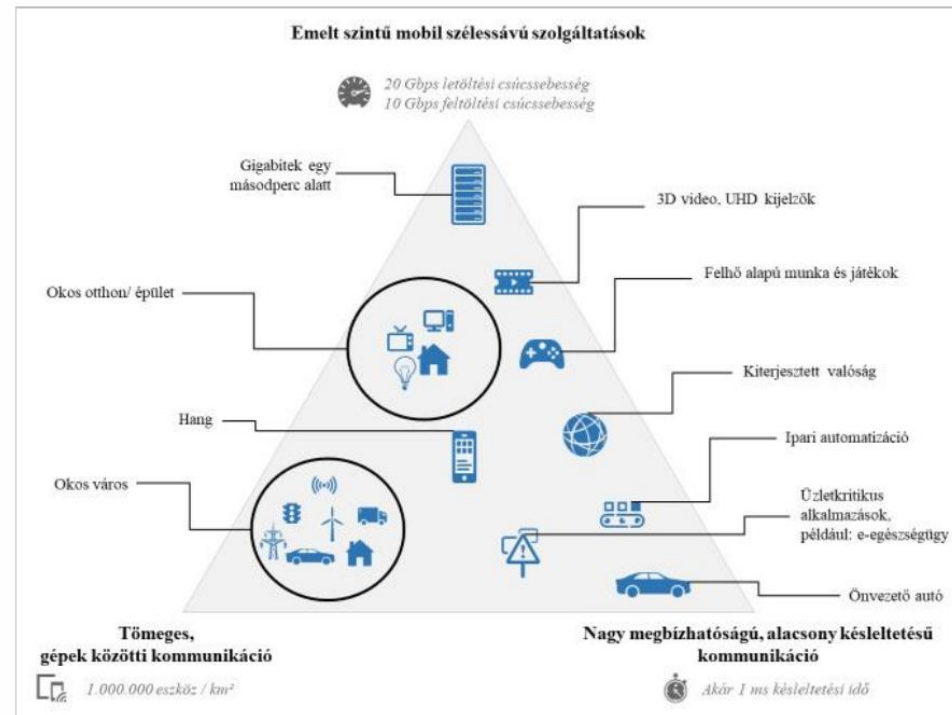
Mi az az 5G?



- 5. generációs mobil technológia
 - 1G: analóg, 2G: GSM, 3G: UMTS, 4G: LTE
 - 5G-NR (new radio)

- Felhasználás:

- Lakosság
- Ipar
- Közlekedés
- Orvostudomány
- IoT - Okosvárosok



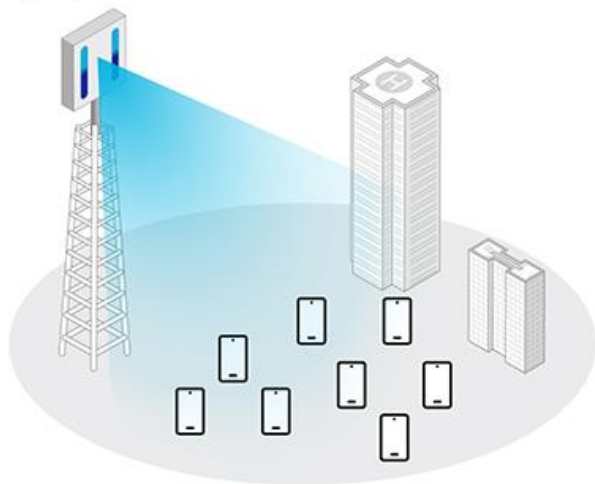


Technológia

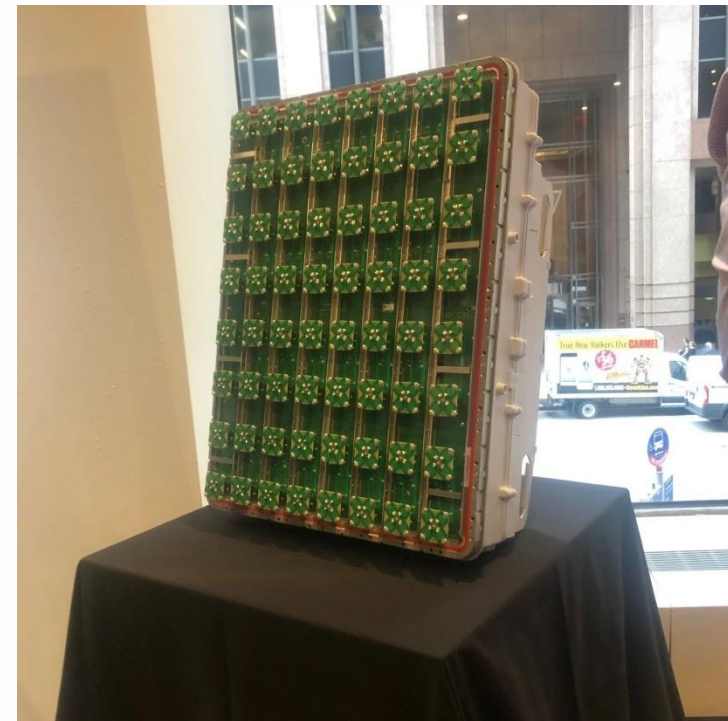
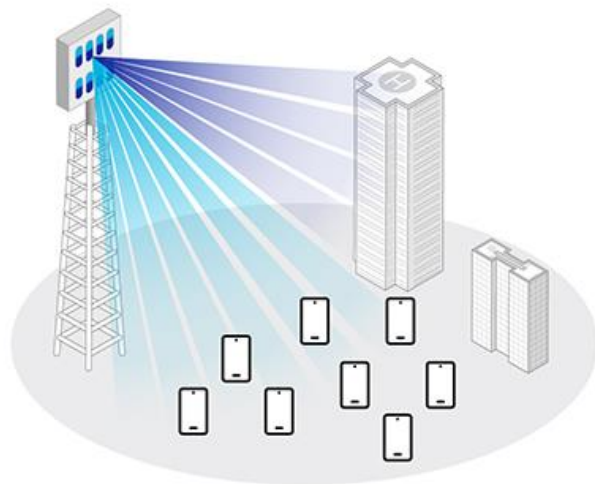
- Késleltetés: <50 ms, de akár 1 ms - műtétek, önvezető autók (4G: 200 ms!)
- Sávszélesség: 100 MHz (adatátvitel: >1 Gbps)
- Frekvencia: 3,6 GHz és 26 GHz (jelenleg: 700 MHz, 2100 MHz, 3600 MHz)
- Massive MiMo (multiple input-multiple output): sok antenna, mindegyik adó és vevő egyszerre (sok eszköz kiszolgálása; egy eszköz több frekvencián)
- Beamforming (nyalábformálás)

Massive MiMo

Legacy Antenna

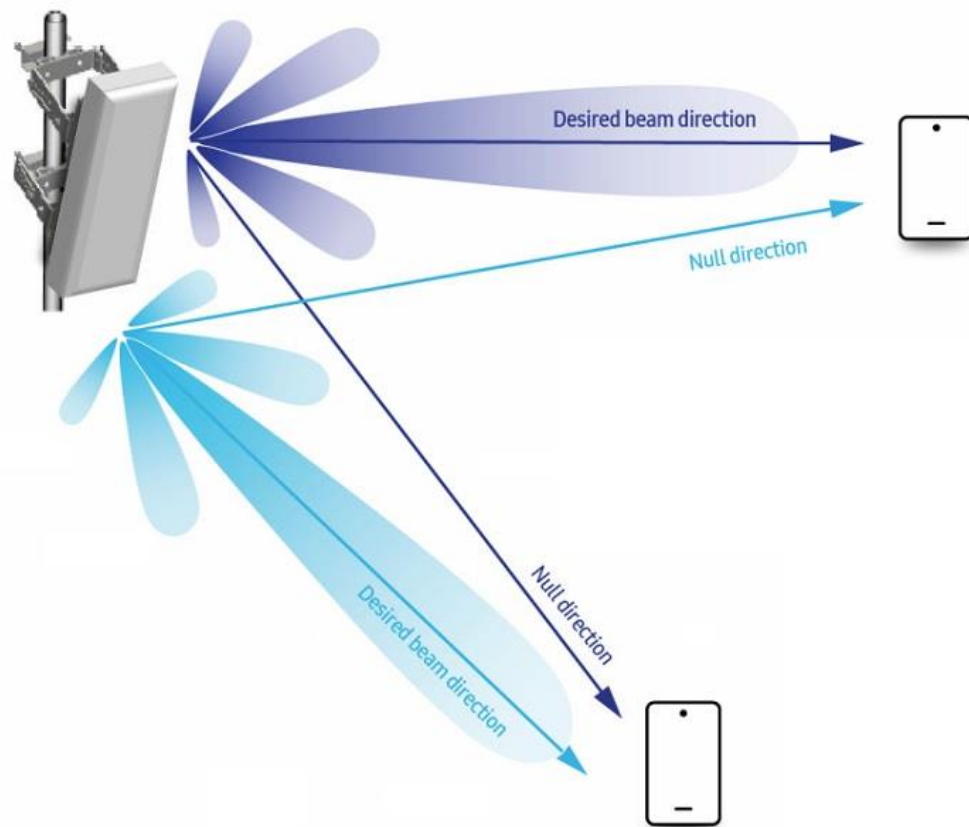


Massive MIMO

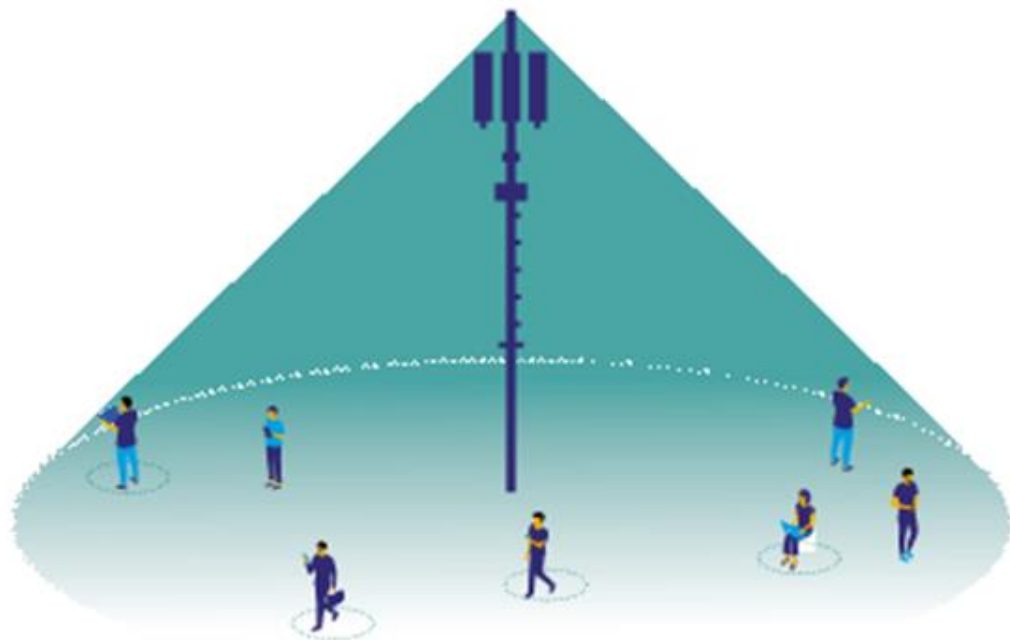




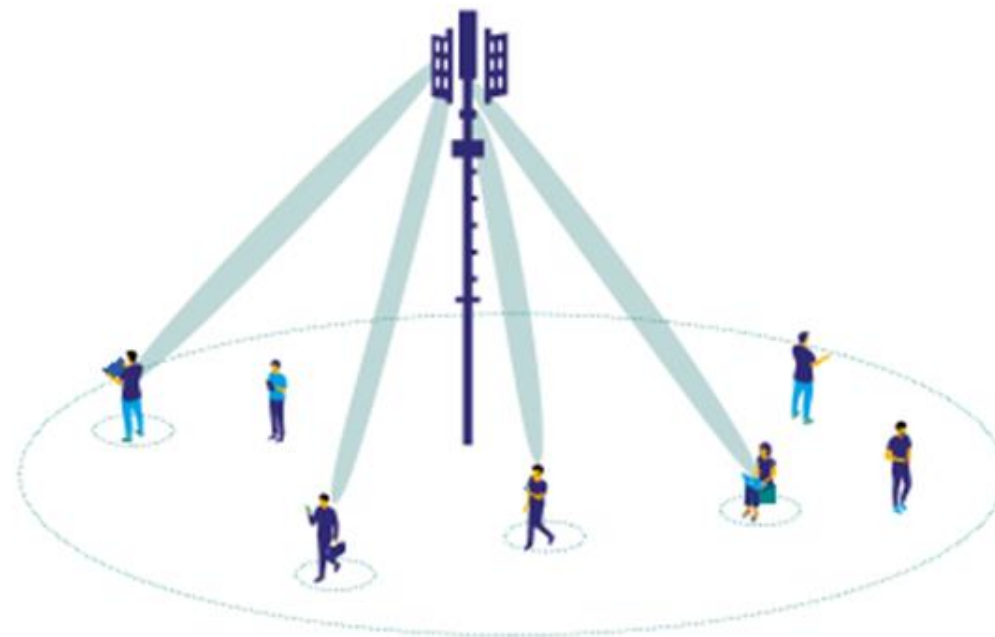
Beamforming



Beamforming



Omnidirectional transmitting/receiving

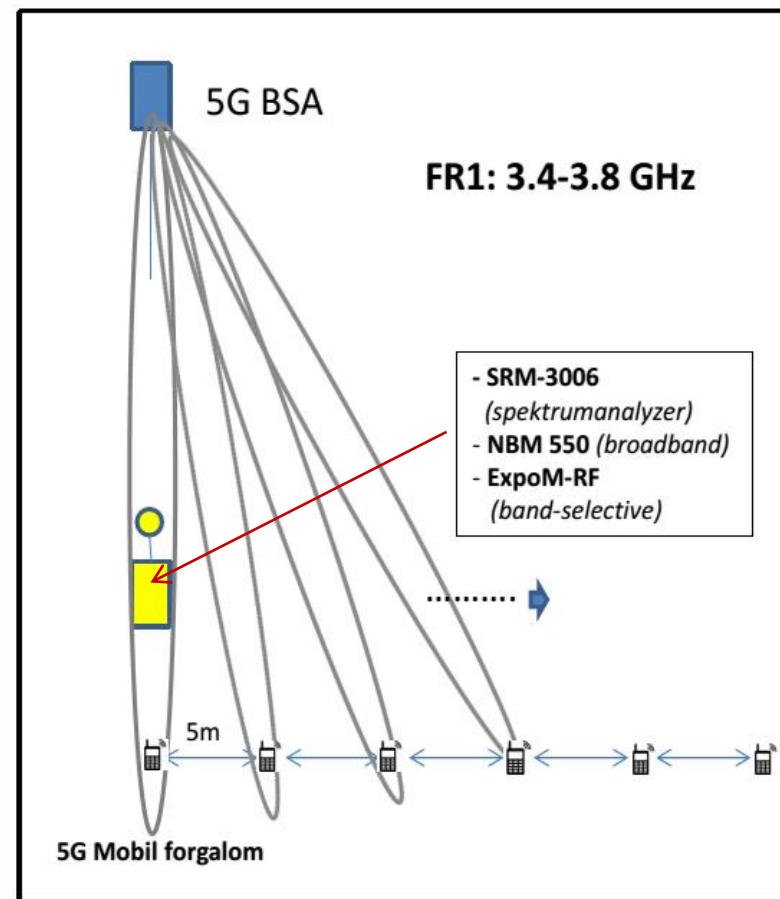


Beamforming

Mérés célja: "bystander" (szomszédási) expozíció vizsgálata a nyalábformálás esetén

A mérések kivitelezése

- Helyszín: Budapest, Infopark
- 5G bázisállomás: 3700-3800 MHz
- 134 méter távolságban adatforgalom
- A kiindulóponttól oldalirányban 5 méteres lépésközzel távolodva mértük az elektromos térerősséget
- Minden ponton két perces mobil adatforgalmat generálva végeztük a méréseket , 3 műszerrel



Méréshez használt műszerek I.

| Band name |
|--------------------------|
| FM Radio |
| DVB-T |
| Mobile 800 MHz downlink |
| Mobile 800 MHz uplink |
| Mobile 900 MHz uplink |
| Mobile 900 MHz downlink |
| Mobile 1800 MHz uplink |
| Mobile 1800 MHz downlink |
| DECT |
| Mobile 2.1 GHz uplink |
| Mobile 2.1 GHz downlink |
| ISM 2.4 GHz |
| Mobile 2.6 GHz uplink |
| Mobile 2.6 GHz downlink |
| Mobile 3.5 GHz |
| ISM 5.8 GHz / U-NII 1-2e |



| Typical dynamic range | |
|-----------------------|-------|
| 0.02 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.003 V/m | 5 V/m |
| 0.003 V/m | 5 V/m |
| 0.005 V/m | 5 V/m |
| 0.003 V/m | 5 V/m |
| 0.003 V/m | 5 V/m |
| 0.003 V/m | 3 V/m |
| 0.05 V/m | 5 V/m |

ExpoM-RF

- Mintavételi idő: 3 s
- Frekvencia: 87.5 MHz-5875 MHz
- 16 frekvenciasáv (szeparáltan)
- Érzékenység: max 0.003 V/m

Méréshez használt műszerek II.

Narda SRM-3006

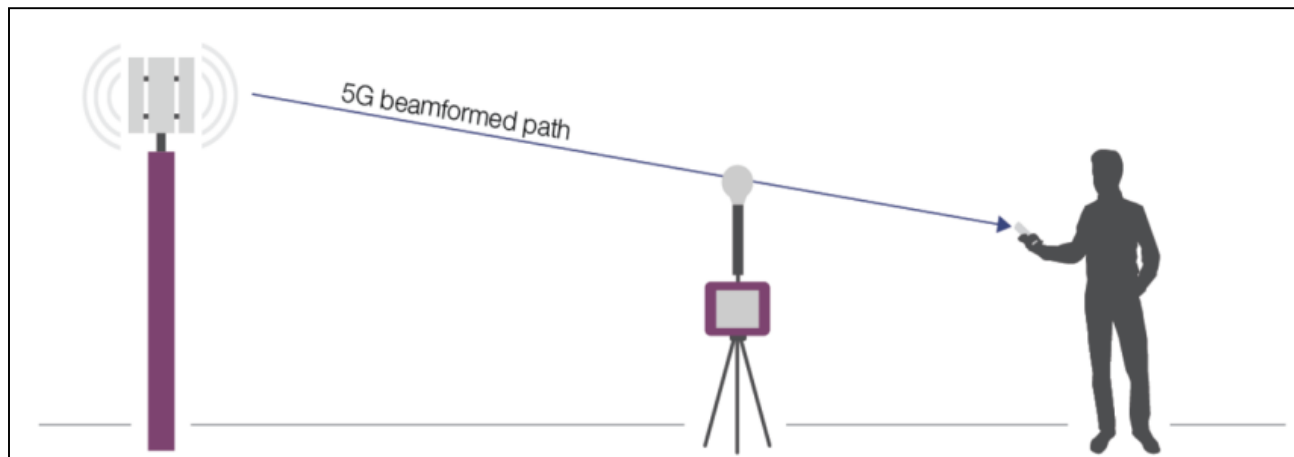
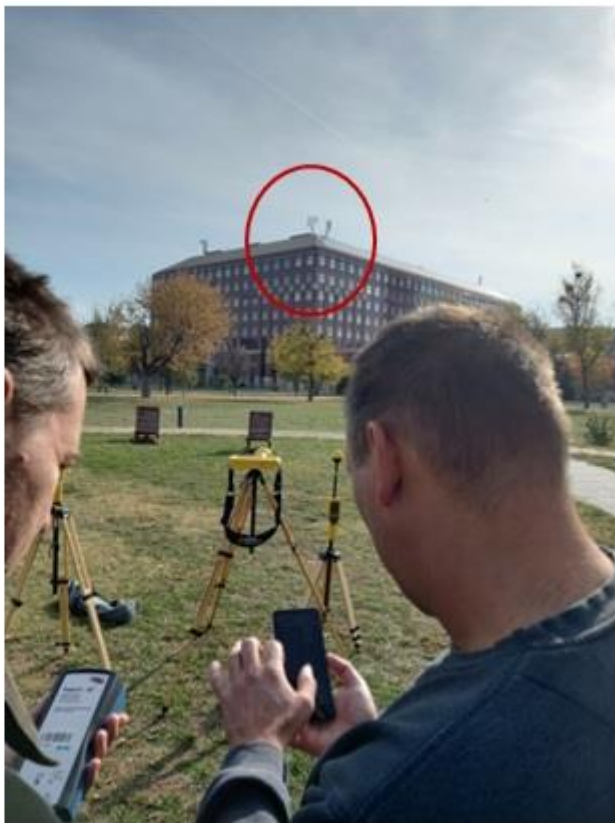
- Spektrumanalizátor
- Frekvenciatartomány: 420 MHz – 6 GHz
- Mintavételi időköz: ~0,5 s

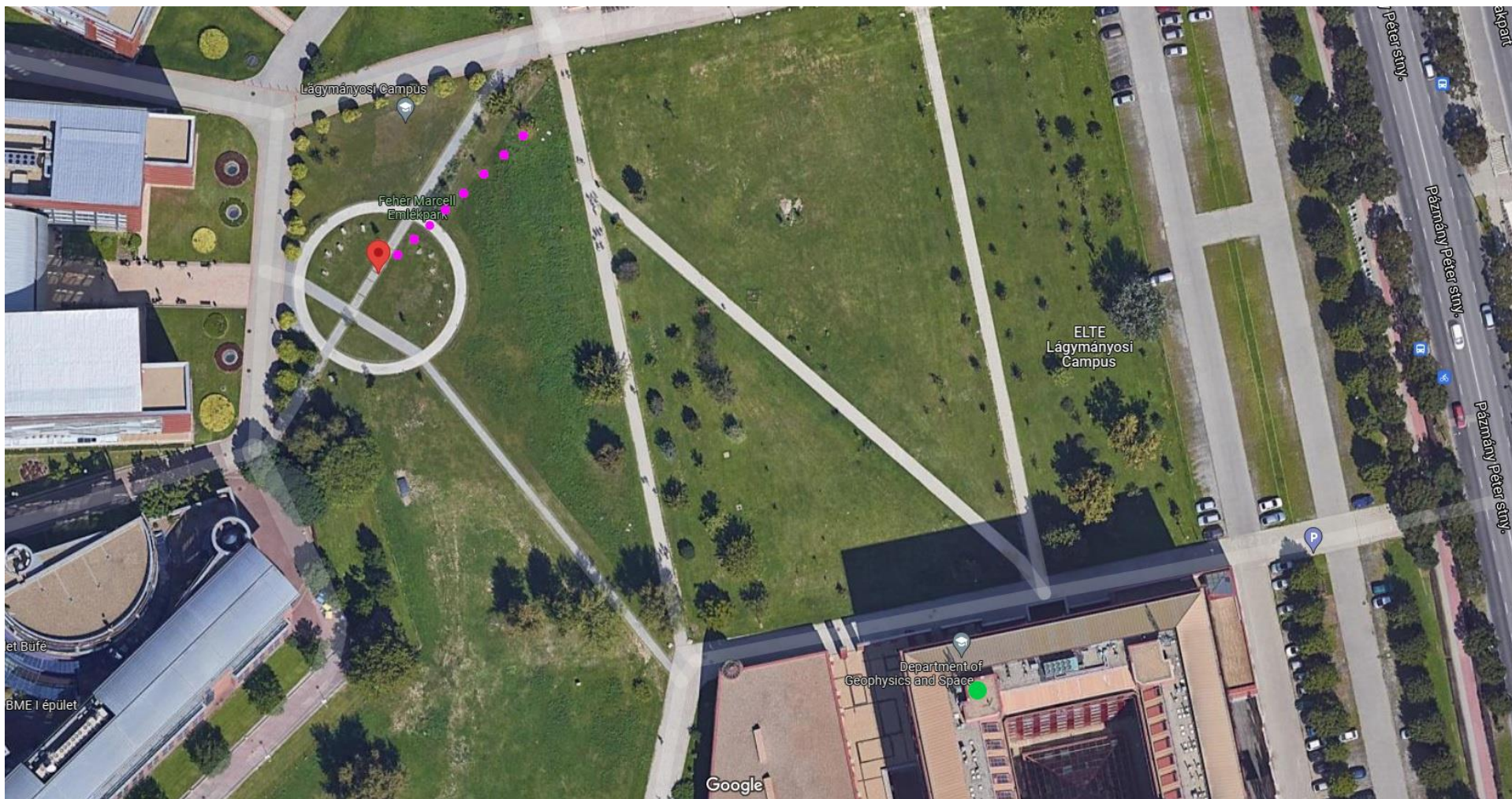


Narda NBM-550

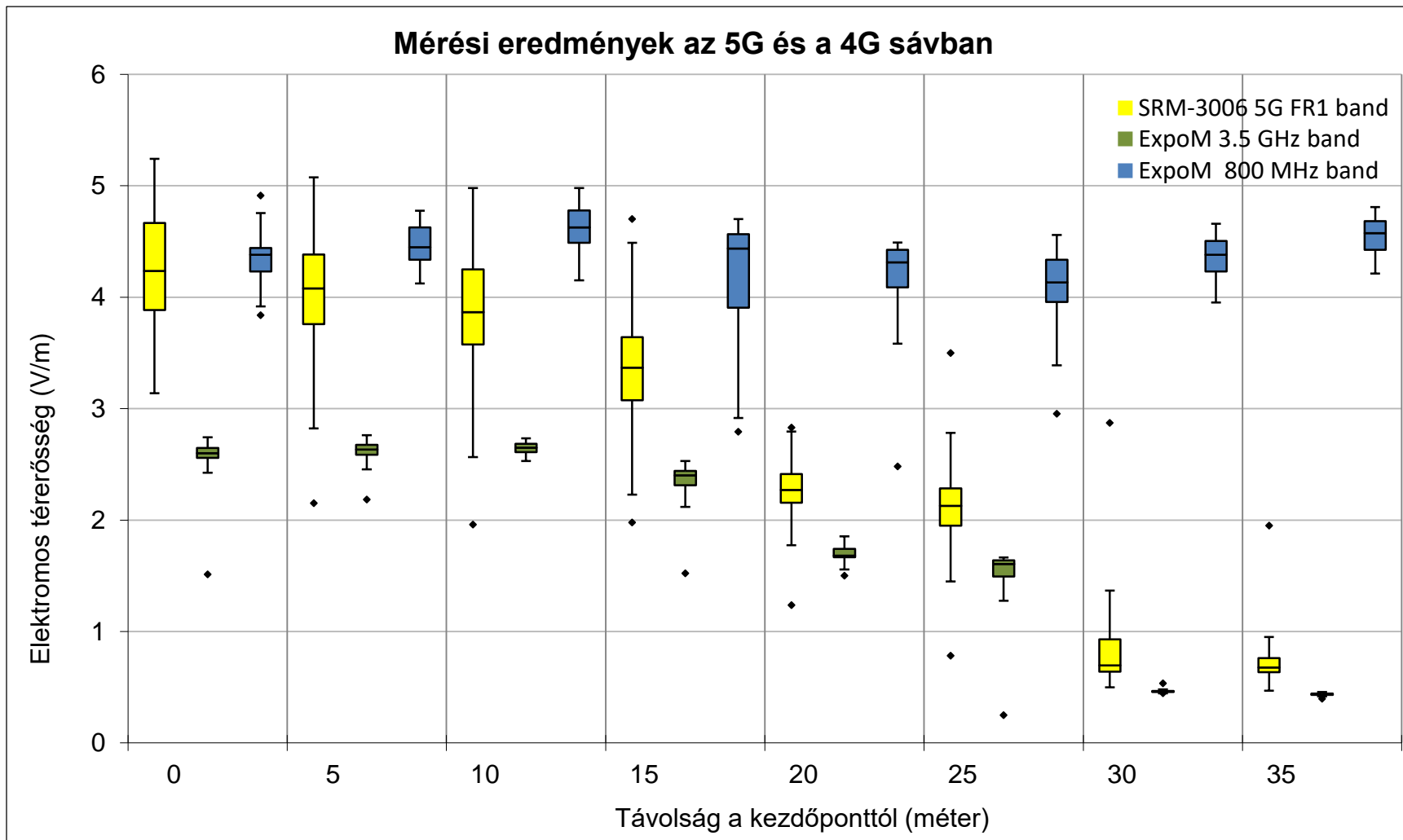
- Szélessávú térerősség-mérő
- Frekvenciatartomány: 100 kHz - 6 GHz
- Mintavételi időköz: 3 s

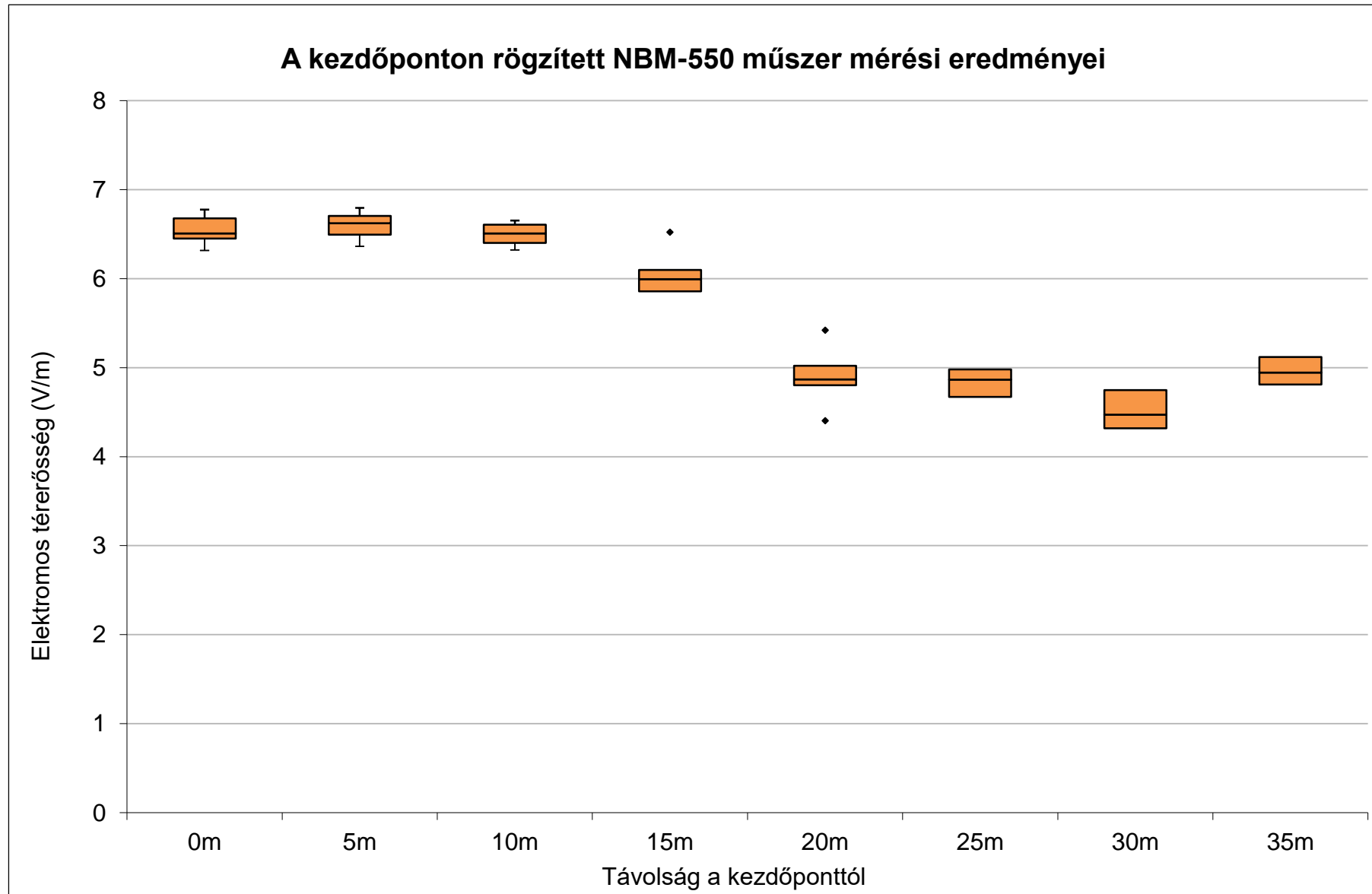






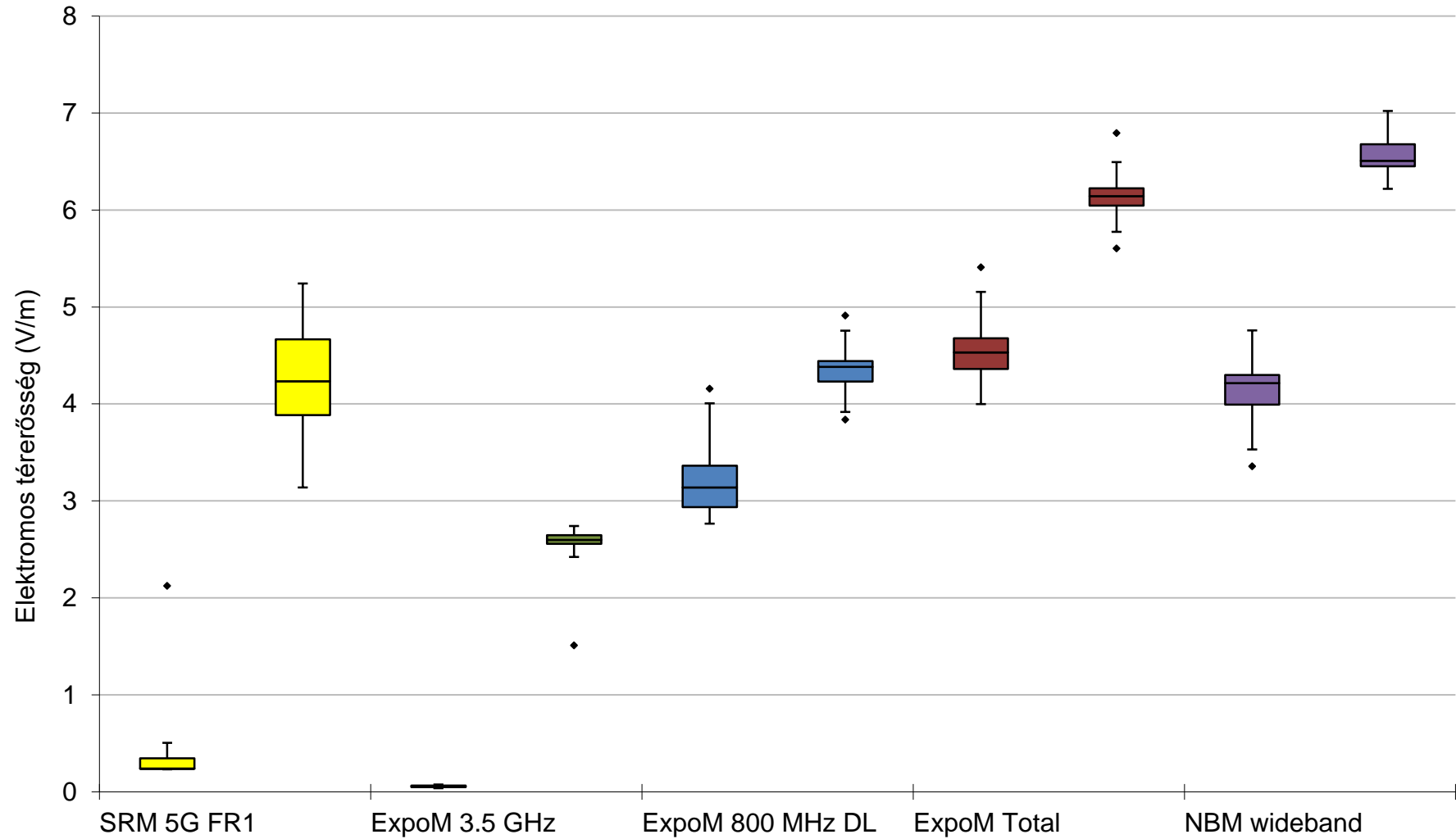
Eredmények





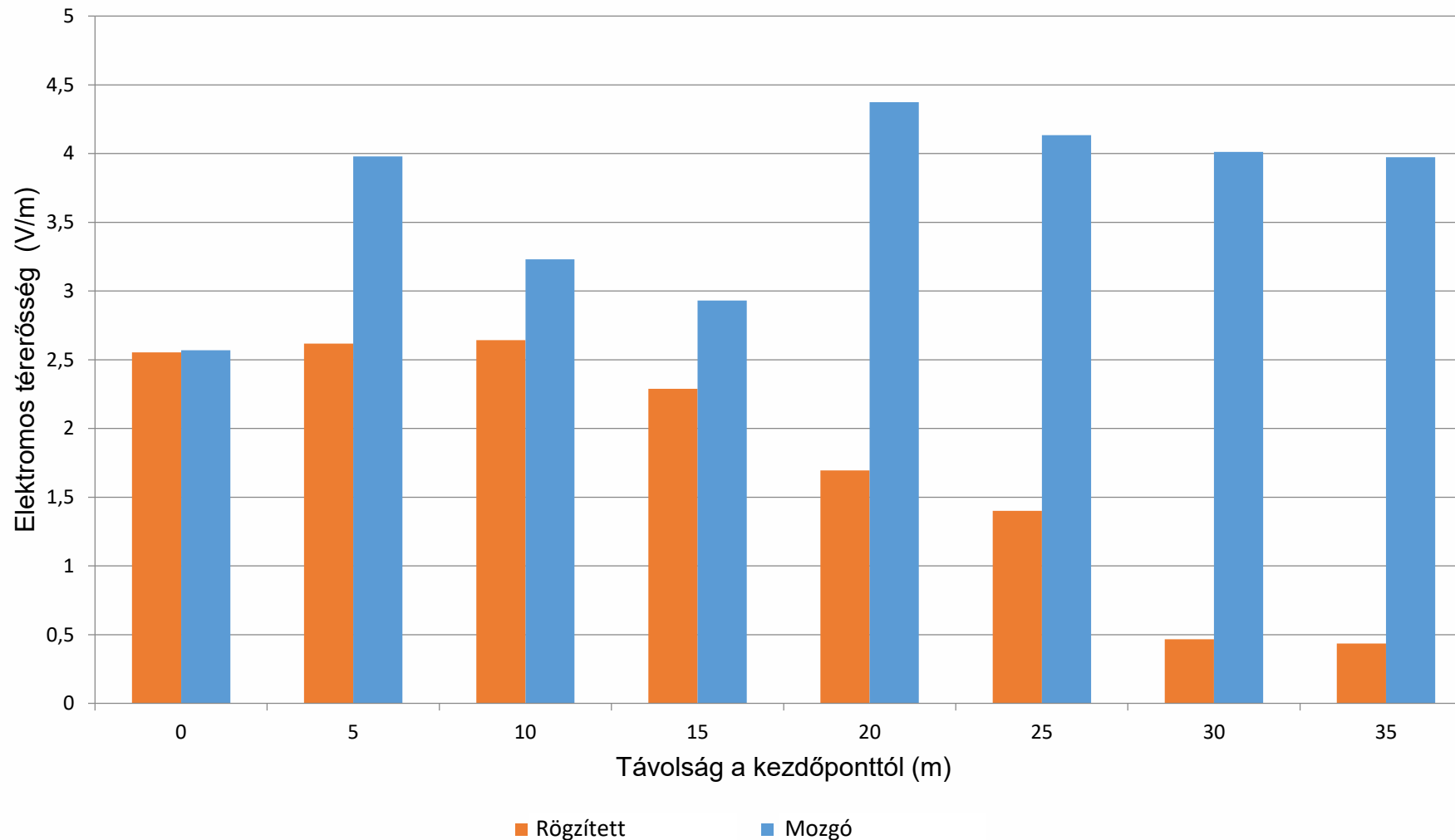


Mérési eredmények a kezdőponton 5G adatforgalom nélkül és adatforgalommal





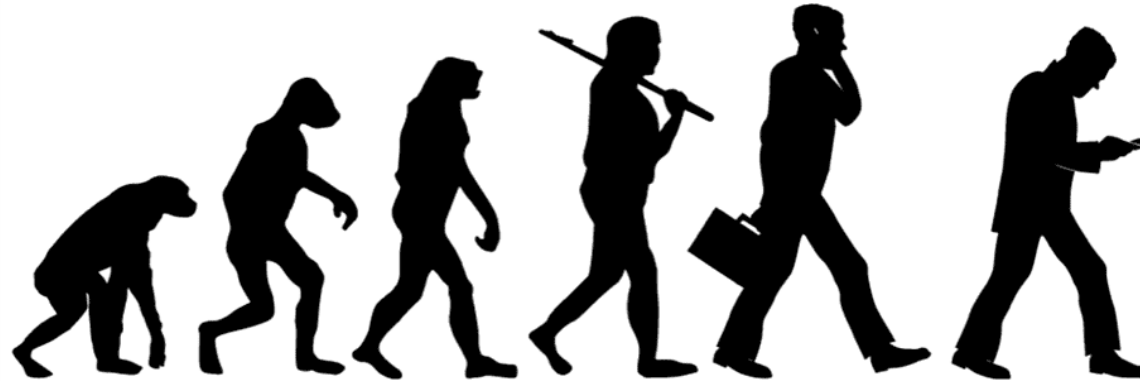
A rögzített és a mozgó ExpoM eredményei az 5G sávban, adatforgalmazással





Tapasztalatok, összegzés

- Valós spektrumanalízis és a sávszelektív mérés között különbség
- 5G sávban mért elektromos térerősség \approx korábbi technológiák (3G, 4G)
- Lakossági határérték 61 V/m – mért értékek jelentősen kisebbek (sok telefon??)
- ‘Beamforming’ (nyalábformálás) jelentősen módosítja a mérési eljárásokat
- Szomszédsági expozíció 3,5 GHz-en \sim 15 m távolságban csökken



**Köszönöm a megtisztelő
figyelmet!**

necz.peter@nnk.gov.hu