

A mobiltelefontól az okos városokig *Mit hoz az 5G?*

Elektromágneses környezetünk és az egészség

Dr.Thuróczy György, PhD
osztályvezető

Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK)
Nem-Ionizáló Sugárzások Osztálya

thuroczy.gyorgy@oski.hu



Kérdések

- **Mekkora elektromágneses környezetben élünk?**
- **A bázisállomásokból eredő expozíció mikor éri el az egészségügyi határértékeket?**
- **Milyen expozíciót jelentenek a mobiltelefonok?**
- **Okozhat-e agydaganatot a mobiltelefon?**
- **Milyen változást hoz az 5G?**
 - *5G - bázisállomások*
 - *5G - mobiltelefonok*
 - *5G - biofizikai és biológiai megfontolások*



2G



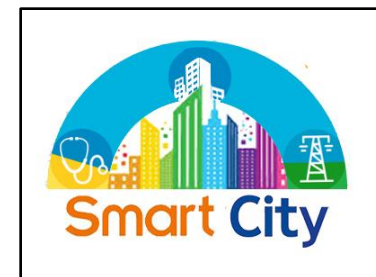
3G



4G



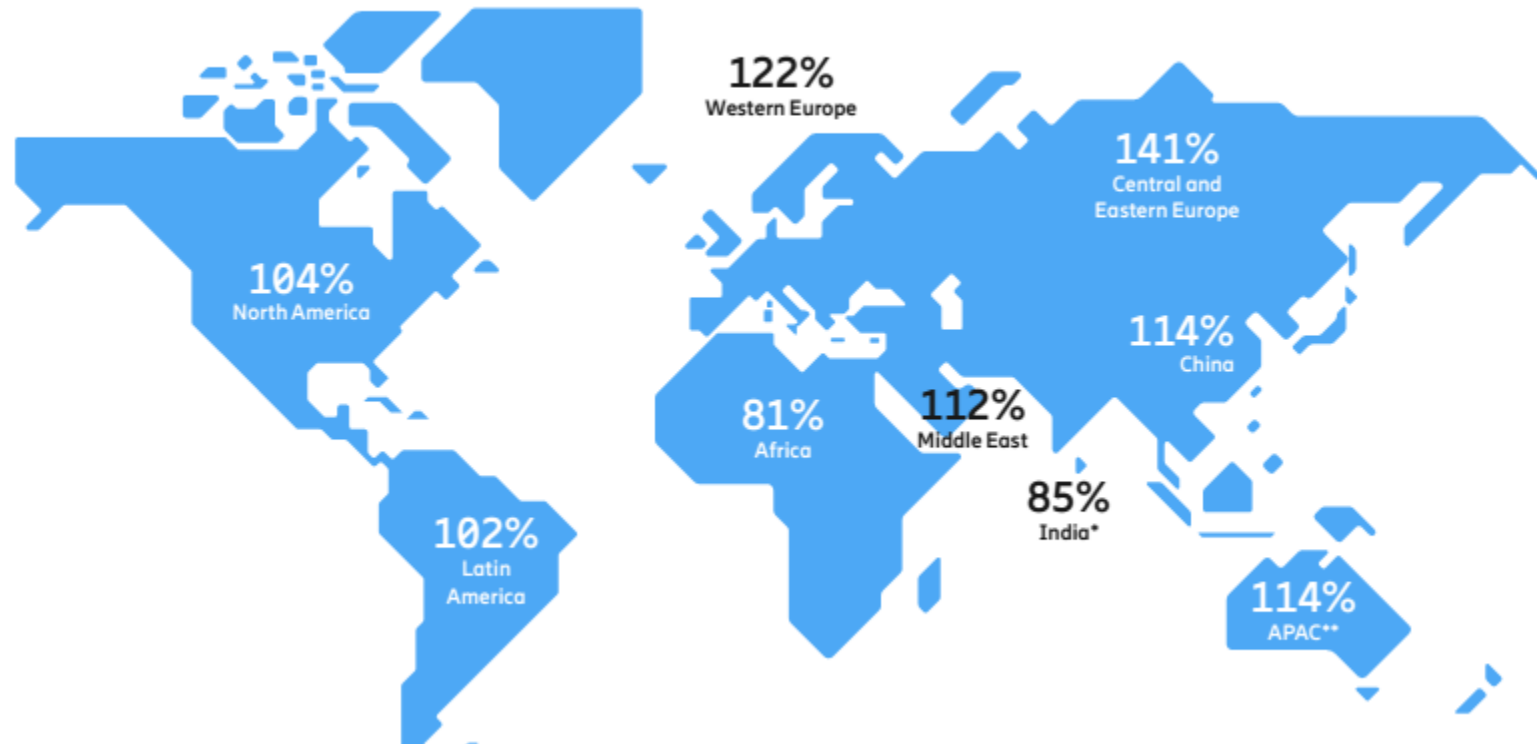
5G



Rádiófrekvenciás sugárzások 10 MHz – 300 GHz

Mobiltelefon előfizetés penetrációja 2019 első negyedév

Subscription penetration Q1 2019 (percent of population)



104%

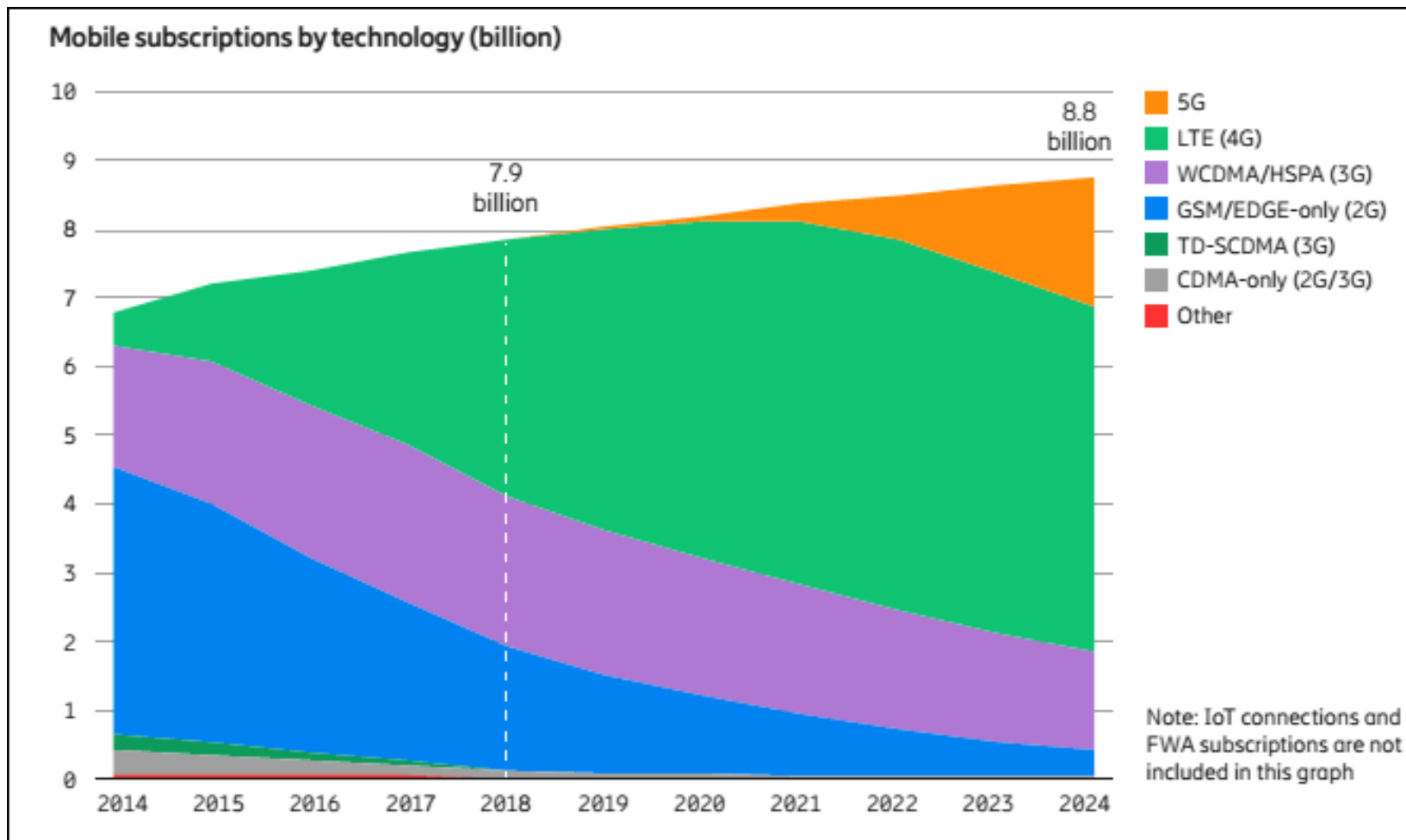
Global subscription penetration is at 104 percent in Q1 2019.

47%

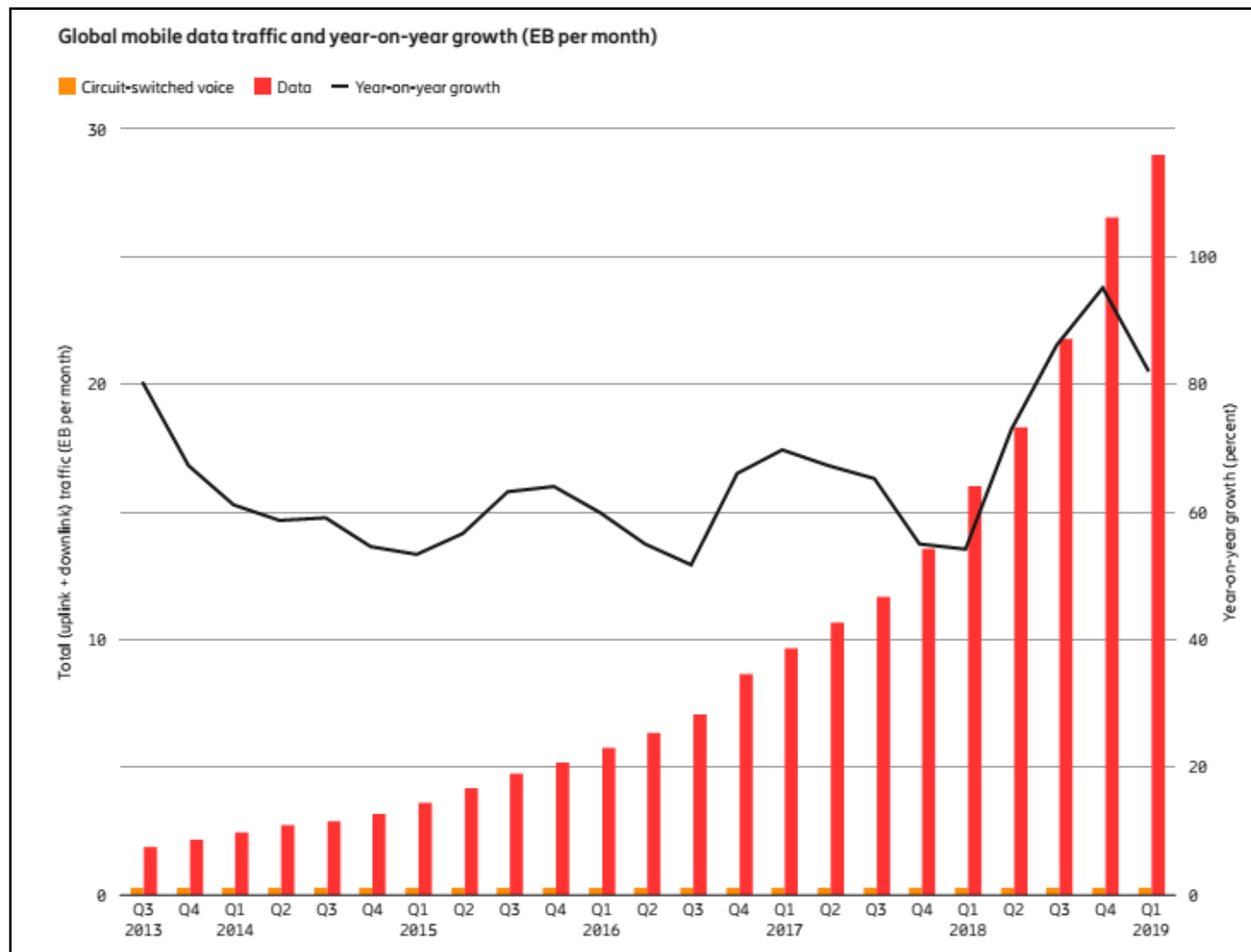
47 percent of all mobile subscriptions are now for LTE.

Ericsson Mobility-Report 2019 Június

Mobil előfizetők száma 2014-2024



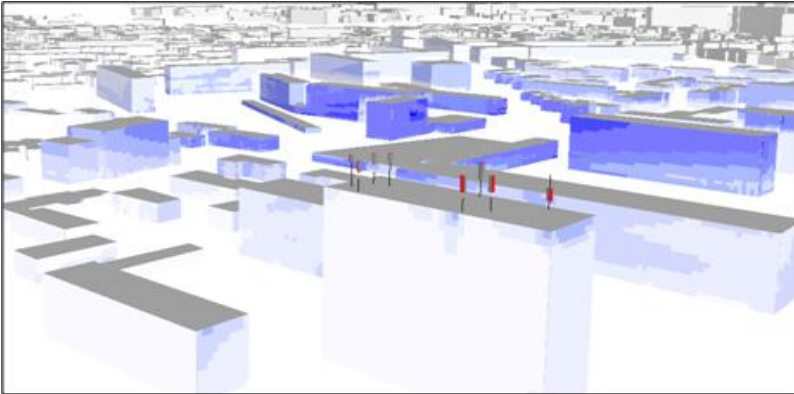
Nagyobb mobil adatforgalom → Nagyobb elektromágneses tér



*EB – Exabyte (10^{18} byte)

Ericsson Mobility-Report 2019 Június

Mekkora elektromágneses környezetben élünk, és a bázisállomásokból eredő expozíció mikor éri el az egészségügyi határértékeket?



Rádiófrekvenciás elektromágneses környezetünk

- A természetes rádiófrekvenciás (RF) „**háttérsugárzás**” gyakorlatilag **elhanyagolható** (10^{-14} W/m^2). A környezet RF elektromágneses (EM) terhelése lényegében a **mesterségesen keltett** terekből származik (jelenleg $\sim 10^{-3} - 10^{-4} \text{ W/m}^2$).
- A környezetünkben jelenlévő RF sugárzások döntő mértékben **nem „környezetszennyező” ipari melléktermékek**, hanem az ezt alkalmazó technológia alapvető működéséhez szükségesek.
- A több forrásból keletkező RF sugárzások **pillanatnyi értékei összeadódnak** az elektromágneses térelmélet törvényszerűségei szerint. Azonban az emberben fizikai úton **nem halmozódnak**.

A rádiófrekvenciás környezeti expozíció globális változása

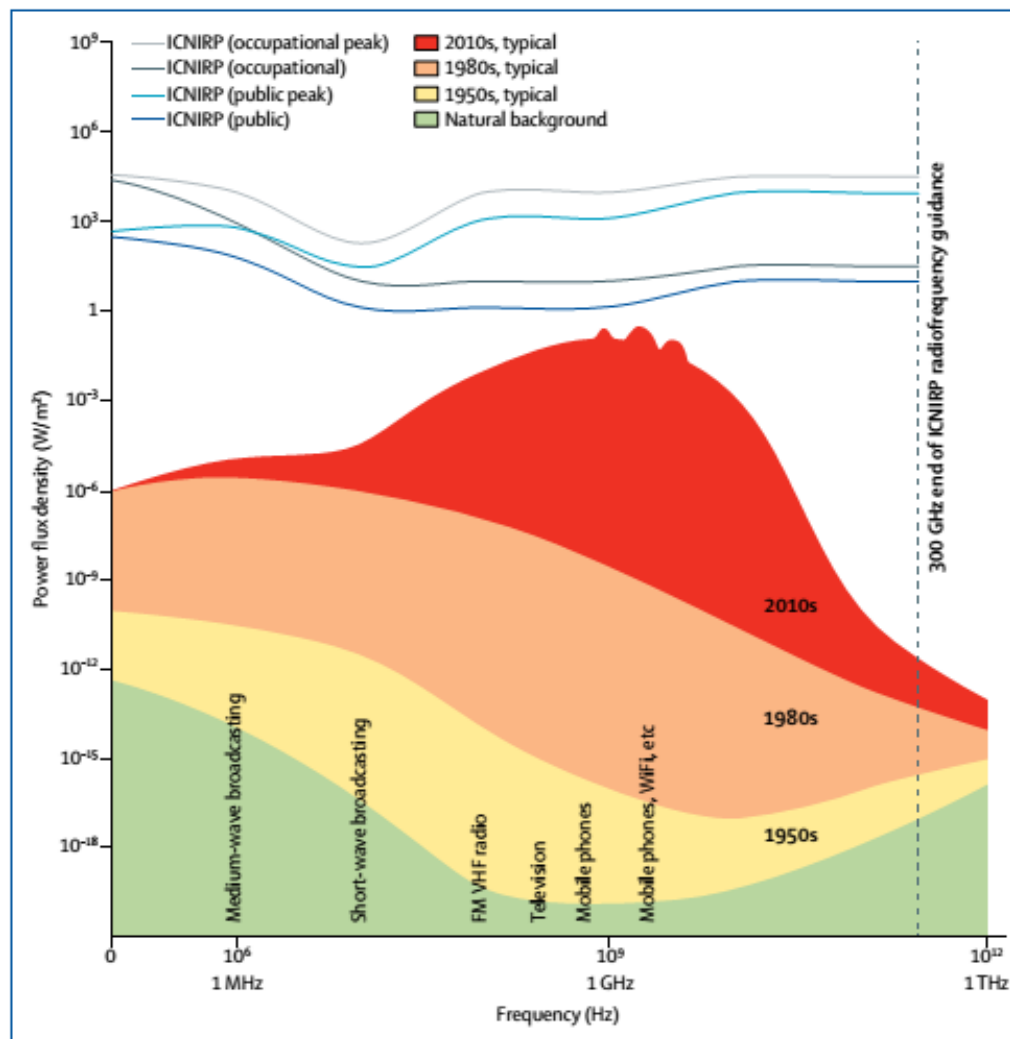


Figure: Typical maximum daily exposure to radiofrequency electromagnetic radiation from man-made and natural power flux densities in comparison with International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection safety guidelines¹

Bázisállomások környezeti expozíciójának nemzetközi mérési eredményei 2G/3G/4G

Open

Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology (2012) 1–12

© 2012 Macmillan Publishers Limited All rights reserved 1559-0631/12



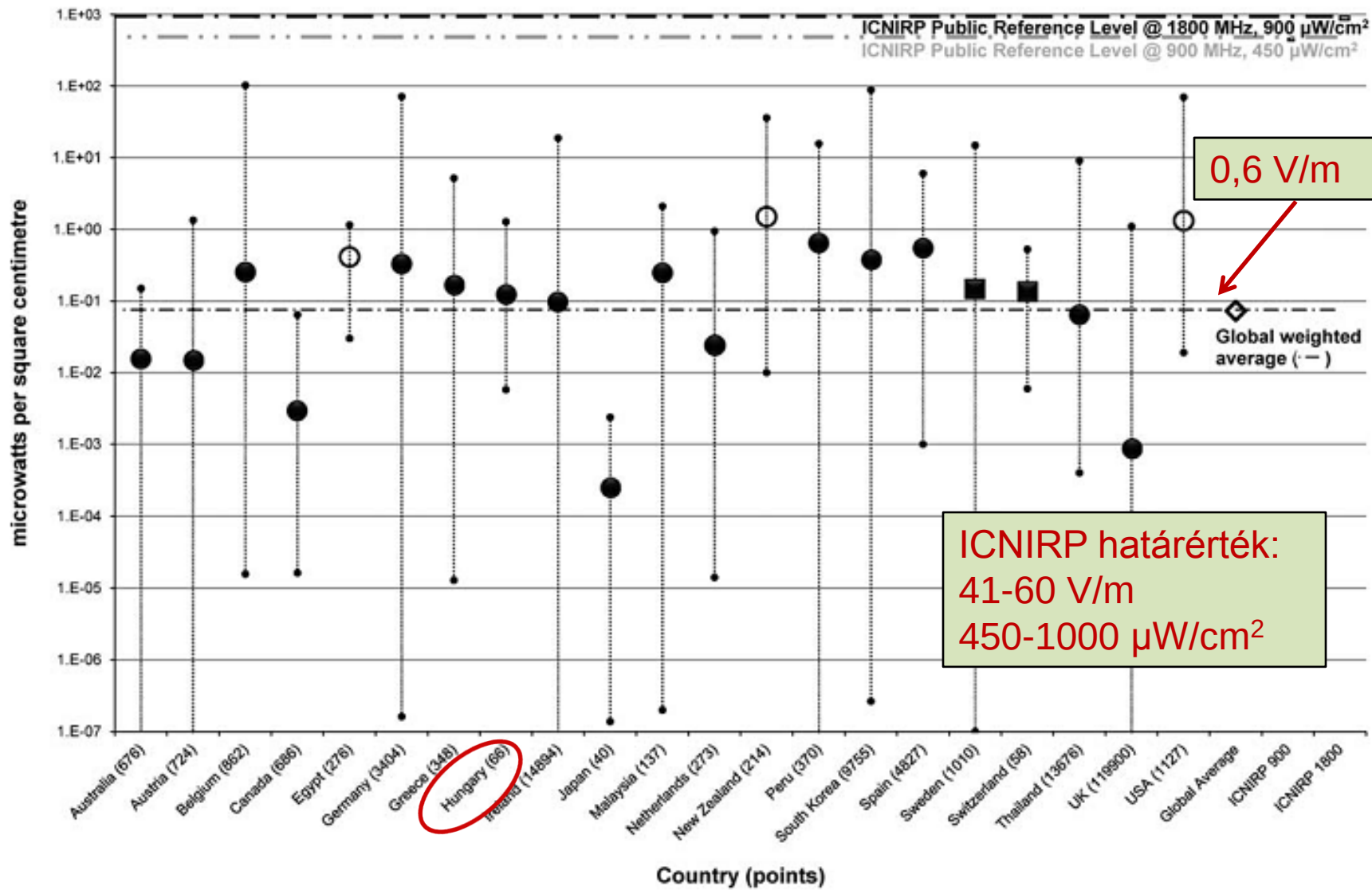
www.nature.com/jes

ORIGINAL ARTICLE

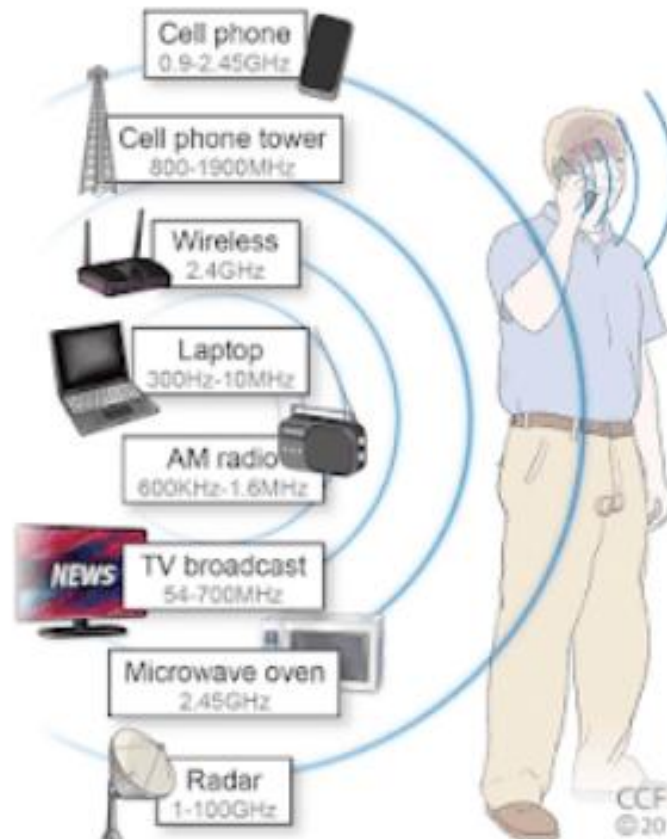
Comparative international analysis of radiofrequency exposure surveys of mobile communication radio base stations

Jack T. Rowley¹ and Ken H. Joyner²

Bázisállomások környezeti expozíciójának nemzetközi mérési eredményei 2G/3G/4G

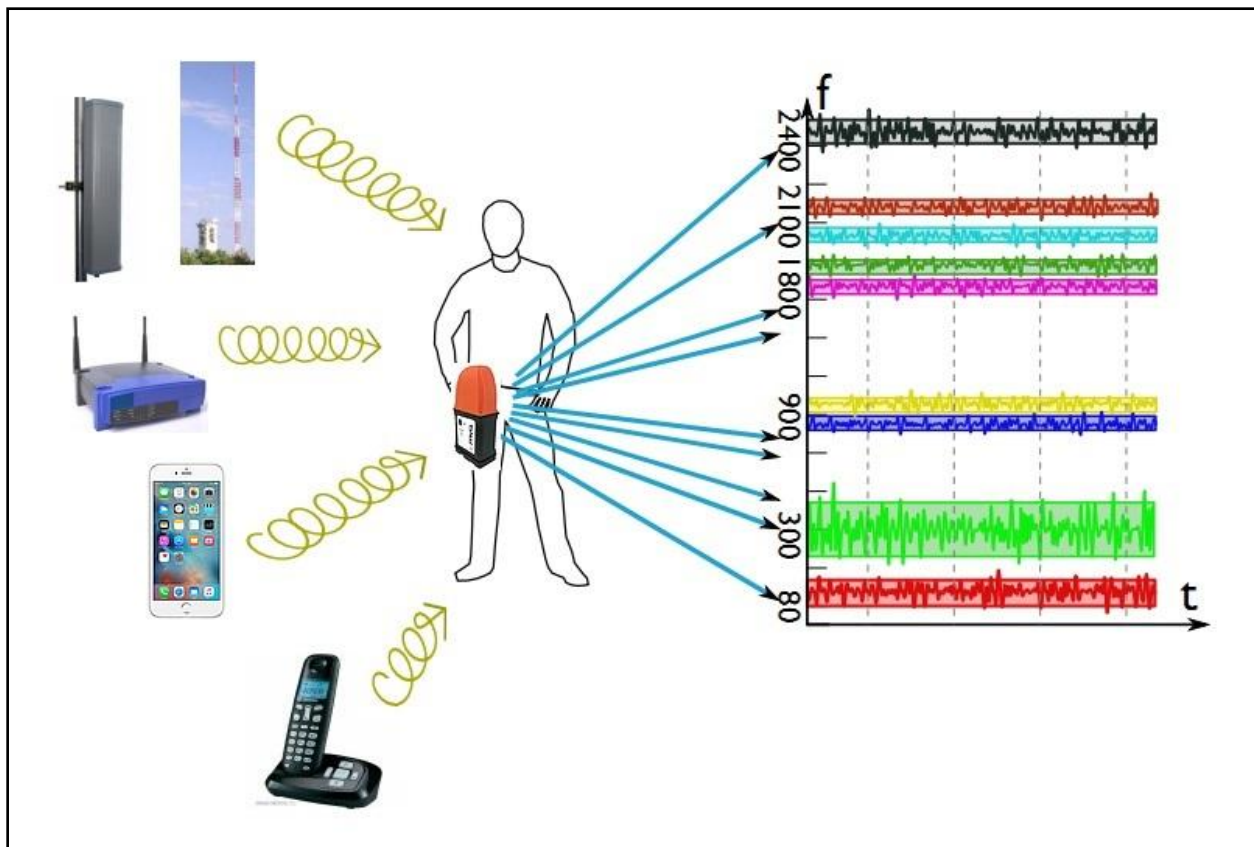


A elektromágneses térből származó **személyt érő** rádiófrekvenciás expozíció



Személyi expozíció mérés végzése

- A vizsgált személy egy, vagy több napon keresztül hordoz egy **dozimétert**
- A vizsgált személy **naplót** vezet



Személyi RF expoziméter EMESpy-200, EXPOM-RF

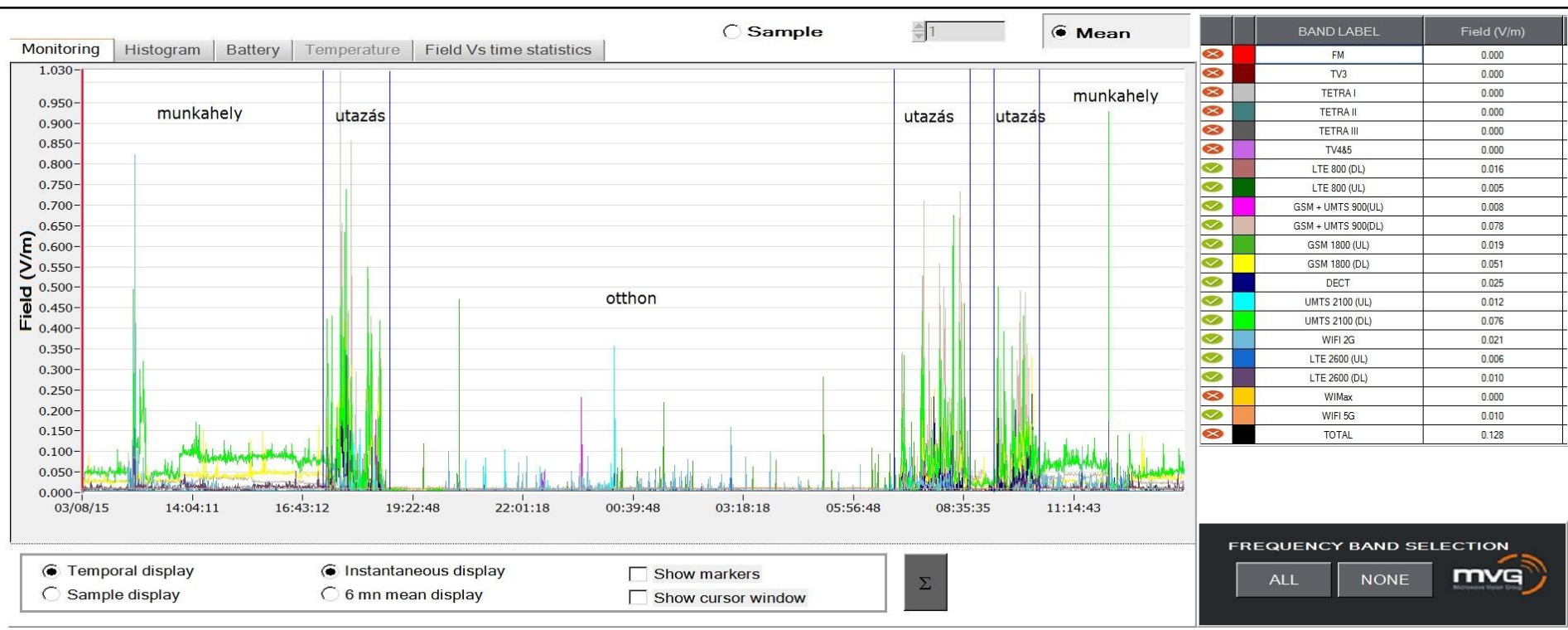


Band name	Frequency range	Typical dynamic range	
		0.02 V/m	5 V/m
FM Radio	87.5 – 108 MHz	0.02 V/m	5 V/m
DVB-T	470 – 790 MHz	0.005 V/m	5 V/m
LTE800 downlink	791 – 821 MHz	0.005 V/m	5 V/m
LTE800 uplink	832 – 862 MHz	0.005 V/m	5 V/m
GSM900 uplink	880 – 915 MHz	0.005 V/m	5 V/m
GSM900 downlink	925 – 960 MHz	0.005 V/m	5 V/m
GSM1800 uplink	1710 – 1785 MHz	0.005 V/m	5 V/m
GSM1800 downlink	1805 – 1880 MHz	0.005 V/m	5 V/m
DECT	1880 – 1900 MHz	0.005 V/m	5 V/m
UMTS uplink	1920 – 1980 MHz	0.003 V/m	5 V/m
UMTS downlink	2110 – 2170 MHz	0.003 V/m	5 V/m
ISM 2.4 GHz	2400 – 2485 MHz	0.005 V/m	5 V/m
LTE2600 uplink	2500 – 2570 MHz	0.003 V/m	5 V/m
LTE2600 downlink	2620 – 2690 MHz	0.003 V/m	5 V/m
WiMax 3.5 GHz	3400 – 3600 MHz	0.003 V/m	3 V/m
ISM 5.8 GHz / U-NII 1-2e	5150 – 5875 MHz	0.05 V/m	5 V/m

Mintavétel: 4 – 255 sec.

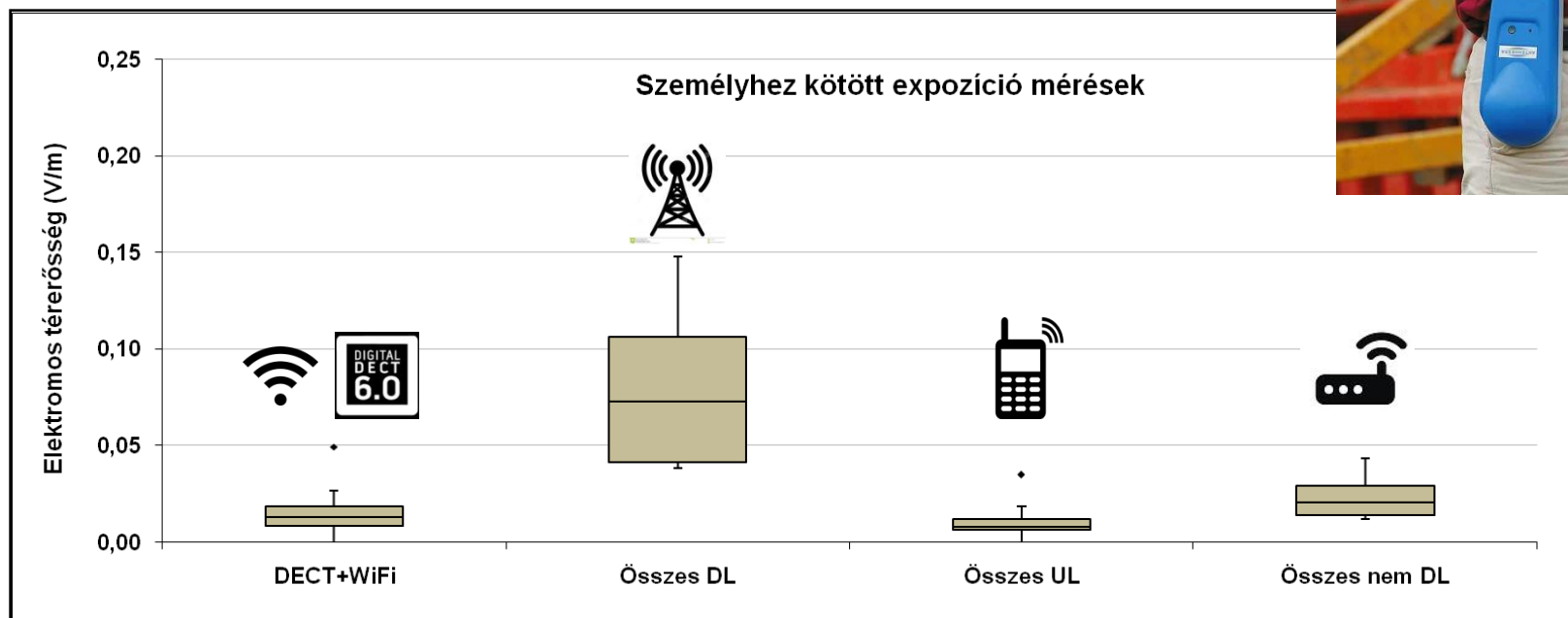
Max érzékenység: 0,005 V/m

Személyi expozíció vizsgálata



Elektromos térerősségre vonatkozó személyhez kötött mérés regisztrátuma egy vizsgált személy esetében az expoziméter megjelenítő szoftverének felhasználói felületén

Személyi RF expozíció vizsgálata



Elektromos térerősségre vonatkozó, **személyhez kötött expozíció** mérések 24h átlaga.

(Az egyes helyszínek időbeli átlagából képzett analízis során a box-plot ábrán a doboz közepe a mediánt (P50), a doboz alja a 25%-os percentilist (P25) a doboz teteje a 75%-os percentilist (P75), a talpak a minimumot, illetve a maximumot, vagy a $P75+IQR$, vagy a $P25-IQR$ értékeket mutatják (amelyik nagyobb, illetve kisebb, ahol $IQR = 1,5 \times (P75 - P25)$), a pontok az ettől letérő adatok szélsőértékét.)

A környezeti rádiófrekvenciás (RF) expozíciók változása

- A **mobil és vezeték nélküli hírközlés** jelentős mértékben **növelte** az környezeti rádiófrekvenciás (RF) expozíciót.
- A környezetet érő RF expozíció **nagysága**, térbeli és frekvencia szerinti **eloszlása** folyamatosan változik, de jelenleg alacsony intenzitású.
- A **beltéri expozíció** növekedése várható a háztartásban használt vezeték nélküli RF eszközök elterjedése miatt (*WiFi, DECT, IoT, 5G*)
- A 24 órára vonatkozó átlagos emberi expozíció jelentős része jelenleg is a **mobil hírközlésből** származik

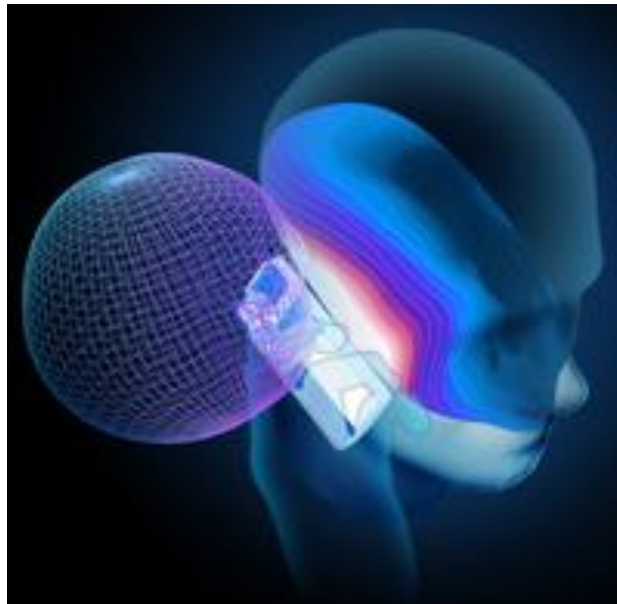
A környezeti rádiófrekvenciás (RF) expozíciók változása

- A **mobil és vezeték nélküli hírközlés** jelentős mértékben növelte a környezeti rádiófrekvenciás (RF) expozíciót.
- A környezetet érő RF expozíció **nagysága**, **terjedési frekvencia** szerinti **eloszlása** folyamatosan változik, de jelenleg még viszonylag alacsony intenzitású.
- A **beltéri expozíció** növekedése a háztartásban használt vezeték nélküli RF eszközök elterjedése miatt (*WiFi, DECT, IoT, 5G*)
- A 24 órára átlagos emberi expozíció jelentős része jelenleg is a **mobil hírközlésből** származik

Jelenleg az összes környezeti RF expozíció intenzitása még nagyságrendekkel kisebb a jelenlegi egészségügyi határértékeknél

**Mekkora expozíciót jelentenek a
mobiltelefonok?**

**Mi az SAR (W/kg), amely a
mobiltelefonok adatlapján olvasható?**

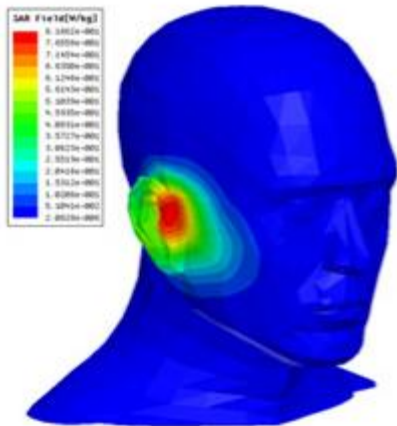


Mi az SAR és hogyan állapítják meg?

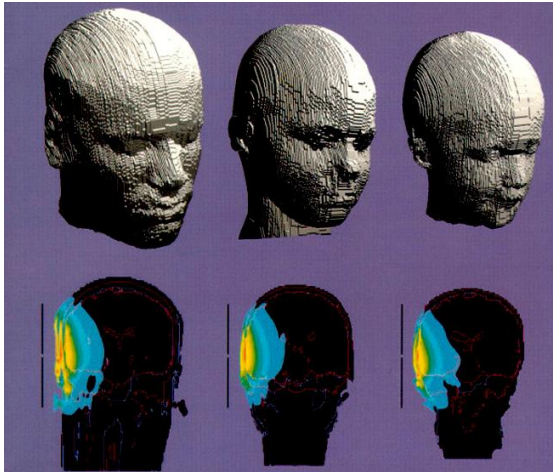
A **fajlagos elnyelt teljesítmény** SAR (*Specific Absorption Rate*, W/kg), azt jelzi, hogy az emberi fej/test 1 kg-ja mennyi rádiófrekvenciás teljesítményt (Watt) nyel el a mobiltelefon sugárzásából.

A dokumentumokban megjelentetett SAR adatok a laboratóriumi körülmények között mért **legmagasabb értékek**.

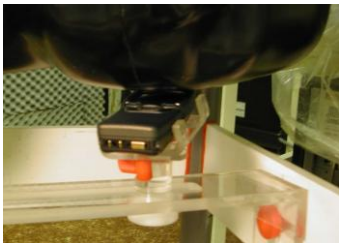
Az adott telefon használata közben mérhető **tényleges SAR-érték** azonban általában **alacsonyabb** ennél az értéknél.



Mobiltelefonok RF sugárzásának elnyelődése a fejben (SAR)



- A kisugárzott teljesítmény **30-70%-a** a fejben elnyelődhet
- Az elnyelődés nagymértékben függ a telefon **típusától**, a használat **módjától**
- Minél **kisebb** a telefon, annál **nagyobb** lehet a lokális RF elnyelődés a fejben
- Az elnyelődés függ a **fej méretétől** (gyerekek)
- EU/ICNIRP ajánlás: **2 W/kg** (10g-ra)
- USA (FCC): **1,6 W/kg** (1 g-ra)



*Mobiltelefon dozimetriai vizsgálatok
(OSSKI mérőlabor, Budapest)*

Mobiltelefonok SAR értéke különböző

hvg.hu

Tetszik 532 E

2019. február. 11. 08:03 · Utolsó frissítés: 2019. február. 11. 08:54 · TECH

Ezt fussa át: kiadták a listát a legtöbb káros sugárzást kibocsátó mobilokról

index

INDEX IN ENGLISH SZABAD INDEX OSCAR 2019 A MI VIDEKÜNK MWC2019

2019. 03. 01. péntek
Albin

EUR: 316.05 Ft
GBP: 367.93 Ft

5 °C
13 °C

BELFÖLD KÜLFÖLD GAZDASÁG TECH-TUDOMÁNY KULT SPORT VÉLEMÉNY VIDEÓ FOTÓ 24 ÓRA

TECH-TUDOMÁNY MOBIL SUGÁRZÁS EGESZSÉG

Tízszereses sugárzást bocsátanak ki az olcsó mobilok



Mobiltelefonok SAR értéke különböző

hvg.hu

Tetszik 532 E

The Phones Emitting the Most Radiation

'Specific Absorption Rate' of smartphones that emit the most radiation* (in watts per kilogram**)



* Current smartphone models (as of December 10, 2018) from the following vendors: Apple, Blackberry, Google, HTC, Huawei, LG, Motorola, OnePlus, Samsung, Sony, Xiaomi, ZTE.

** While calling with phone placed on ear.



Source: German Federal Office for Radiation Protection (Bundesamt für Strahlenschutz)

statista

The Phones Emitting the Least Radiation

'Specific Absorption Rate' of smartphones that emit the least radiation* (in watts per kilogram**)



* Current models (as of December 10, 2018) from the following vendors: Apple, Blackberry, Google, HTC, Huawei, LG, Motorola, OnePlus, Samsung, Sony, Xiaomi, ZTE.

** While calling with phone placed on ear



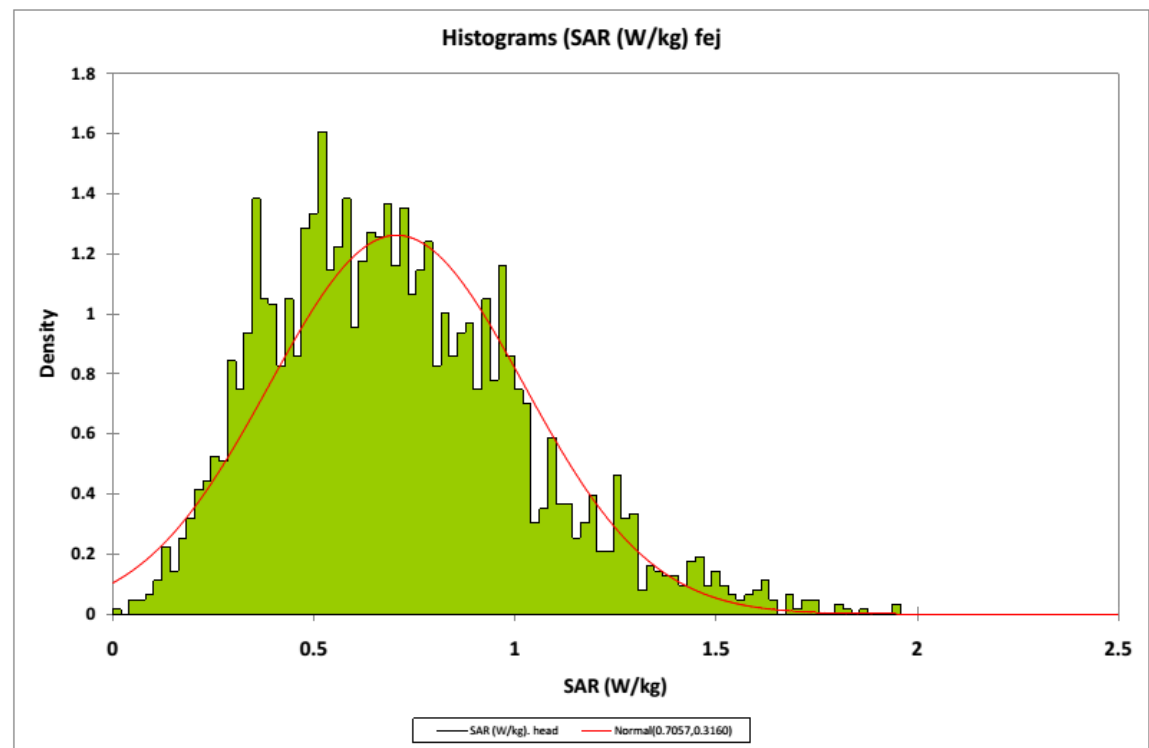
Source: German Federal Office for Radiation Protection (Bundesamt für Strahlenschutz)

statista

A mobiltelefonok okozta maximális fejben elnyelt RF teljesítmény (SAR) középértéke **0,75 W/kg** körül van. Az EU határérték **2 W/kg**

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) adatbázis
~3400 mobiltelefon SAR
adata alapján

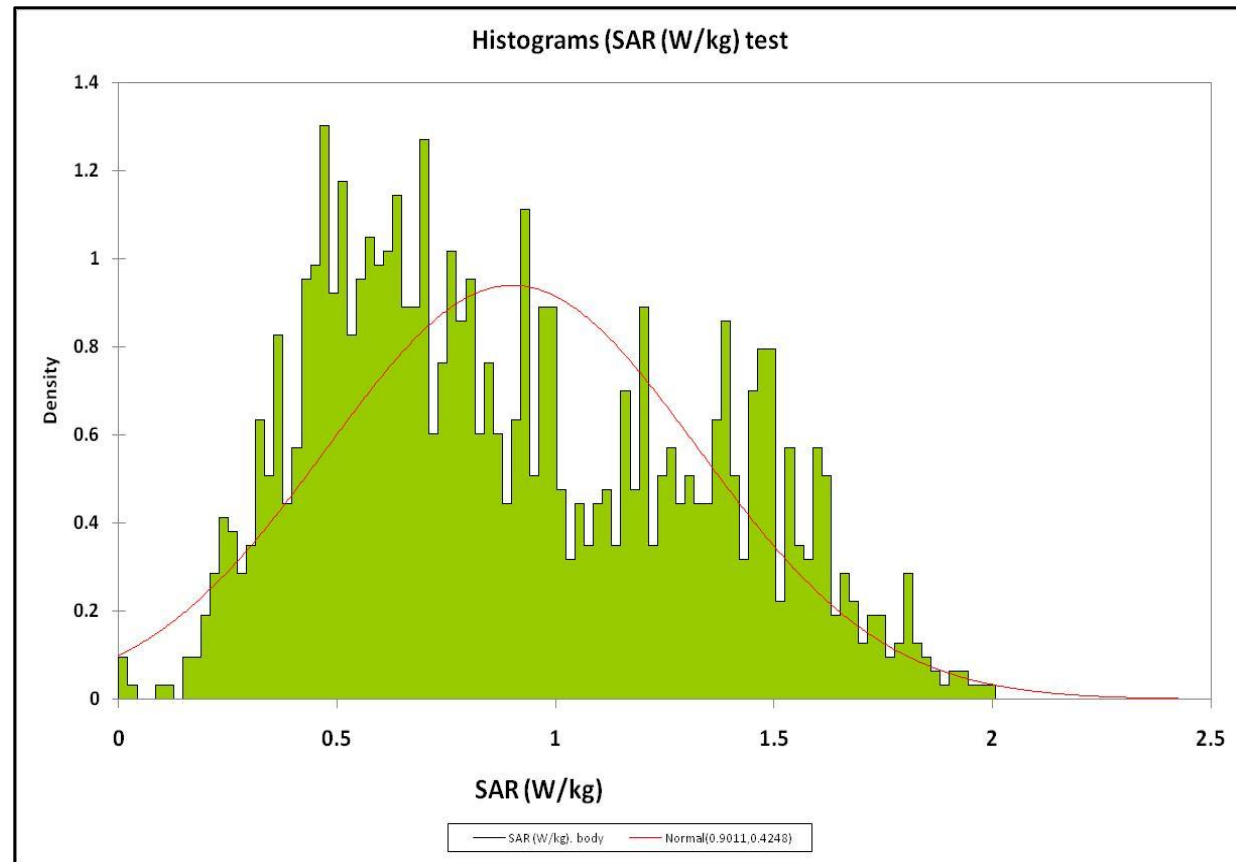
http://www.bfs.de/SiteGlobals/Forms/Suche/BfS/DE/SARsuche_Formular.html?resourceId=6048906&input=6046838&pageLocale=de&sarQueryString=&submit=Suchen



A mobiltelefonok okozta maximális testben elnyelt RF teljesítmény (SAR) eloszlása

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) adatbázis
~**3400 mobiltelefon** SAR
adata alapján

http://www.bfs.de/SiteGlobals/Forms/Suche/BfS/DE/SARsuche_Formular.html?resourceId=6048906&input=6046838&pageLocale=de&sarQueryString=&submit=Suchen

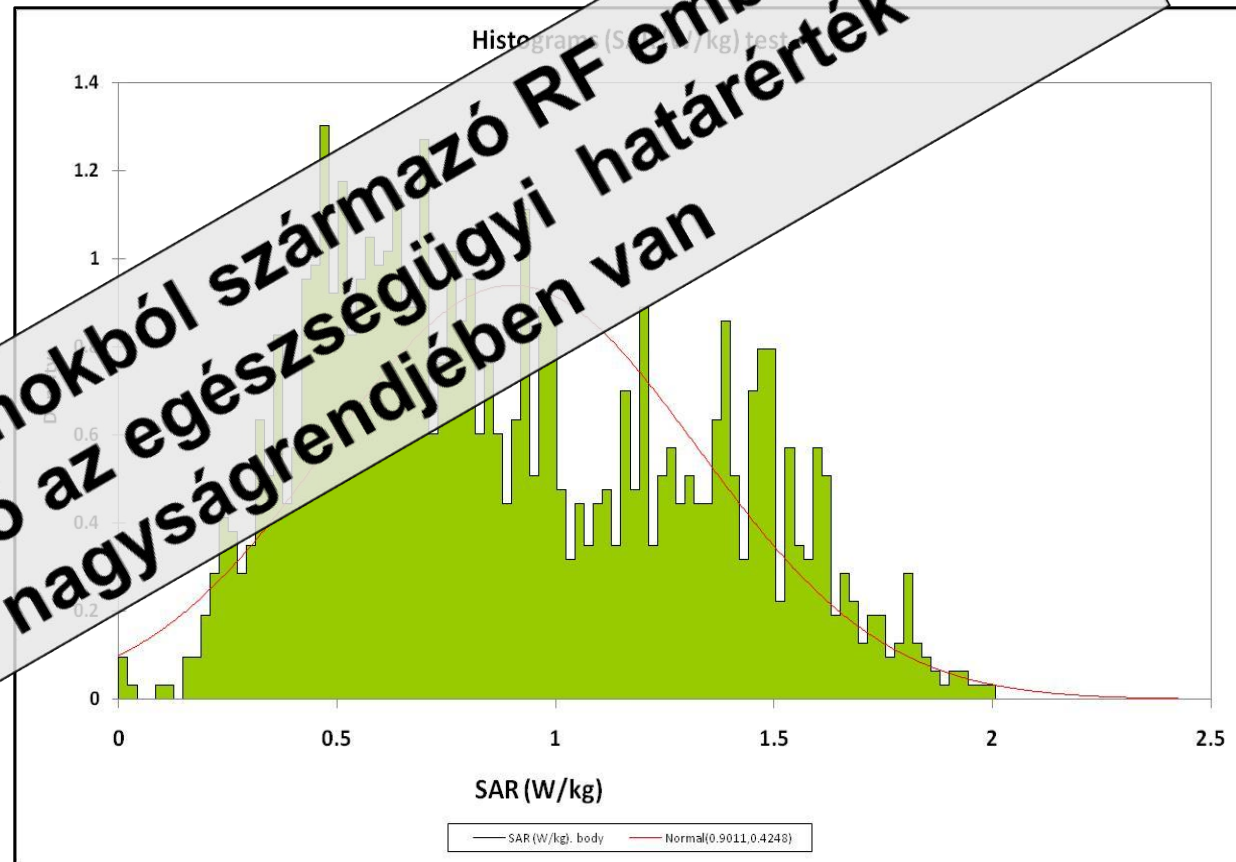


A mobiltelefonok okozta maximális testben elnyelt RF teljesítmény (SAR) eloszlása

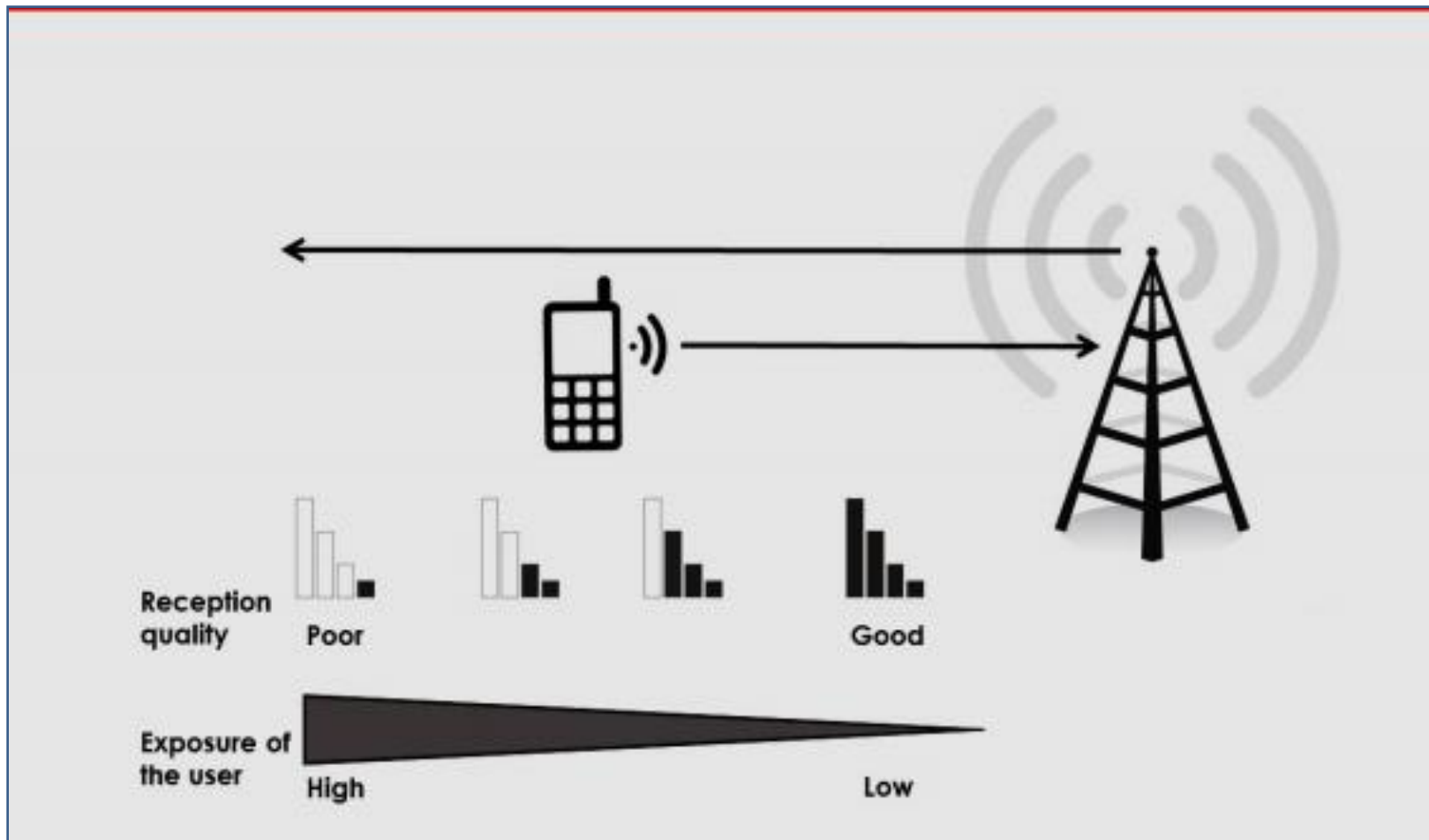
BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) adatbázis
~3400 mobiltelefon SAR
adata alapján

http://www.bfs.de/SiteGlobals/Forms/Suche/BfS/DE/SARsuche_Formular.html?resourceId=6048906&input=6048839&pageLocale=de&sarQueryString=&bmit=Suchen

A mobiltelefonokból származó RF embert érő expozíció az egészségügyi határérték nagyságrendjében van



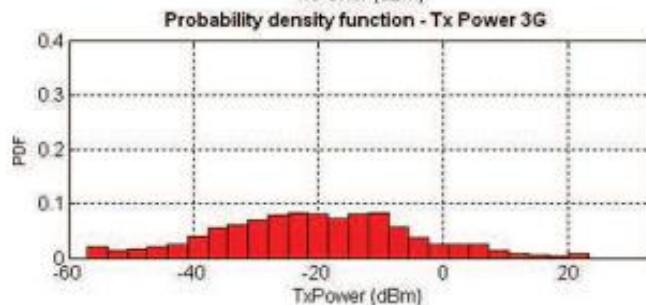
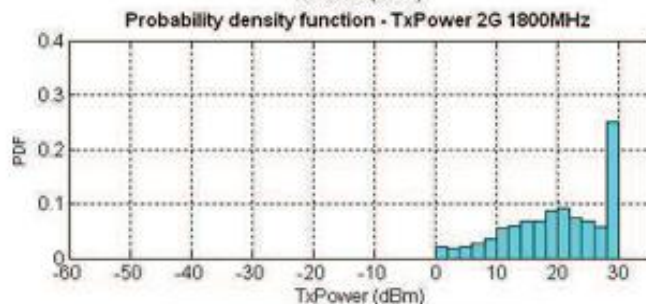
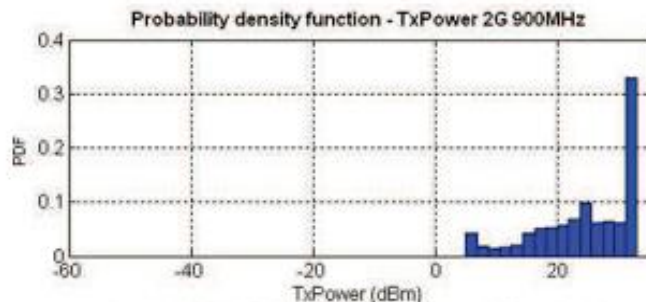
Mobiltelefonok RF sugárzása a vétel minőségétől (az ellátottságtól) függ



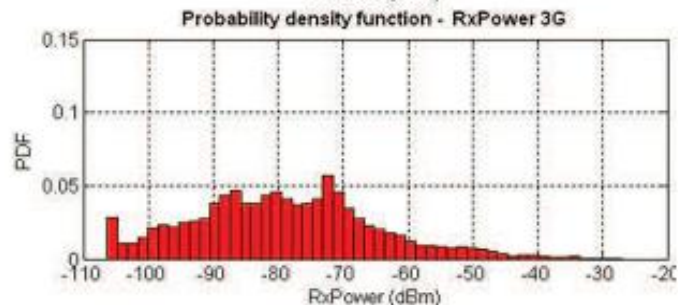
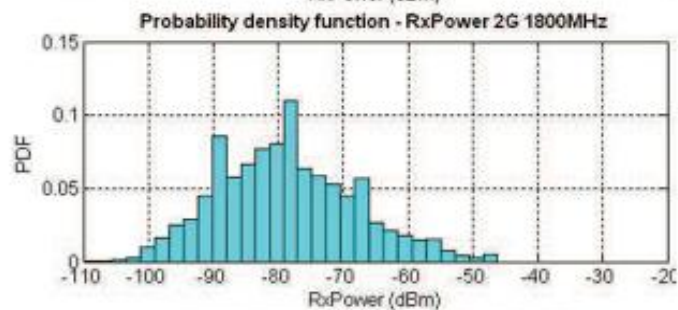
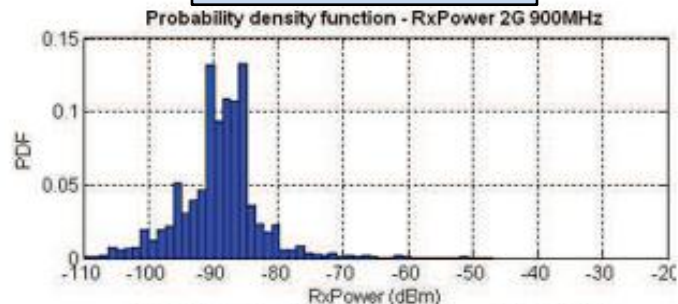
Szemléltető ábra a mobiltelefonok vételi és kisugárzott teljesítményének függésre a bázisállomástól való távolságtól (<https://betweenrockandhardplace.wordpress.com/>).

Mobiltelefonok kissugárzott teljesítményének eloszlása 2G/3G esetében

Kisugárzott RF teljesítmény.



Vételi RF teljesítmény.



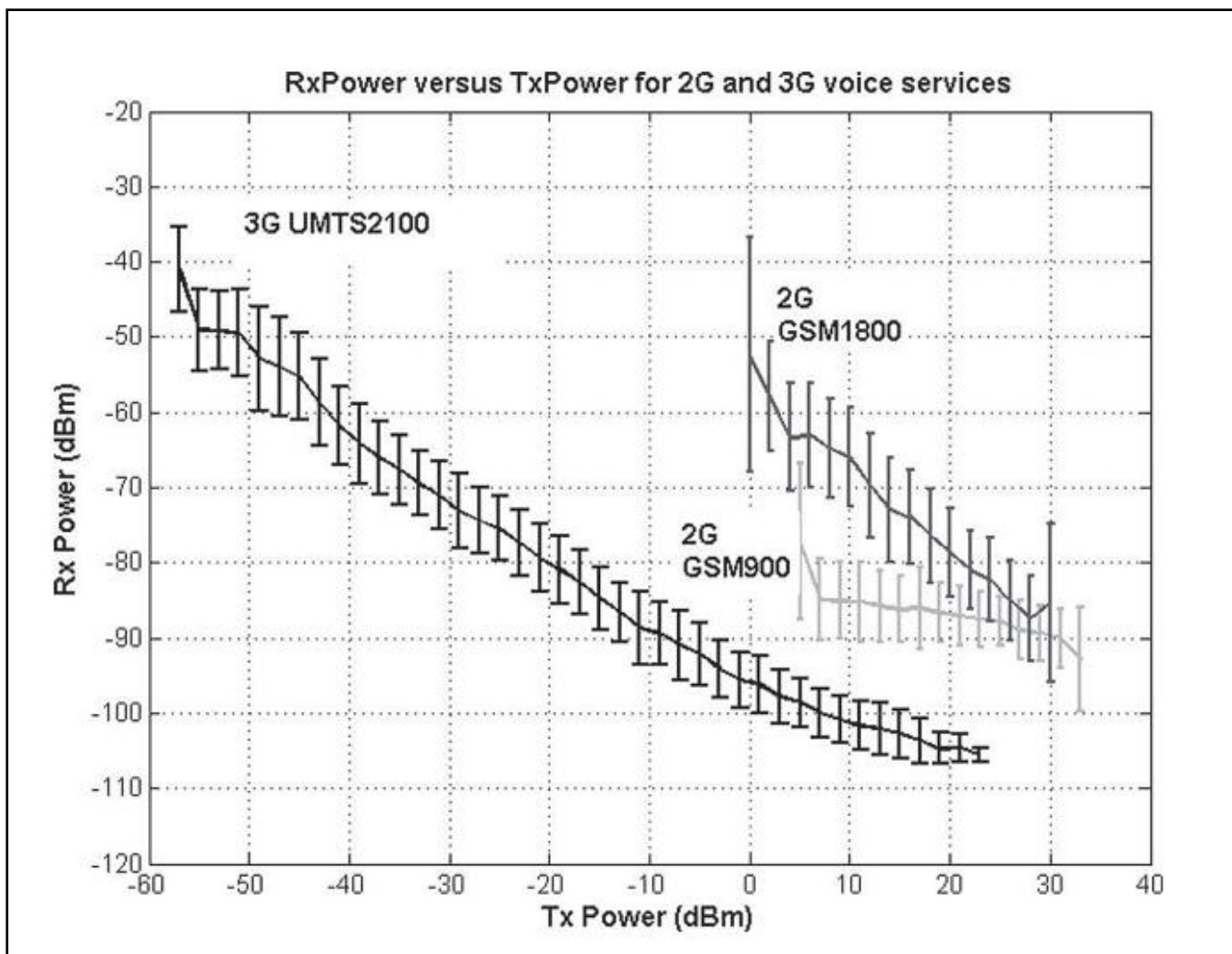
2G@900 MHz

2G@1800 MHz

3G@2100 MHz

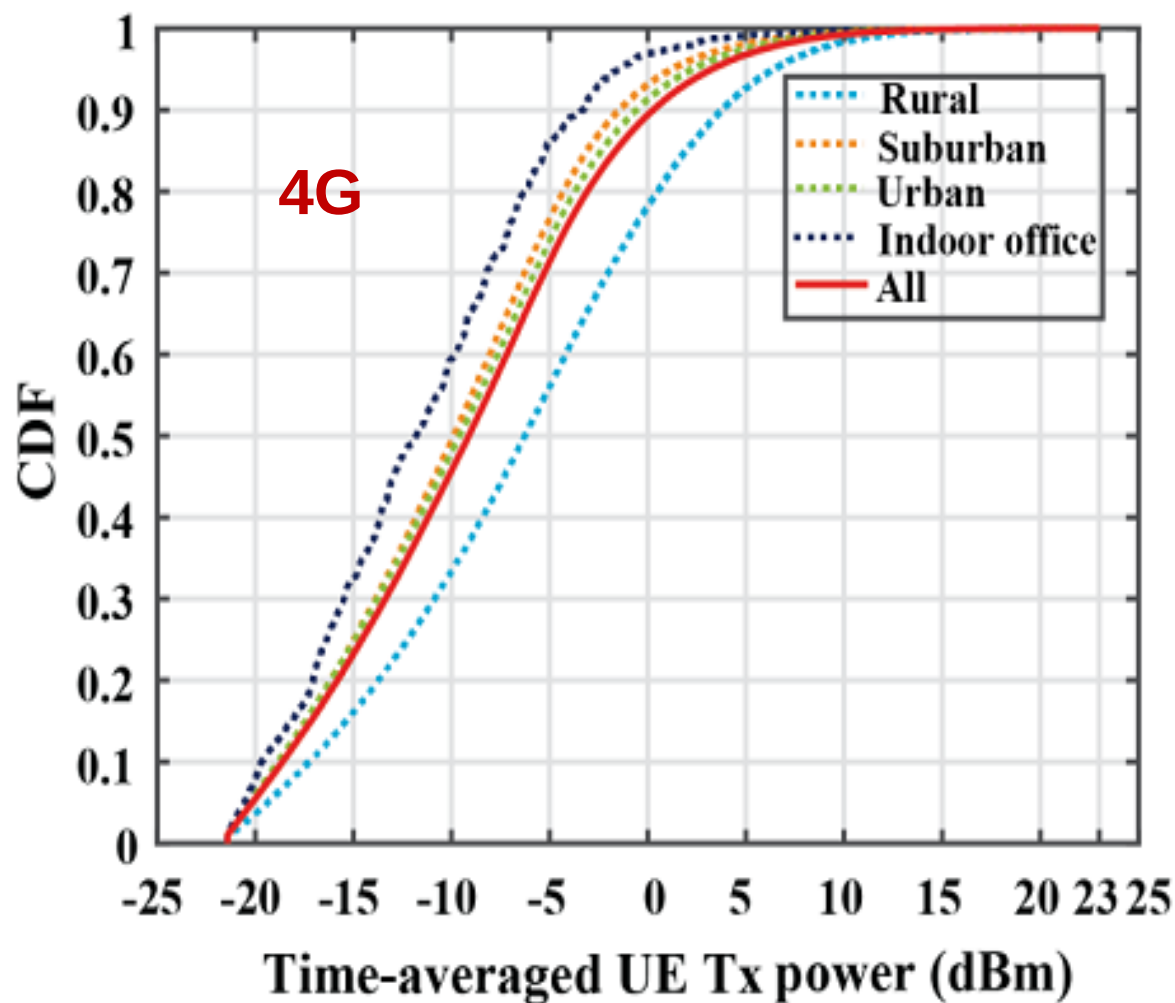
Valószínűségi eloszlásfüggvény a mobiltelefonok kisugárzott (Tx, bal) és a vételi (Rx, jobb) RF teljesítménye szerint 2G (900/1800 MHz) és 3G (2100 MHz) rendszerek esetében (*Gati, 2010*)

Mobiltelefonok kisugárzott/vételi teljesítményének összefüggése 2G/3G esetében



A vételi (Rx) és kisugárzott (Tx) teljesítményszintek összefüggése valós beszédforgalom mérések alapján 2G (900/1800 MHz) és 3G (2100 MHz) szolgáltatás alapján (*Gati, 2010*)

Mobiltelefonok kisugárzott RF teljesítményének eloszlása **4G** szolgáltatás alatt



Kumulatív valószínűségi eloszlásfüggvény a mobiltelefonok kisugárzott teljesítményére (Tx) vonatkozóan 4G szolgáltatás alatt ([Joshi, 2017](#))

Okozhat-e agydaganatot a mobiltelefon?

2010 INTERPHONE Study report

(Nemzetközi eset-kontroll vizsgálat)

International Agency for Research on Cancer



PRESS RELEASE
N° 200

17 MAY 2010

Interphone study reports on mobile phone use and brain cancer risk

The Interphone Study Group today published their results¹ in the [International Journal of Epidemiology](#) ([direct media link](#)). The paper presents the results of analyses of brain tumour (glioma and meningioma) risk in relation to mobile phone use in all Interphone study centres combined. This interview-based case-control study, which included 2708 glioma and 2409 meningioma cases and matched controls was conducted in 13 countries using a common protocol. Analyses of brain tumours in relation to mobile phone use have been reported from a number of cohort and case-control studies, including several of the national components of Interphone. No studies, however, have included as many exposed cases, particularly long-term and heavy users of mobile phones, as this study.

Background

Mobile phone use has increased dramatically since its introduction in the early-to-mid 1980's. The expanding use of this technology has been accompanied by concerns about health. In the late 1990s, several expert groups critically reviewed the evidence on health effects of low-level exposure to radiofrequency (RF) electromagnetic fields, and recommended research into the possible adverse health effects of mobile telephone use.

2010 INTERPHONE Study report (Nemzetközi eset-kontroll vizsgálat)

International Agency for Research on Cancer



Int. J. Epidemiol. Advance Access published May 17, 2010

Published by Oxford University Press on behalf of the International Epidemiological Association
© The Author 2010; all rights reserved.

International Journal of Epidemiology 2010;1–20
doi:10.1093/ije/dyq079

Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case–control study

The INTERPHONE Study Group*

Corresponding author. Elisabeth Cardis; CREAL, Doctor Aiguader 88, 08003 Barcelona, Spain. E-mail: ecardis@creal.cat

*List of members of this study group is available in the Appendix.

Accepted 8 March 2010

Mobile phone use has increased dramatically since its introduction in the early-to-mid 1980's. The expanding use of this technology has been accompanied by concerns about health. In the late 1990s, several expert groups critically reviewed the evidence on health effects of low-level exposure to radiofrequency (RF) electromagnetic fields, and recommended research into the possible adverse health effects of mobile telephone use.

2011-ben a WHO besorolta az RF expozíciót a rákkeltő ágensek közé: *Lehetséges emberi rákkeltő (2B)*

International Agency for Research on Cancer



World Health
Organization

PRESS RELEASE
N° 208

31 May 2011

IARC CLASSIFIES RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS AS POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS

Lyon, France, May 31, 2011 -- The WHO/International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans (Group 2B), based on an increased risk for glioma, a malignant type of brain cancer¹, associated with wireless phone use.

Background

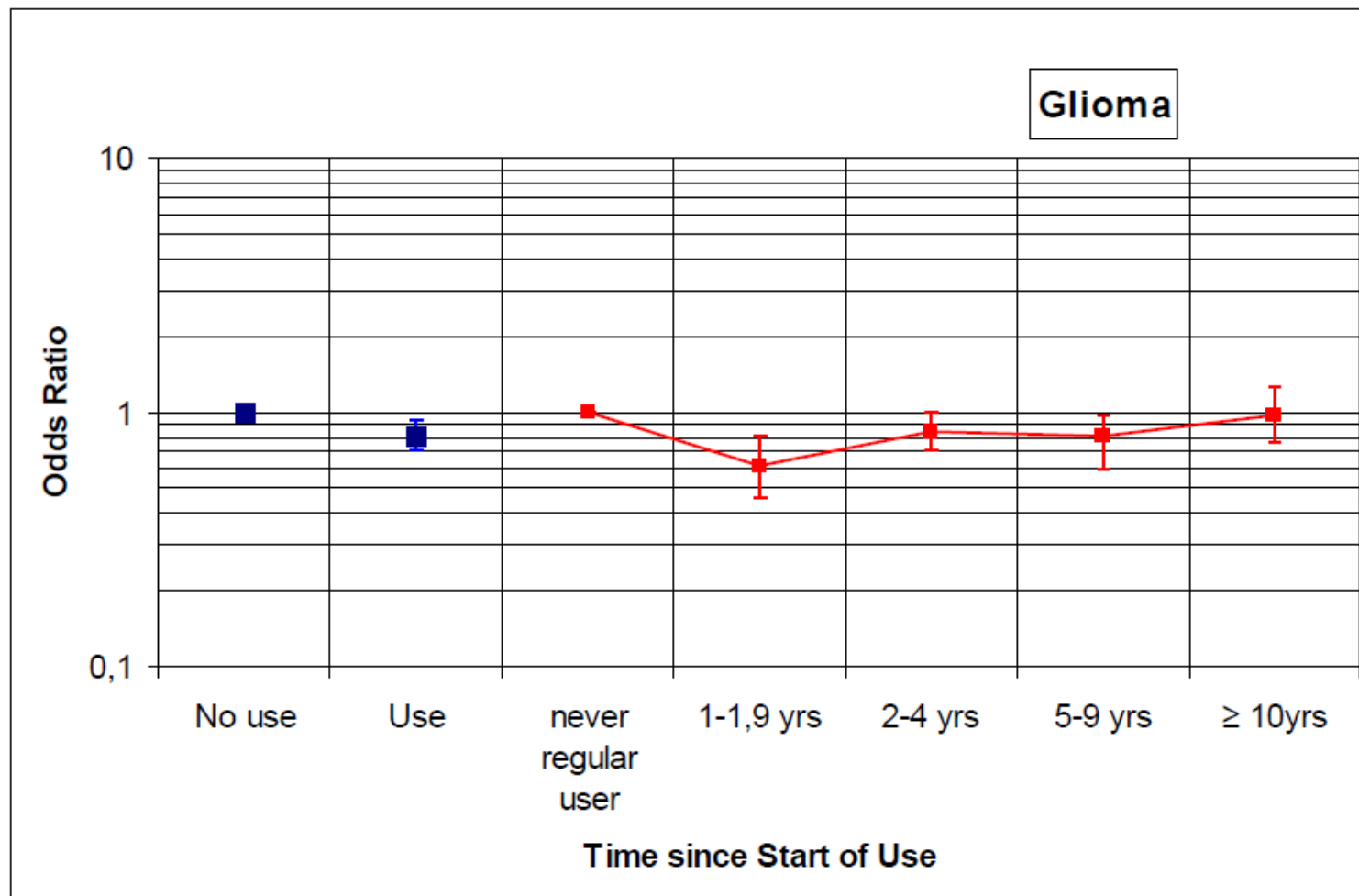
Over the last few years, there has been mounting concern about the possibility of adverse health effects resulting from exposure to radiofrequency electromagnetic fields, such as those emitted by wireless communication devices. The number of mobile phone subscriptions is estimated at 5 billion globally.

INTERPHONE: Mobiltelefon használat és agydaganat

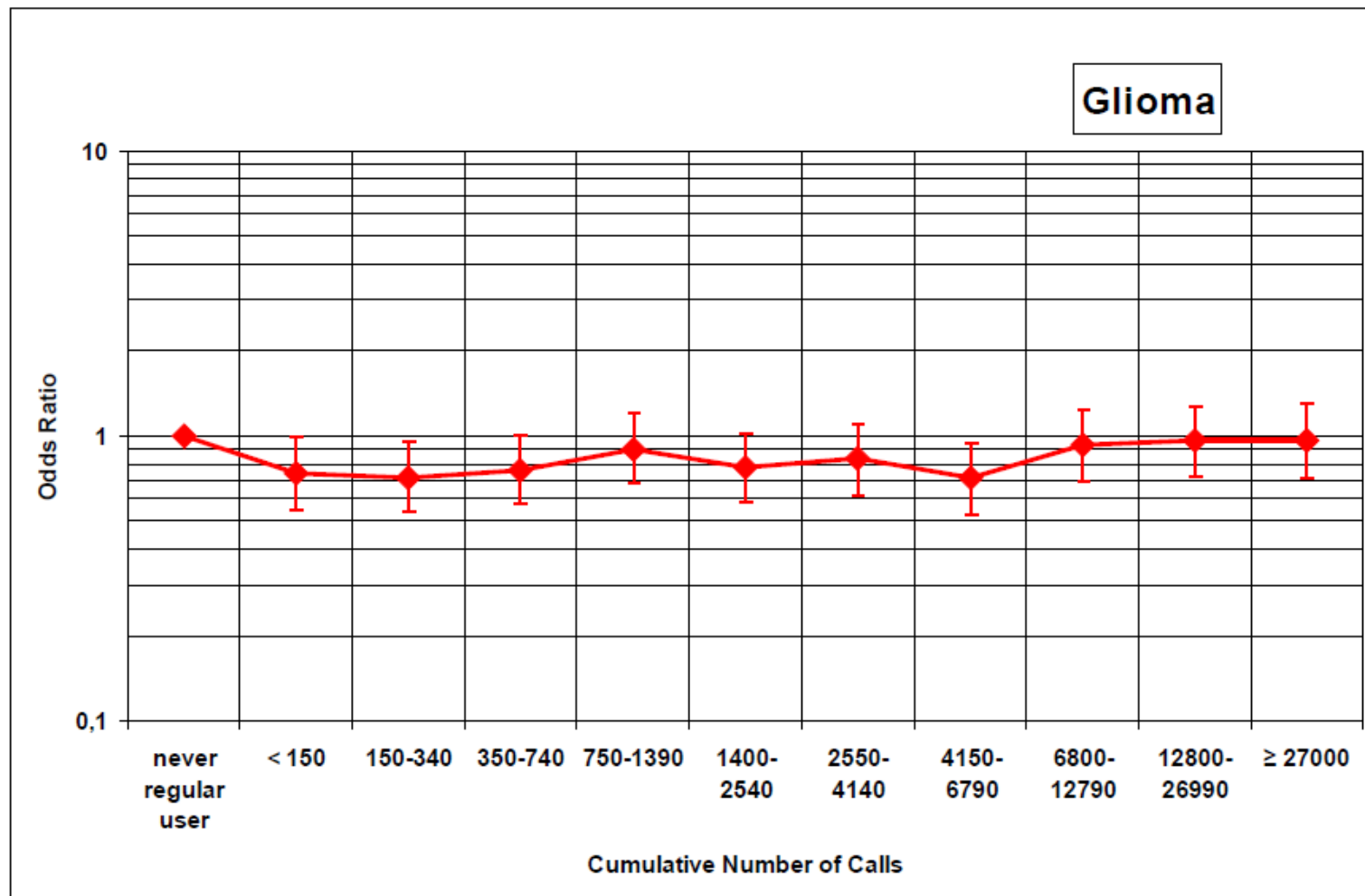
INTERPHONE - study results

- Meningioma: 2409 cases and 2662 controls
- Glioma: 2708 cases and 2972 controls
- Reduced OR among ever regular users
 - Meningioma: 0.79 (95% CI 0.68-0.91)
 - Glioma: 0.81 (95% CI 0.70-0.94)
- No increased risk for use 10+ years
 - Meningioma: 0.83 (95% CI 0.61-1.14)
 - Glioma: 0.98 (95% CI 0.76-1.26)

INTERPHONE: Mobiltelefon használat és agydaganat: *a használat kezdetétől függően*

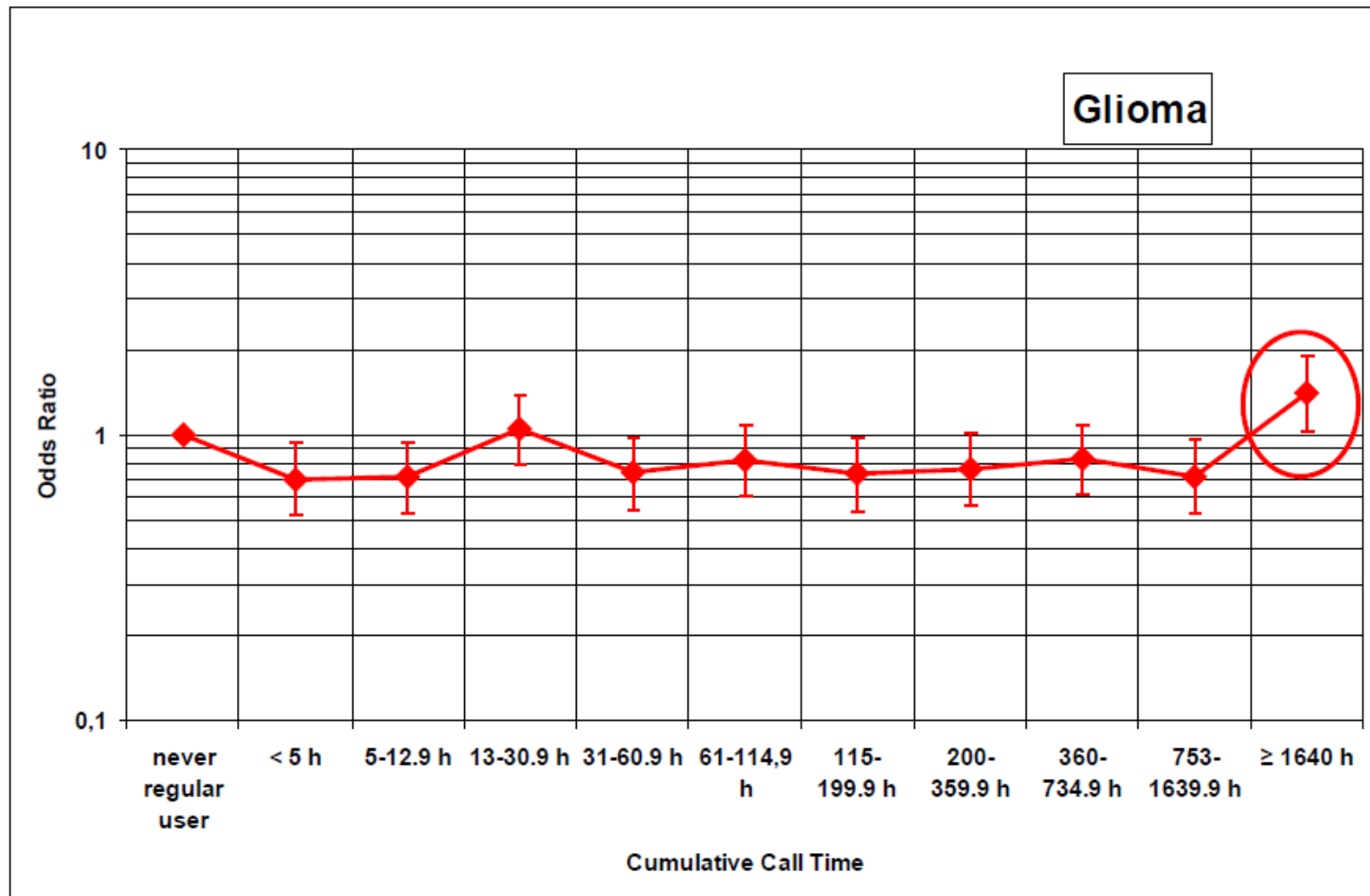


INTERPHONE: Mobiltelefon használat és agydaganat: az összes hívások számától függően



Cardis et al., Int.J.Epidemiol, 2010

INTERPHONE: Mobiltelefon használat és agydaganat: az összes beszélgetési időtől függően



INTERPHONE: Mobiltelefon használat és agydaganat: *azonos oldali kockázat*

INTERPHONE - study results

- No evidence of exposure response relationship but ...

- Increased OR in highest users ($\geq 1640\text{h}$)

- Glioma: 1.40 (95% CI 1.03-1.89)

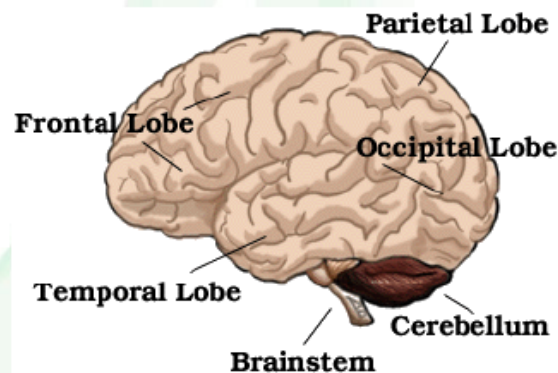
- Risk highest

✓ On side of head where phone is used

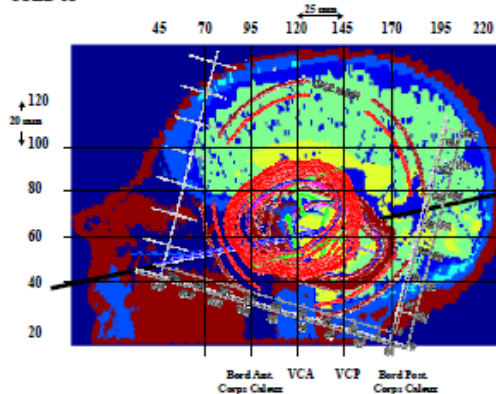
✓ For tumours in the temporal lobe

1.96 (1.2-3.2)

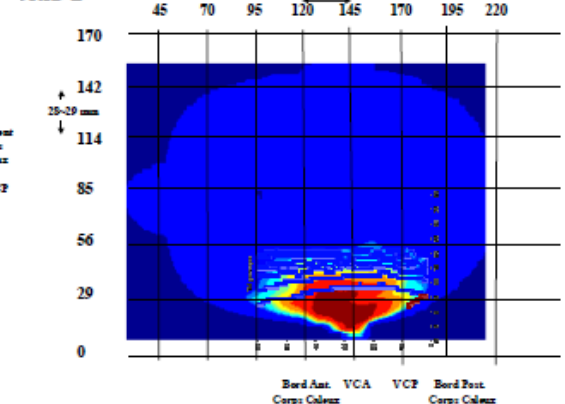
1.87 (1.1-3.2)



GRID X



GRID Z



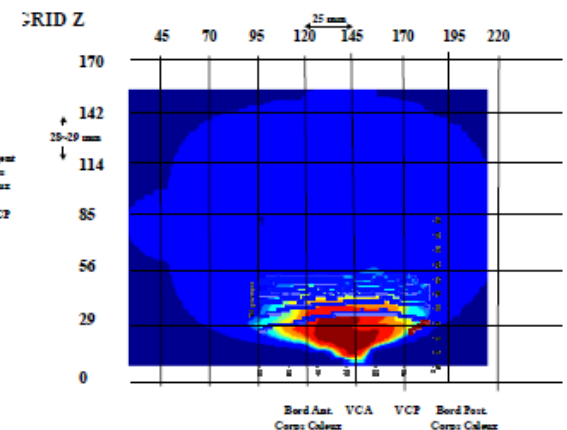
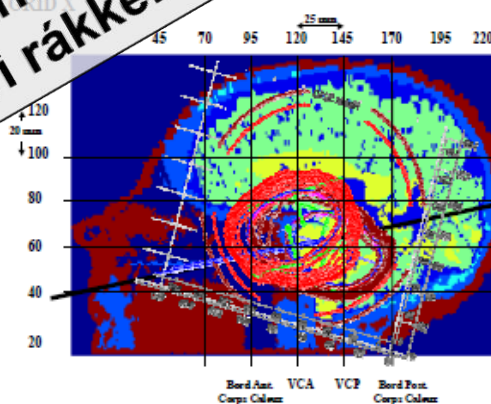
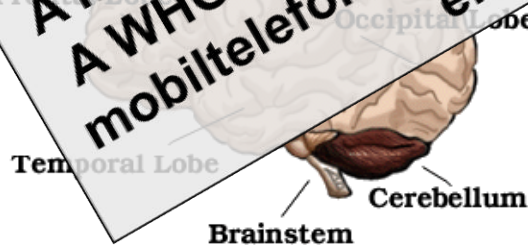
INTERPHONE: Mobiltelefon használat és agydaganat: azonos oldali kockázat

INTERPHONE - study results

- No evidence of exposure response relationship
- Increased OR in highest users (≥ 1640 h/week)
 - Glioma: 1.40 (95% CI 1.03-1.87)
 - Risk highest
 - ✓ On side of head where phone is used
 - ✓ For tumors in the temporal lobe

1.96 (1.2-3.2)

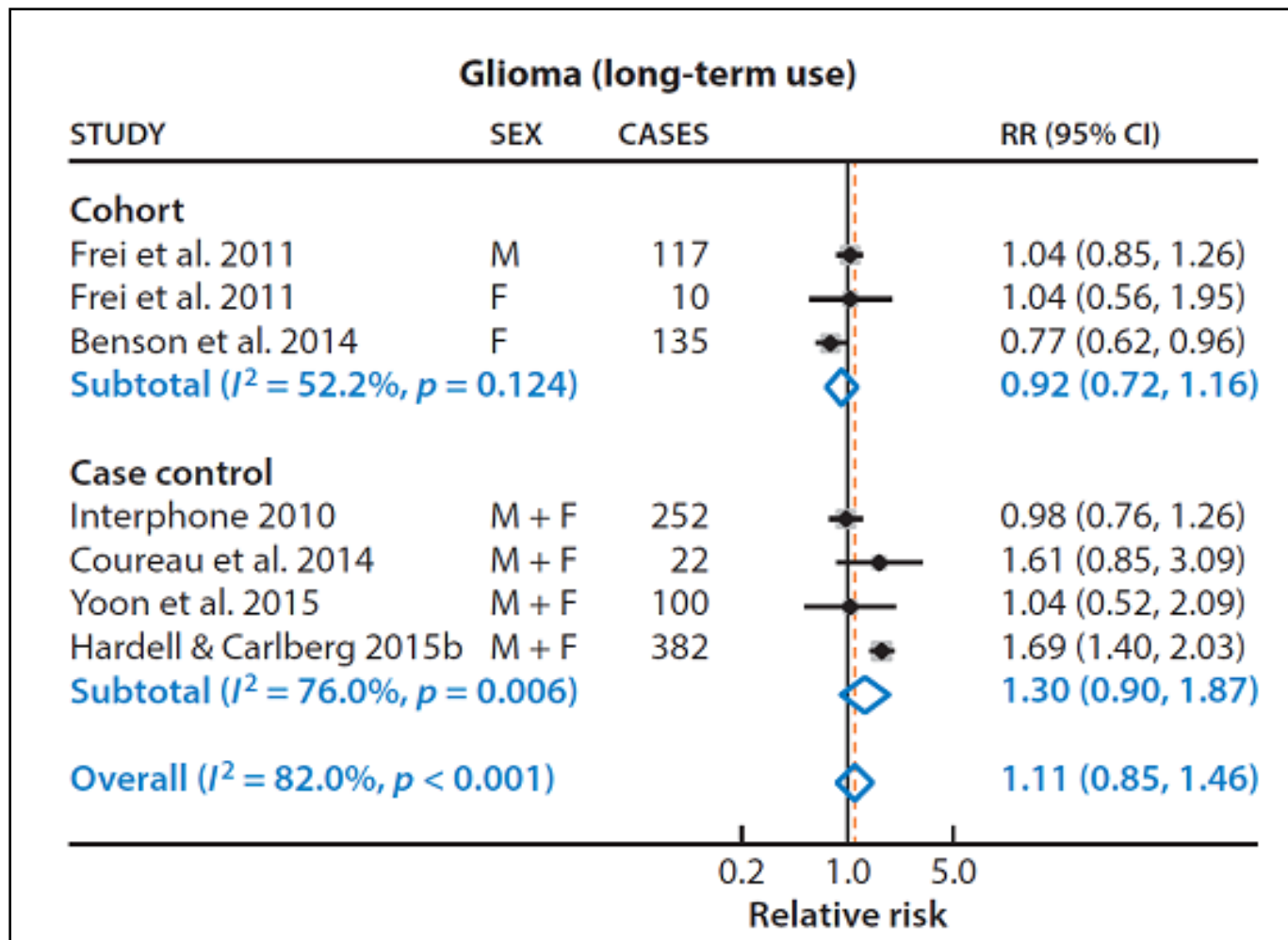
1.87 (1.1-3.2)



Elektromágneses terek IARC rákkeltő hatás szerinti besorolása (2011)

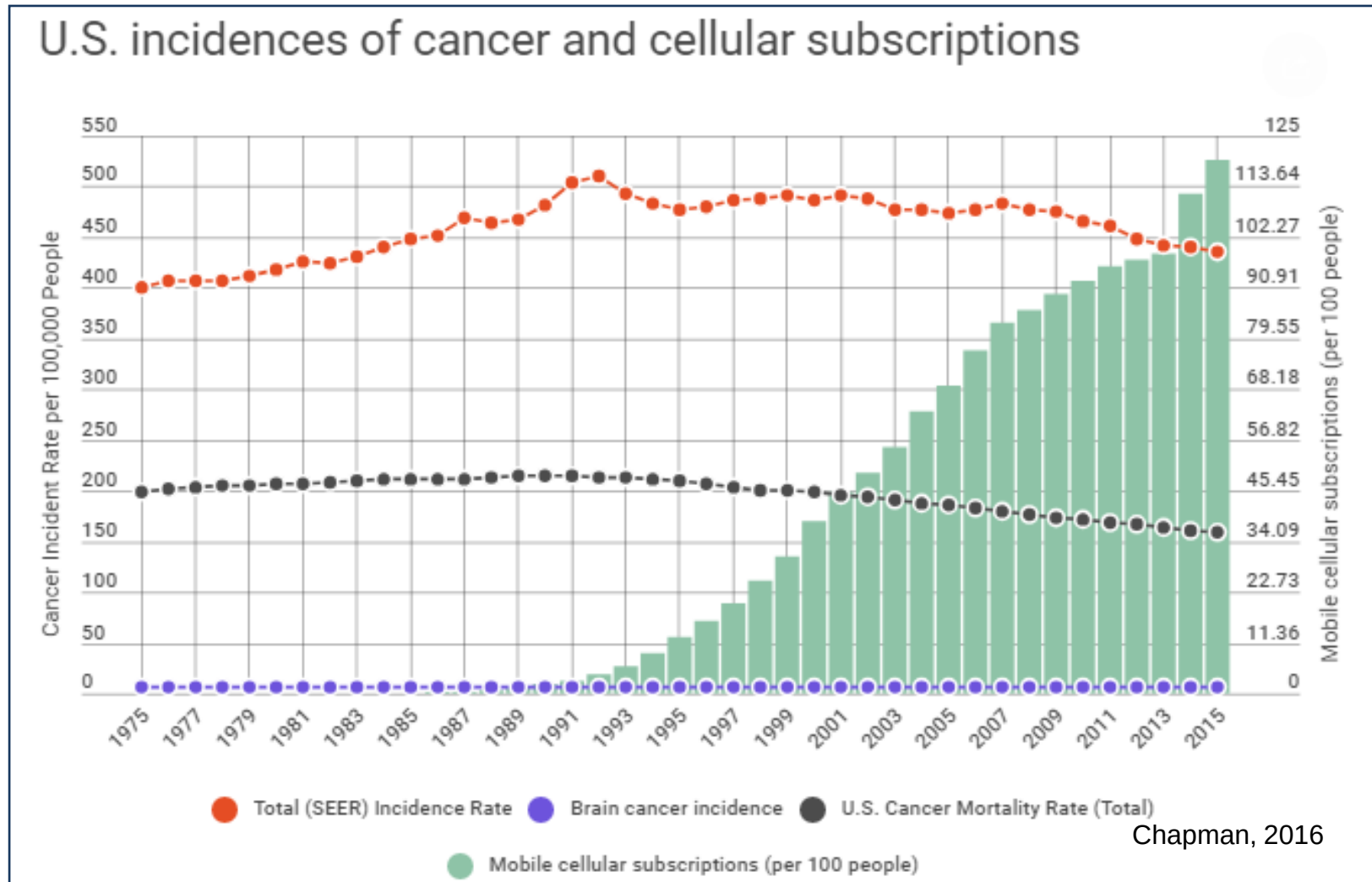
1	Emberi rákkeltő /carcinogenic/	Ionizáló sugárzás, UV sugárzás (szolárium, azbeszt, mustárgáz, dohány..)
2A	Valószínű emberi rákkeltő /probably/	Gázok, vegyszerek (dízelmotor kipufogó gáza, formaldehyd..)
2B	Lehetséges emberi rákkeltő /possibly/	ELF (50 Hz-es mágneses terek, Rádiófrekvenciás sugárzás (sztirén, benzinmotor kipufogó gáza, hegesztési füstök..)
3	Nem besorolható emberi rákkeltő hatás szempontjából /unclassifiable/	Statikus mágneses tér, statikus és ELF elektromos terek

Mobiltelefon használat és agydaganat – meta analízis



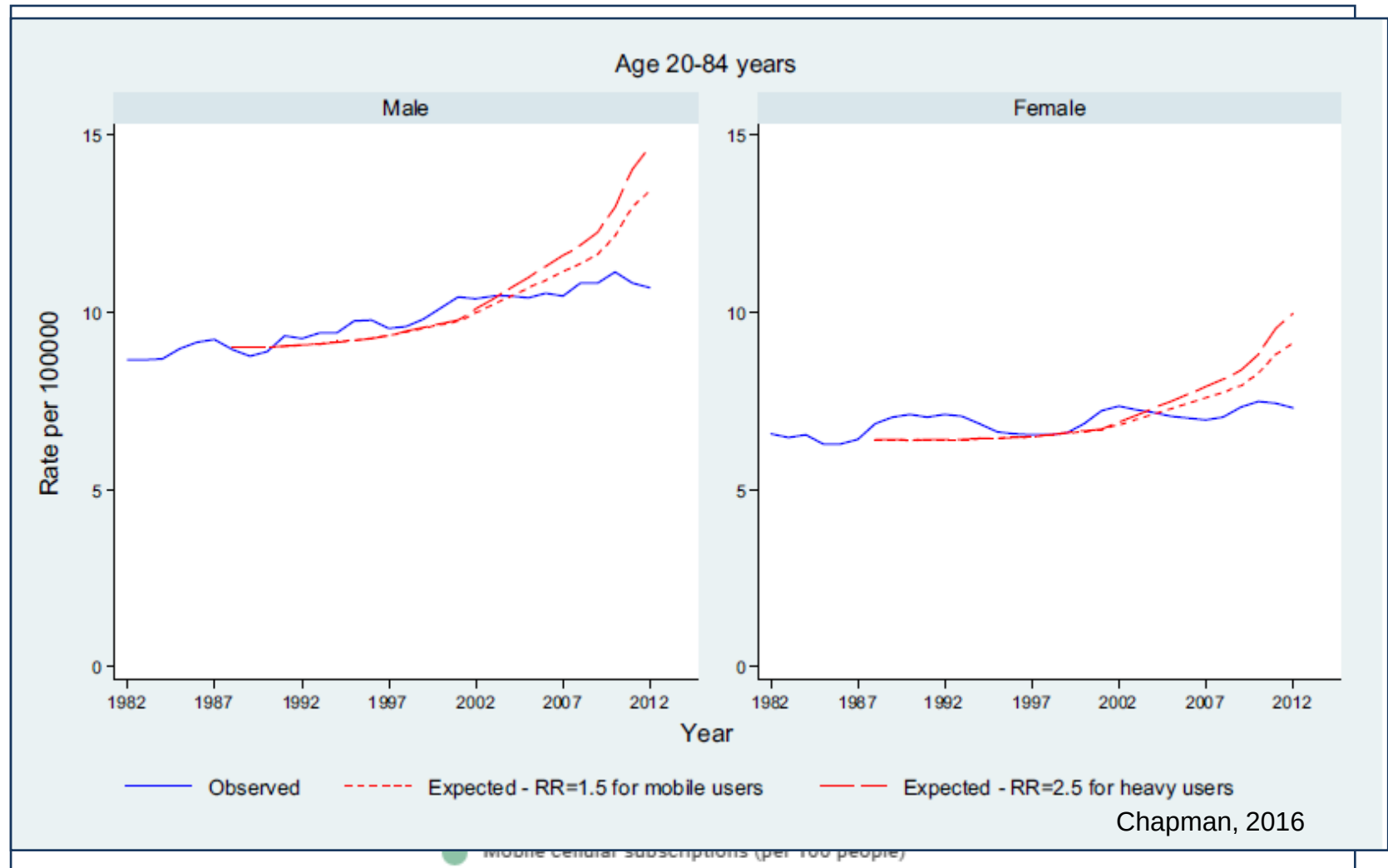
Mobiltelefon használat és agydaganat (glioma) relatív kockázata 10 évnél hosszabb mobiltelefon használók körében (*Röösli, 2018*)

Deskriptív epidemiológia (*trendvizsgálat*)



SEER: Surveillance, Epidemiology, and End Results, <https://seer.cancer.gov/registries/>

Deskriptív epidemiológia (*trendvizsgálat*)



Állatkísérletes vizsgálatok

National Toxicology Program (NTP) – USA, 2018 November

 An official website of the United States government [Here's how you know](#) v



National Institute of Environmental Health Sciences
Your Environment. Your Health.

Search NIEHS

Health & Education

Research

Funding Opportunities

Careers & Training

News & Events

About NIEHS

News & Events

News Room

News Releases

2018

December 14

November 9

November 1

August 31

June 27

High Exposure to Radio Frequency Radiation Associated With Cancer in Male Rats

News Release

Archive - New Contact Information

For more information about this archival news release, please contact [Christine Flowers](#), Director, [Office of Communications & Public Liaison](#) at (919) 541-3665.

FOR IMMEDIATE RELEASE

Thursday, November 1, 2018, 10:00 a.m. EDT

Contact: [Virginia Guidry](#), NIEHS
919-541-1993

National Toxicology Program releases final reports on rat and mouse studies

NTP állatkísérletes vizsgálatok – USA, 2018

FOR IMMEDIATE RELEASE

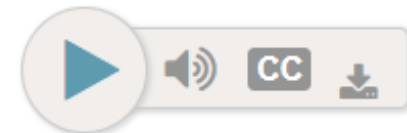
Thursday, November 1, 2018, 10:00 a.m. EDT

Contact: [Virginia Guidry](#), NIEHS

919-541-1993

National Toxicology Program releases final reports on rat and mouse studies of radio frequency radiation like that used in 2G and 3G cell phone technologies

The National Toxicology Program (NTP) concluded there is clear evidence that male rats exposed to high levels of radio frequency radiation (RFR) like that used in 2G and 3G cell phones developed cancerous heart tumors, according to [final reports](#) released today. There was also some evidence of tumors in the brain and adrenal gland of exposed male rats. For female rats, and male and female mice, the evidence was equivocal as to whether cancers observed were associated with exposure to RFR. The final reports represent the consensus of NTP and a panel of external scientific experts who reviewed the studies in March after [draft reports were issued in February](#).



Audio Recording of Telephone Press Conference

October 31, 2018

[Transcript](#) (151KB)

- [NTP Cell Phone Study Page](#)
- [Fact Sheet](#) (1MB)
- [Final Rat Study Report](#)

NTP állatkísérletes vizsgálatok – USA, 2018

FOR IMMEDIATE RELEASE

Thursday, November 1, 2018, 10:00 a.m. EDT

Contact: [Virginia Guidry](#), NIEHS

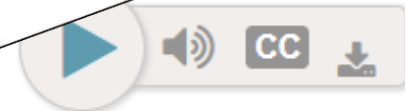
919-541-1993

National Toxicology Program releases final reports on rat and mouse studies of radio frequency radiation like that used in 2G and 3G cell phone technologies

The National Toxicology Program (NTP) announced today that it has released final reports on rat and mouse studies of radio frequency radiation (RFR) from cell phones, based on the results of the NTP Cell Phone Study.

“We believe that the link between radio frequency radiation and tumors in male rats is real, and the external experts agreed,” said Bucher.

“We believe that the link between radio frequency radiation and tumors in male rats is real, and the external experts agreed,” said Bucher. “There was also some evidence of brain and adrenal gland of male rats. For female rats, and male and female mice, the evidence was equivocal as to whether cancers observed were associated with exposure to RFR. The final reports represent the consensus of NTP and a panel of external scientific experts who reviewed the studies in March after [draft reports were issued in February](#).”



Audio Recording of Telephone Press Conference

October 31, 2018

[Transcript](#) (151KB)

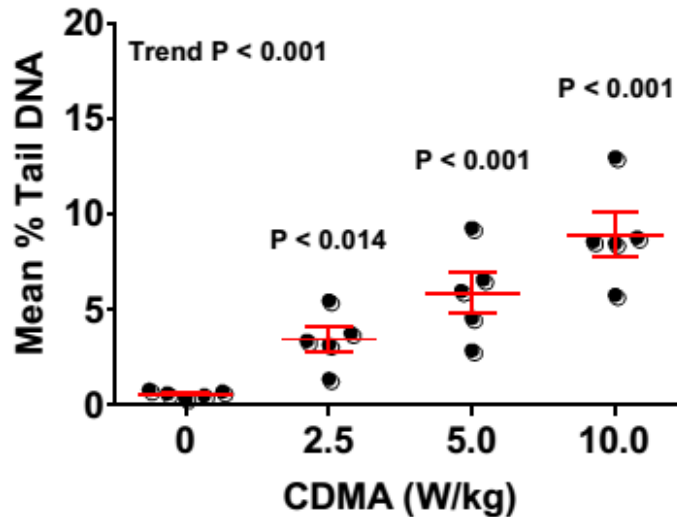
- [NTP Cell Phone Study Page](#)
- [Fact Sheet](#) (1MB)
- [Final Rat Study Report](#)

Állatkísérletes vizsgálatok – DNS károsodás dóziszfüggése

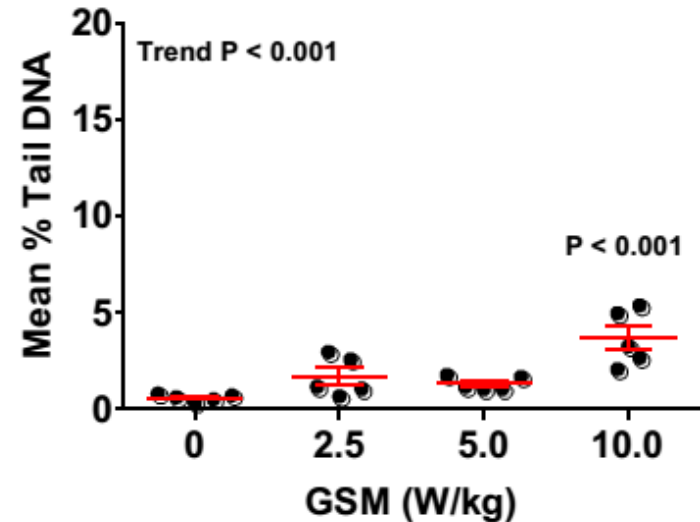
National Toxicology Program (NTP) – USA

 An official website of the United States government [Here's how you know](#) ✓

A Male Mouse Frontal Cortex, CDMA
100-cell scoring



C Male Mouse Frontal Cortex, GSM
100-cell scoring



National Toxicology Program releases final reports on rat and mouse studies

DNS károsodás dóziszfüggése 14 hetes expozíciónak kitett kísérleti egerek agyából vett mintákban 1900 MHz (CDMA), illetve 1800 MHz (GSM) besugárzást követően

(Smith-Roe, 2019)

NTP állatkísérletes vizsgálatok – USA, 2018

FOR IMMEDIATE RELEASE

Thursday, November 1, 2018, 10:00 a.m. EDT

Contact: [Virginia Guidry](#) NIEHS
1-1993

National Toxicology Program releases final reports on rat and mouse studies of radio frequency radiation like 4G and 3G cell phone technologies

The National Toxicology Program found clear evidence that DES did not cause cancer.

freque

p

to

evid

expos

mice, t

observe

reports |

external

March a

These studies did not investigate the types of RF-EMF from 3G cell phone technologies.

"5G is a
what we currently
we studied," said Wyde.

after [draft reports were issued in February](#) .

Radio Recording of Telephone Press
Conference
October 31, 2018

[Transcript](#)  (151KB)

- [NTP Cell Phone Study Page](#) 
- [Fact Sheet](#)  (1MB)
- [Final Rat Study Report](#) 

NTP állatkísérletes vizsgálatok – USA, 2018

FOR IMMEDIATE RELEASE

Thursday, November 1, 2018, 10:00 a.m. EDT

Contact: [Virginia Guidry](#), NIEHS

993

National Toxicology Program releases final reports on rat and mouse studies of radio frequency radiation like 4G LTE and 3G cell phone technologies

The National Toxicology Program (NTP) announced today that it has released clear evidence that radio frequency radiation (RFR) from wireless devices did not investigate the types of RFR used for Wi-Fi or 5G networks.

These studies did not investigate the types of RFR used for Wi-Fi or 5G networks.

to

vid

expos

mice,

obs

pos

the

external

scientific

experts

who

reviewed

the

studies

and female mice, the NTP found no evidence of adverse effects on health or reproduction. The final reports are the consensus of NTP and a panel of external scientific experts who reviewed the studies in March after [draft reports were issued in February](#).

A WHO Rákkutató Ügynöksége (IARC) a rádiófrekvenciás sugárzások rákkeltő anyagok közé való besorolásának felülvizsgálatát a 2020-2024-es programjában magas prioritásúnak minősítette.

Radio Recording of Telephone Press Conference
October 31, 2018

[Transcript](#) (151KB)

- [NTP Cell Phone Study Page](#)
- [Fact Sheet](#) (1MB)
- [Final Rat Study Report](#)

Milyen változást hoz az 5G?

5G



Az 5G miatt megbolydult a világ

INTERNATIONAL APPEAL
Stop 5G or

hvg.hu

index INDEX IN ENGLISH SZABAD INDEX A MI VIDEÓINK MWC2019
BELFÖLD KÜLFÖLD GAZDASÁG TECH-TUDOMÁNY KULT SPORT VÉLEMÉNY VIDEO FOTÓ 24 ÓRA
TECH-TUDOMÁNY 5G MOBILINTERNET SUGÁRZÁS TECHOLÓGIA ÉS ÉRDESSÉG

2019. 09. 03. vasárnap BUDAPEST 11.5,94 Ft 2 °C
KORONA 366,88 Ft 11 °C

HÍR MAGAZIN
... a vállalkozásbarát, emberközpontú média

BELFÖLD KÜLFÖLD SPORT ÉLETMÓD TUDÁSTÁR SZABADIDŐ
TURIZMUS NEWSPAPER

Főoldal > Hírek > Főhírek > Külföld > Megvannak az 5G első áldozatai

Külföld

Megvannak az 5G első áldozatai

Géza 2019-11-04

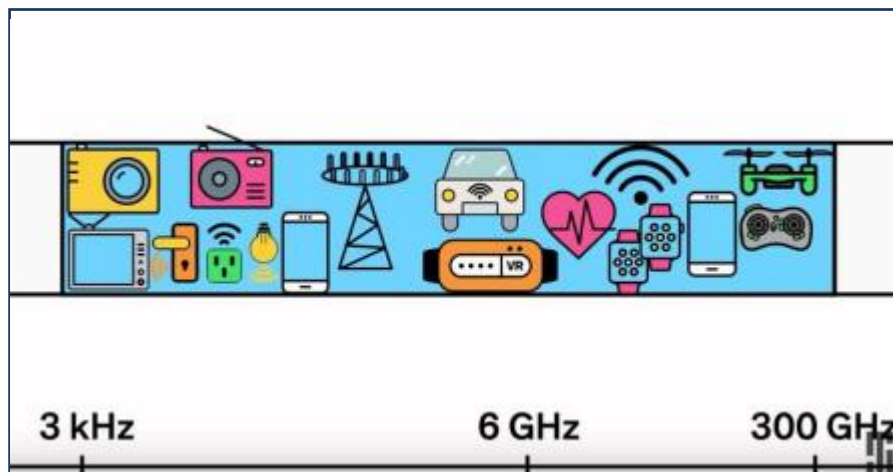
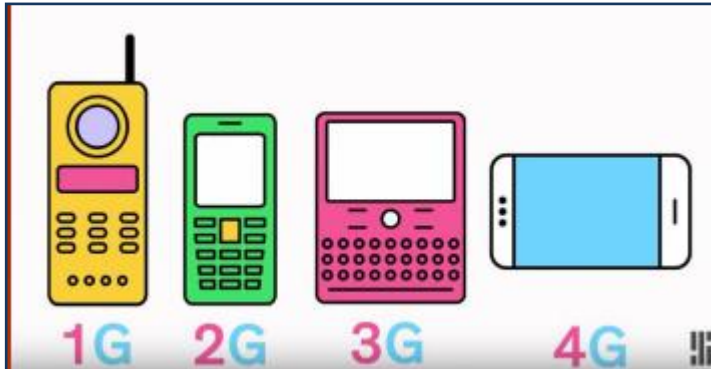
MEGOSZTÁS

f t p in t

Pavlo F

A svájci Illusztre Magazin egy cikket közölt, melyből kiderült, hogy azokon a településeken, ahol az 5G-t telepítették, azaz az antennákat felállították, az emberek hirtelen megbetegedtek..

Miben hoz újat az 5G ?



<http://spectrum.ieee.org/video/telecom/wireless/everything-you-need-to-know-about-5g>

5G Frekvenciatartományok

Table 1: The Main Frequency Bands for 5G Standards Taken up Globally

Frequency Band	Frequency Range	Countries/Regions	Comments
Low Band	<1 GHz (UHF) usually 600/700 MHz	EU, USA, India	Current favourite as longer range, so less costly infrastructure and more familiar technology
Mid Band	3-5 GHz (above UHF)	EU, Korea, Rep., China, India with USA at 2 GHz; China and Japan in 2020	More spectrum available, with compromise on range and performance
High Band	20-100 GHz	EU, USA, Korea, Rep.; in 2020 - China, Japan, India	Short range (10-150m), high speed, low latency

Az 5G miben hoz újat?



Millimeter
Waves



Small Cell



Massive
MIMO



Beamforming



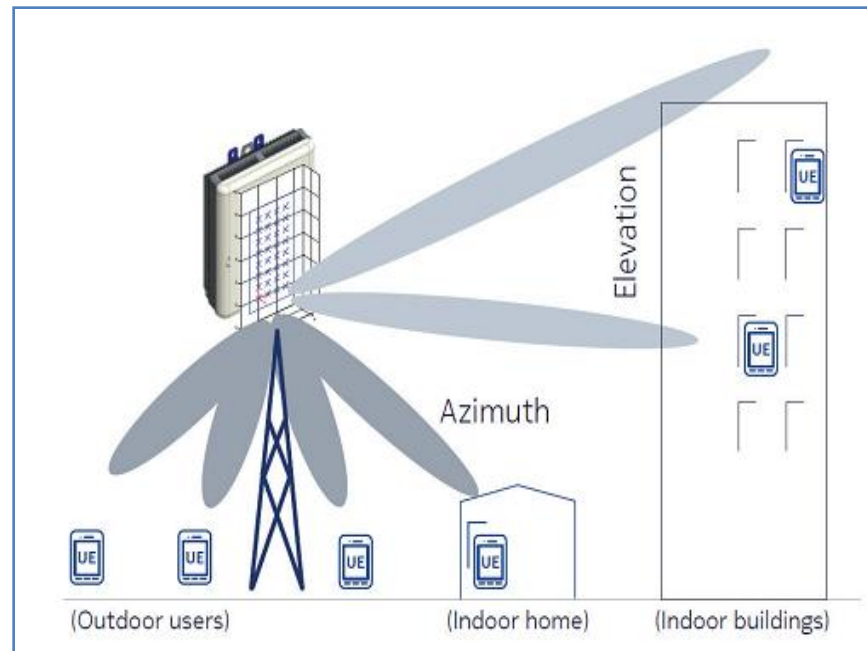
Full Duplex

- Magasabb frekvencián **is** működik a milliméteres hullámhossztartományig (3,6 GHz, 26-28 GHz)
- Kisebb cellák esetében több bázisállomás szükséges
- Sugárnyaláb formálás (*beamforming*)
- Az ellátottság szervezése rendkívül összetett (*MIMO, FDD, TDD, Full Duplex*)
- Nagyszámú eszközzel tud kommunikálni (1 millió eszköz/km²)

Szolgáltatás: miben hoz újat az 5G ?



5G bázisállomások



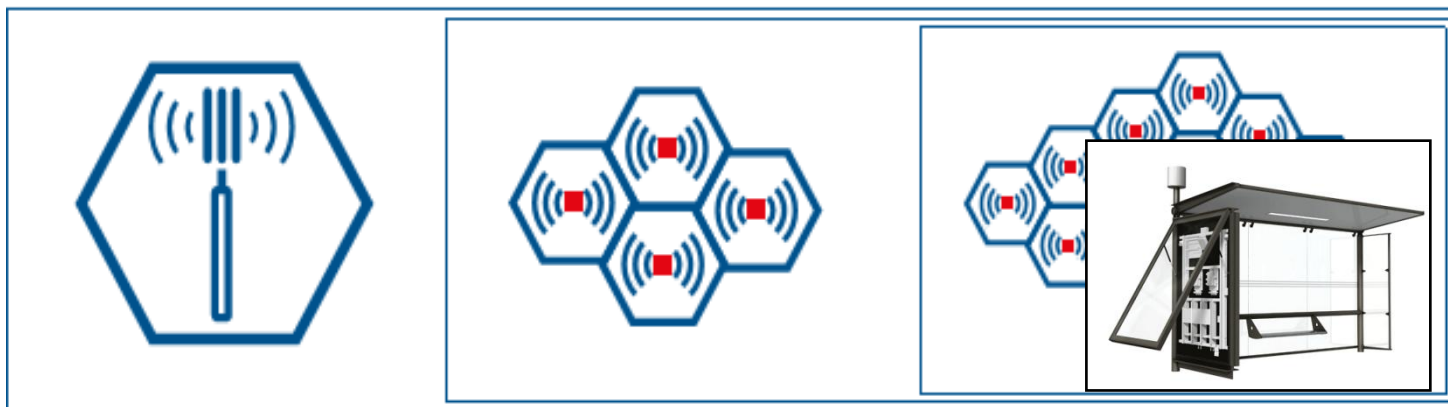
5G bázisállomások expozíciójának főbb jellemzői

- Az 5G (makro) bázisállomások kisugárzott RF teljesítménye (ERP) **várhatóan nagyobb** lesz.
- Az 5G bázisállomásokat a már meglévő 2G/3G/4G bázisállomások mellé telepítik, így azokkal együtt üzemelnek, az **expozíciók összeadódnak**.
- A jobban fókuszált sugárnyalábok (*beamforming*), a nagyobb **antennanyereség növeli** a lakossági határérték teljesüléséhez szükséges **biztonsági távolságot**.
- A **kiscellás** működéshez sokkal több bázisállomásra lesz szükség, és bár az RF teljesítmény kisebb az antennák a **lakossághoz közelebb** kerülnek.
- Az expozíció meghatározásához **bonyolultabb** helyszíni mérési eljárások, illetve numerikus modellek és szükségesek.

Bázisállomások: miben hoz újat az 5G?



Below 1 GHz	1 - 6 GHz	6 GHz - 86 GHz
-------------	-----------	----------------



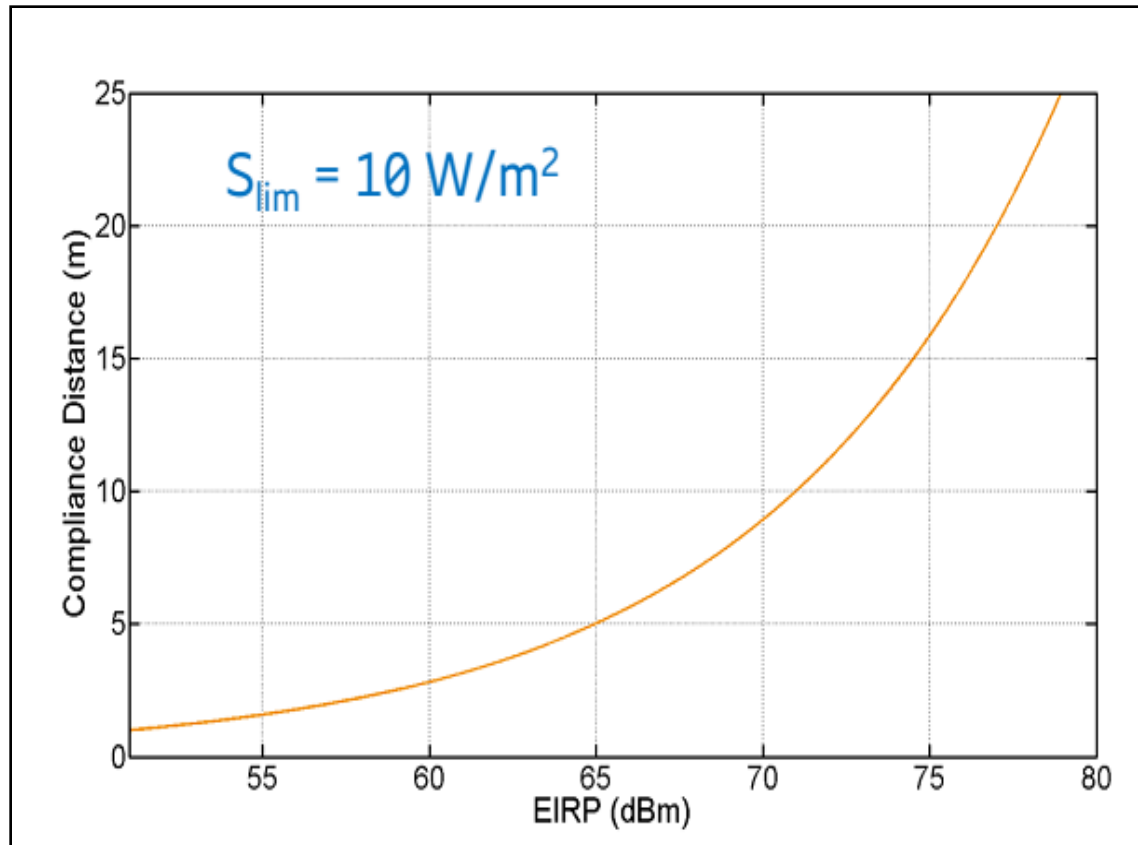
4G/5G bázisállomások jellemzői

4G	Today	Future
Power	60 W	160 W
Gain	18 dBi	18 dBi
Traffic	- 4 dB	- 4 dB
Glazing	- 2 dB	- 2 dB
E estimated at 100 m	1.7 V/m	2.8 V/m

5G	Future
Power	200 W
Gain	24 dBi
Traffic	- 13.5 dB
Glazing	- 2 dB
TDD	- 1.25 dB
E estimated at 100 m	1.8 V/m

A 4G, illetve 5G makro bázisállomások jellemző RF sugárzási adatai jelenleg (4G), illetve a jövőben (4G/5G) (*ANFR, 2019*)

A lakossági ICNIRP (egyben hazai) határértéket biztosító antennától való távolság különböző EIRP esetében 10 GHz alatti frekvenciáknál



Elméleti biztonsági távolság egy bázisállomás által kisugárzott effektív izotróp kisugárzott teljesítmény (EIRP) függvényében **a lakossági ICNIRP határértéket (10 W/m^2)** figyelembe véve. (50 dBm=100 W, 60 dBm=1.000 W, 70 dBm=10.000 W, 80 dBm=100.000 W)

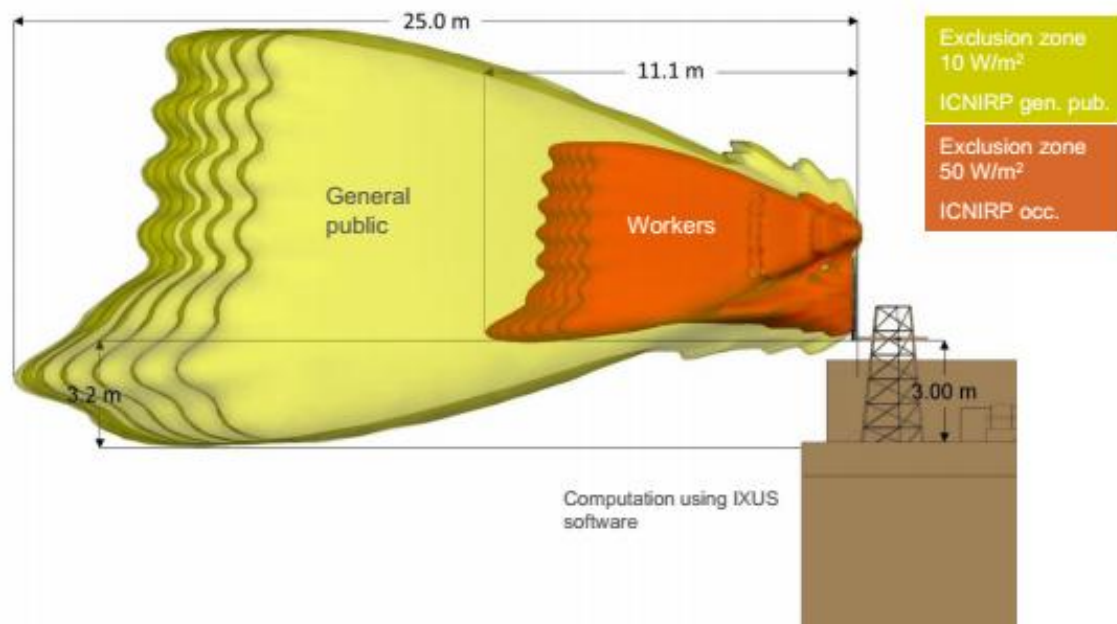
(forrás: Ericsson)

Expozíció jellege 5G bázisállomás 3.5 GHz: *elméleti maximális kisugárzott teljesítmény*

3.5 GHz 5G site with massive MIMO



- 3.5 GHz, 200 W
- Massive MIMO (64 elements)
- EIRP of 72 dBm
- Installation on existing site with 2G, 3G and 4G antennas
- Theoretical maximum power (100% simultaneous utilization) assumed for all antennas

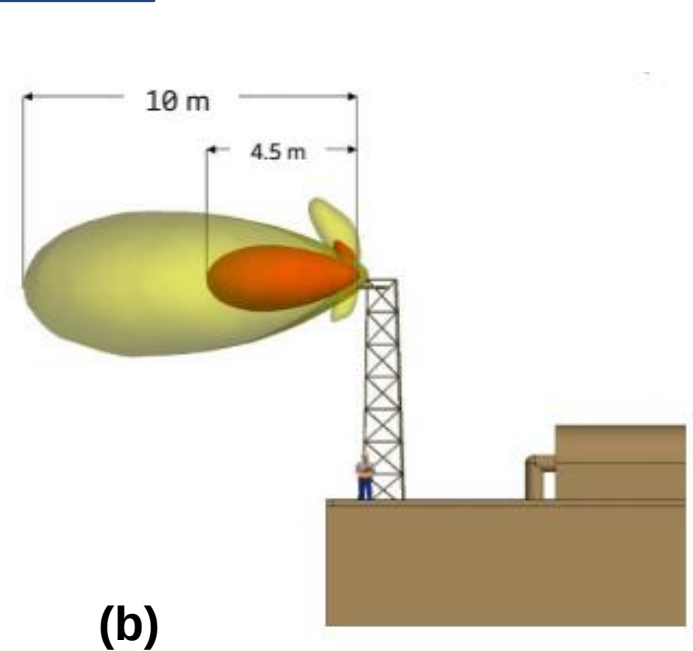
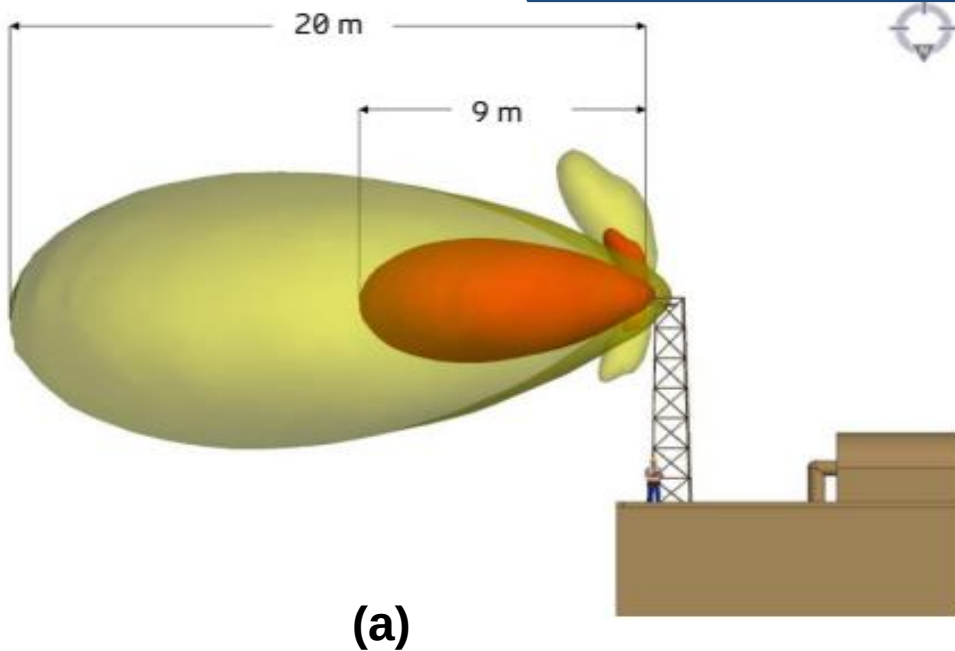


Very large exclusion zone due to unrealistic power - may lead to substantial 5G deployment challenges
IEC 62232 (2017) and ITU-T K.100 standards open up for use of actual maximum output power (95th percentile)

(forrás: Ericsson)

5G bázisállomás 3.5 GHz **elméleti vs. üzemszerű** maximális kisugárzott teljesítmény

3.5 GHz @ 200 W
G=24 dB, MIMO (64 antennaelem)

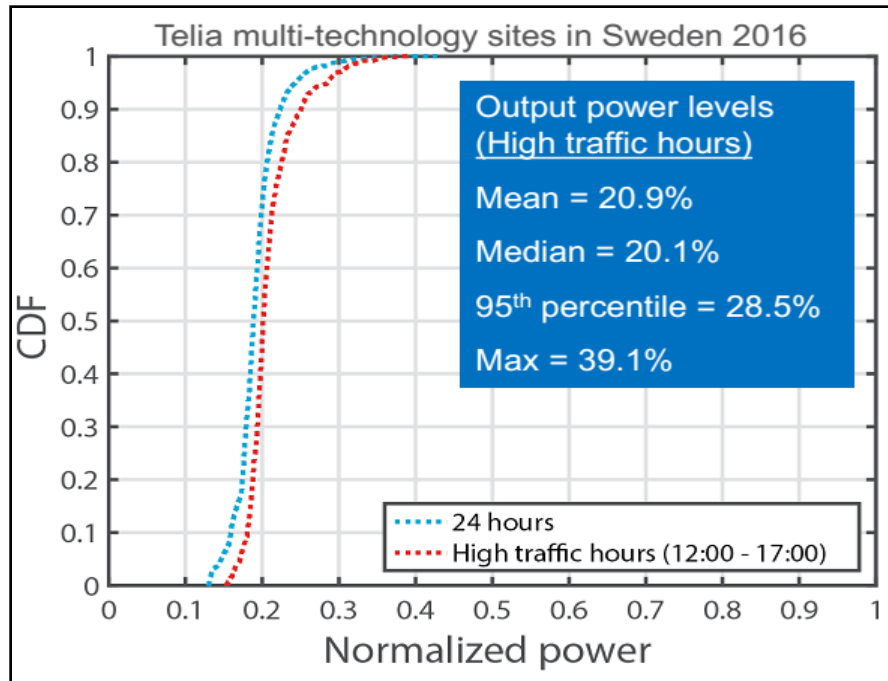


Megközelíthetőségi távolságok egyszerűsített modellje a lakossági (zöld, 10 W/m²), illetve munkahelyi (piros, 50 W/m²) ICNIRP határértékeknek megfelelően **elméleti maximális** kisugárzott teljesítménynél (a), illetve **üzemszerű maximális** teljesítménnyel valóan működő 50 W RF teljesítmény (b) esetében

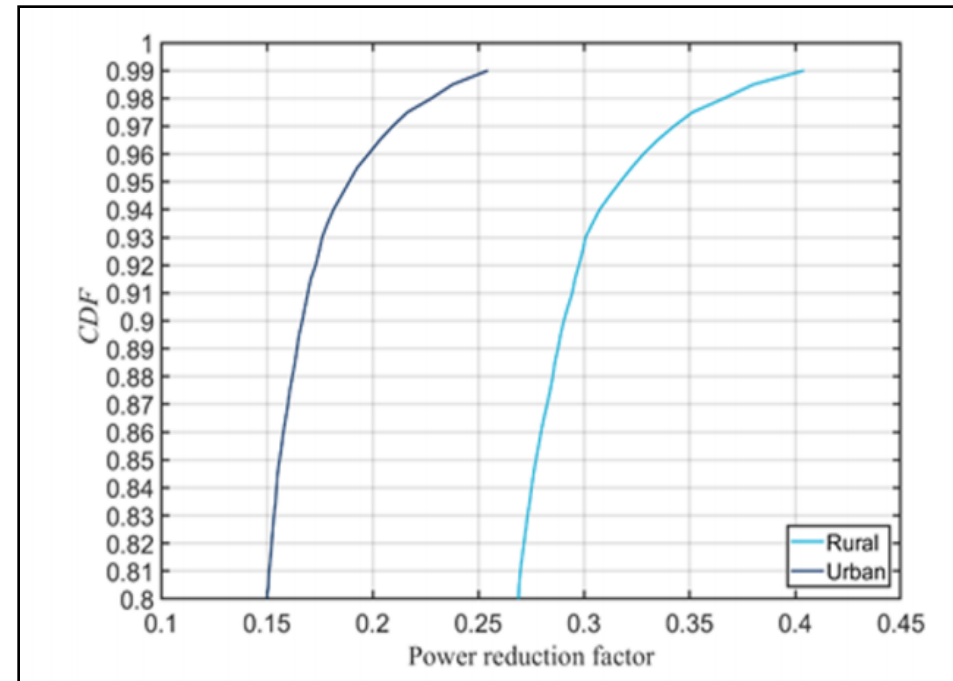
(forrás: Ericsson)

2G/3G/4G illetve 5G bázisállomás **üzemszerű** maximális kisugárzott teljesítménye

2G/3G/4G



5G



A **üzemszerű** működés alatt a rendszerben működő, bázisállomások által kisugárzott RF teljesítményre vonatkozó **kumulatív valószínűségi eloszlásfüggvény** 2G/3G/4G (a), illetve 5G (b) szolgáltatás esetében.

(IEC, 2019).

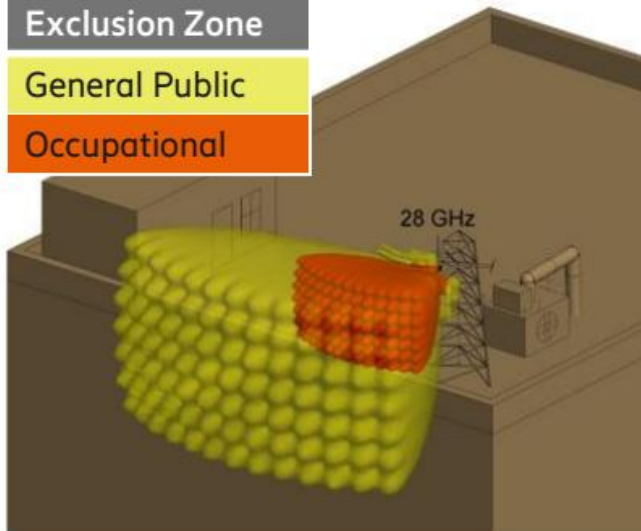
28 GHz 5G bázisállomás

Perspective view

Exclusion Zone

General Public

Occupational



Array antenna with 8×8 elements

$f = 28 \text{ GHz}$

60° horizontal scan range

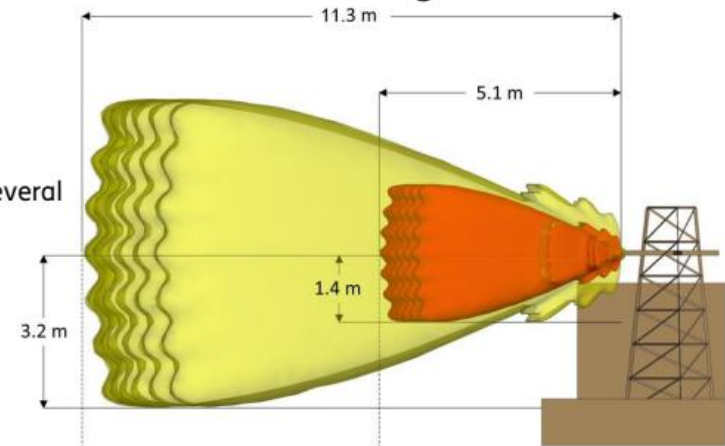
15° vertical scan range

$EIRP_{\text{max}} = 72 \text{ dBm}$

Without considering the effect of beamforming

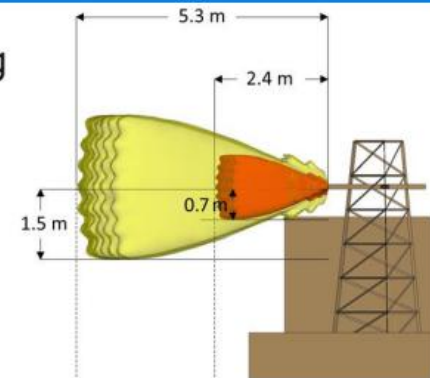
All transmitted power assumed directed in the same beam for several minutes

Process repeated for all beams



Considering the effect of beamforming

Distribute the power per beam to obtain statically conservative compliance boundaries



(forrás: Ericsson)

5G mobiltelefonok

5G



5G mobiltelefonok sugárzása, SAR

A 3G/4G telefonokkal összevetve az 5G telefonok esetében a 3.6 GHz-es frekvenciasávban az **SAR értékekben jelentős változást nem várunk** fejben

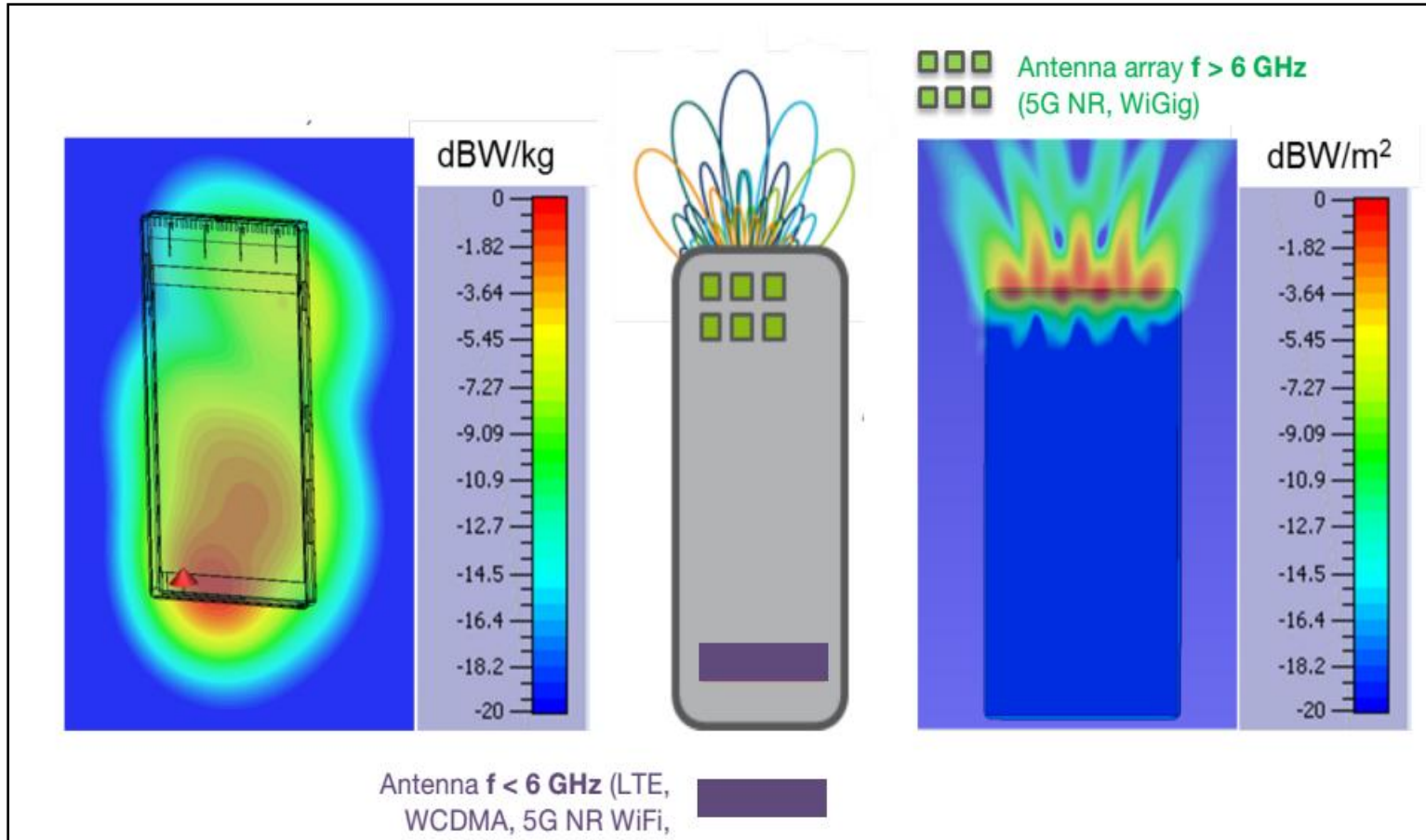
Feltételezhetően a **lokális maximumok** növekedhetnek, különösen a MIMO antennarendszerrel ellátott mobileszközöknél

A kísérleti telefonmodellek szerint az antennák várhatóan a készülék széléhez, pereméhez lesznek közel és jellemzően kifelé sugároznak.

Az egyes antennák sugárzási karakterisztikáit a **kézben elnyelt RF teljesítmény** is jelentősen befolyásolja.

A **milliméteres** hullámhosszok esetében (26-28 GHz) a telefonok irányítottan kifelé sugároznak majd.

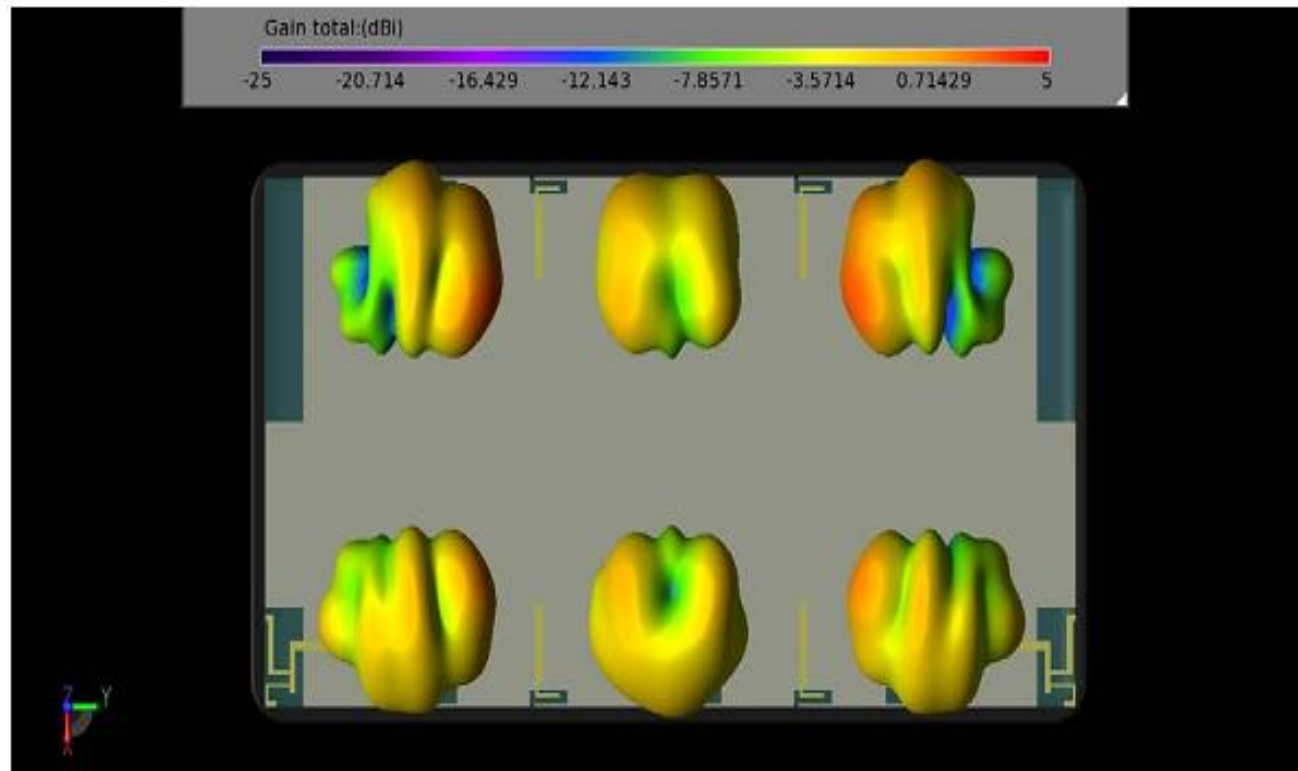
5G mobiltelefonok antennái és sugárzása 6 GHz alatt, illetve 6 GHz felett



5G mobiltelefon 2 GHz-es (bal) és 28 GHz-es antennákkal, illetve a számított SAR, és teljesítménysűrűség eloszlása a telefon közelterében

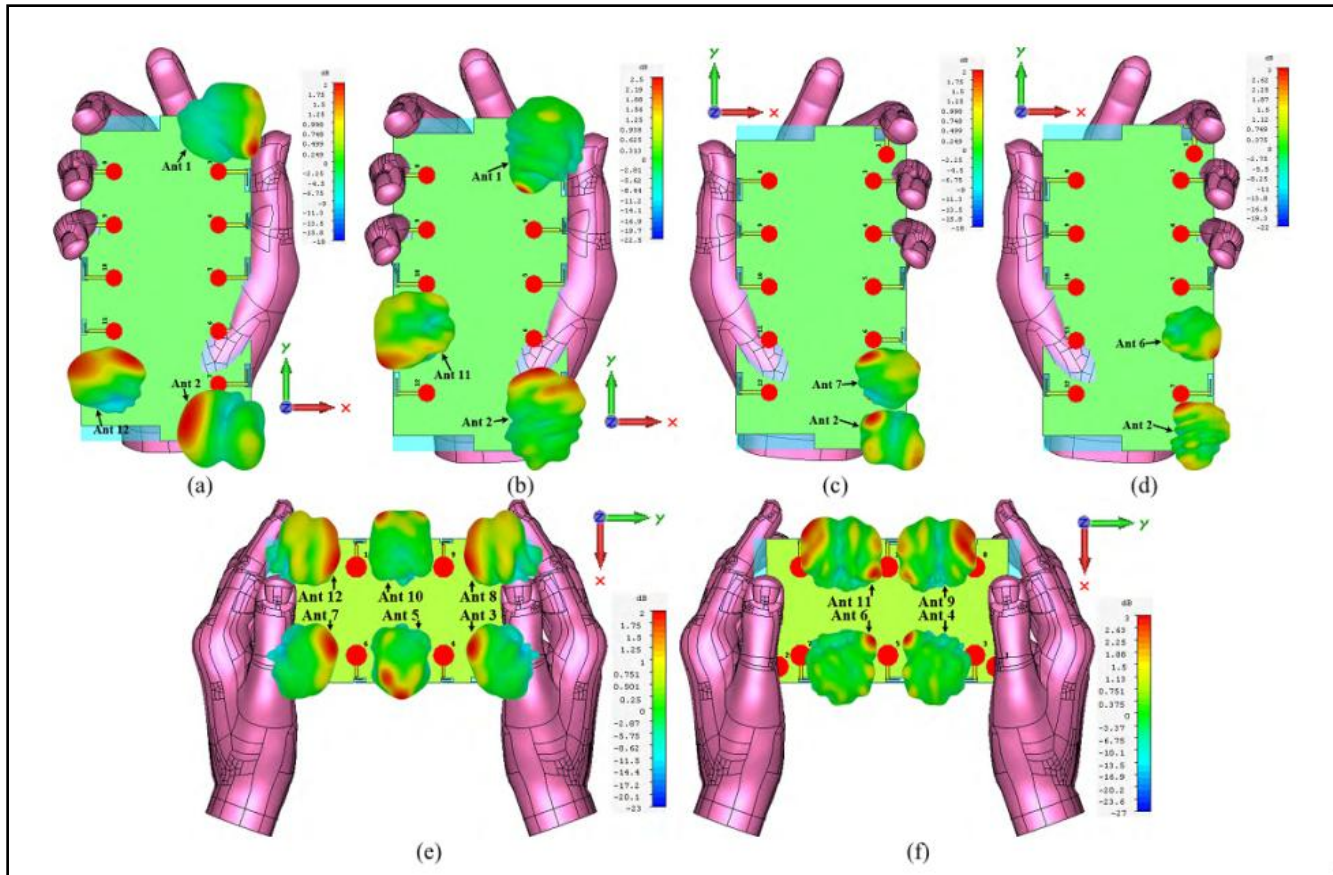
(Rowley, 2018).

5G mobiltelefonok expozíciójának főbb jellemzői 6GHz alatt (3.6 GHz)



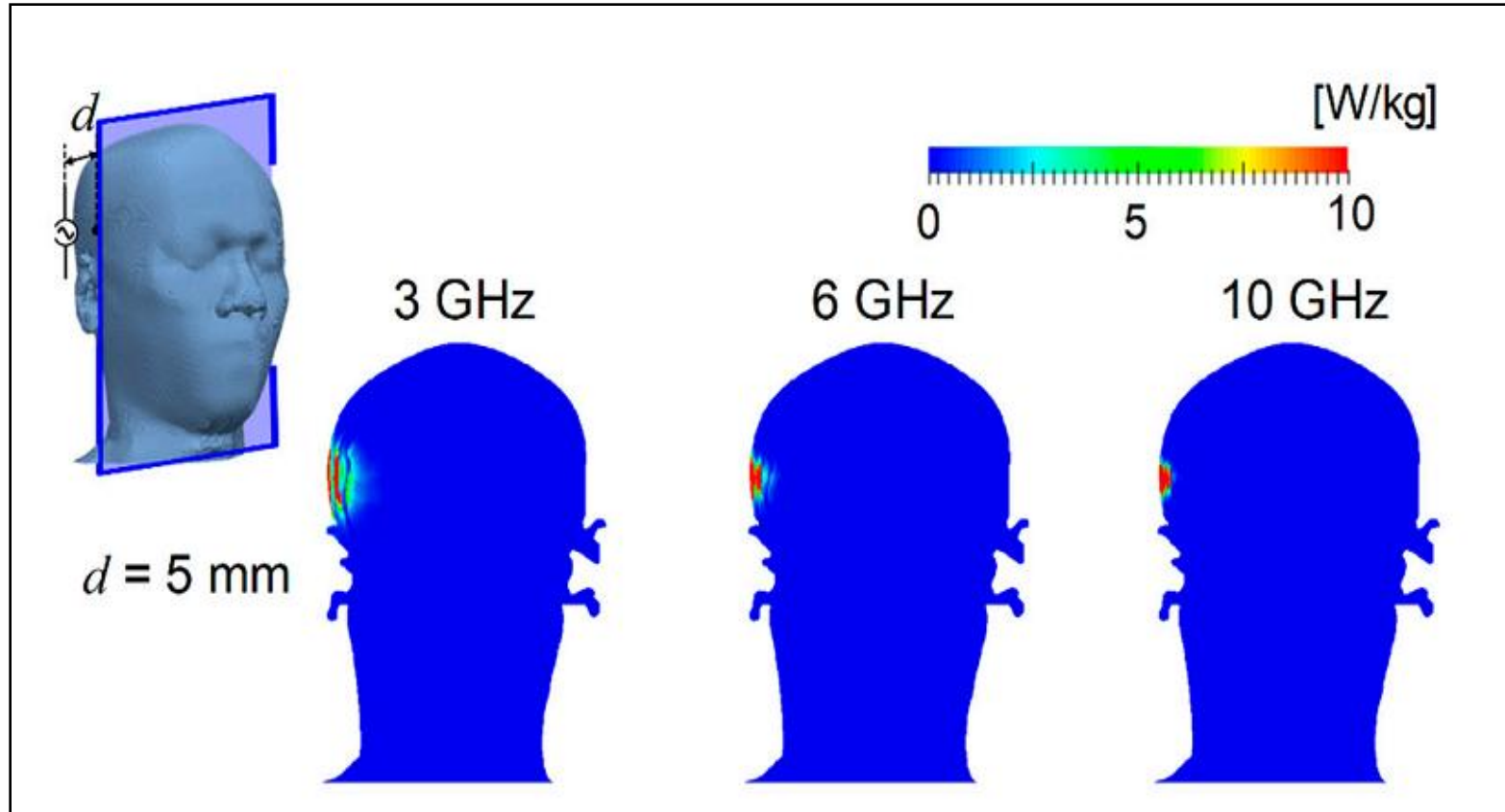
Kísérleti **3,6 GHz-es 5G** mobiltelefon a telefon peremére helyezett MIMO antennák sugárzási karakterisztikáinak számítógépes modellje
(REMCOM, 2019)

5G mobiltelefonok expozíciójának főbb jellemzői 6GHz alatt (3.6 GHz)



Kísérleti **3,6 GHz-es 5G** mobiltelefon a telefon peremére helyezett 12 db MIMO antenna sugárzási karakterisztikáinak számítógépes modellje különböző kézben tartott használati mód esetében (Li, 2018)

Fejben elnyelt teljesítmény (SAR) eloszlása 3 GHz-10 GHz



Fajlagosan elnyelt teljesítmény (SAR, W/kg) eloszlása fejmodellben SAR 3, 6, és 10 GHz frekvenciákon. A modellben egy dipólantenna 5 mm távolságban volt a fejtől. (A kisugárzott teljesítmény úgy volt beállítva, hogy a 10g-ra átlagolt SAR maximális értéke 10 W/kg legyen). *(Kodera, 2018)*

5G biofizikai és biológiai megfontolások

5G



Az 5G miben hoz újat az egészségre gyakorolt hatás szempontjából?

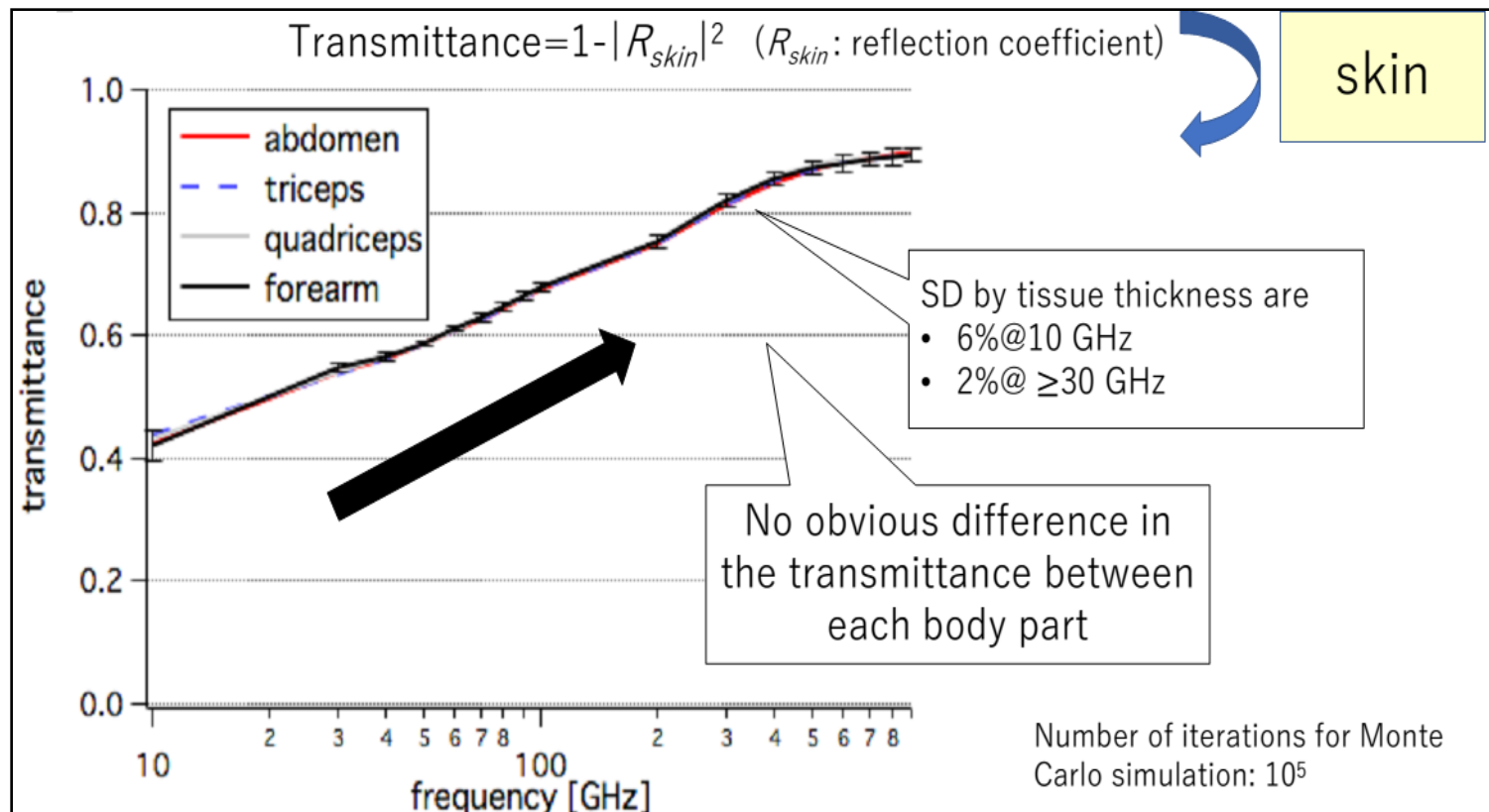
- **Biofizikai, biológiai hatás** (mechanizmus) szempontjából a 6 GHz alatti frekvenciákon várhatóan **nem különbözik** a korábbi mobil technológiáktól.
- **Dozimetriai szempontból** a rövidebb hullámhossz miatt a az emberi testben történő behatolási mélysége csökken. Ez akár egészségügyi szempontból **előnyösebb is lehet (?)**.
- A milliméteres hullámhosszú tartományban elsősorban **a bőr** és a bőr alatti szövetek, illetve **a szem** érintettek.
- Az emberi **expozíció jellege változik**. Az embert érő expozíció nagyságának változása egyelőre nehezen becsülhető.
- Epidemiológiai módszerekkel szinte **lehetetlen lesz külön az 5G-t vizsgálni**.

A milliméteres hullámhosszú expozíció biofizikai, biológiai kérdései

- A sugárzás **behatolási mélysége** az emberi testben kicsi.
- Az SAR (W/kg) helyett (6/10 GHz felett)
 - **elnyelt teljesítménysűrűség** (APD, W/m²), illetve
 - **elnyelt energiasűrűség** (AED, J/m²) a jellemző dozimetriai mennyiség
- A bőr, illetve a bőr alatti szövetek **hőmérsékletének** emelkedése adja az expozíciós korlátot (APD, AED)
- Az **5G milliméteres** hullámhosszú sugárzások biológiai hatásairól egyelőre **nincsenek kísérletes** adatok.
- Az 5G milliméteres hullámhosszú sugárzások hatásairól csupán **korábban publikált** milliméteres hullámhosszú sugárzásokkal kapcsolatos kísérleti eredményekből következtethetünk.

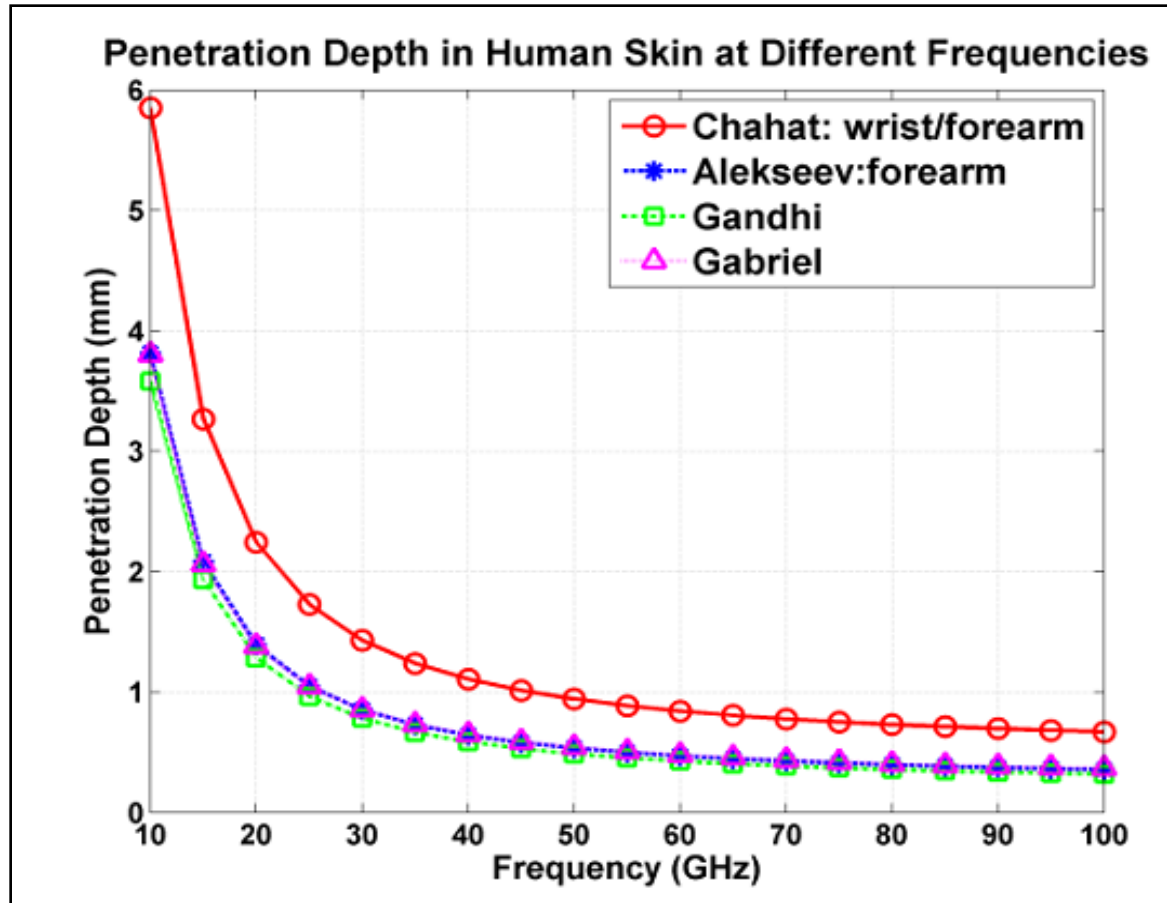


A milliméteres hullámhosszú expozíció: reflexió és elnyelődés a bőrben



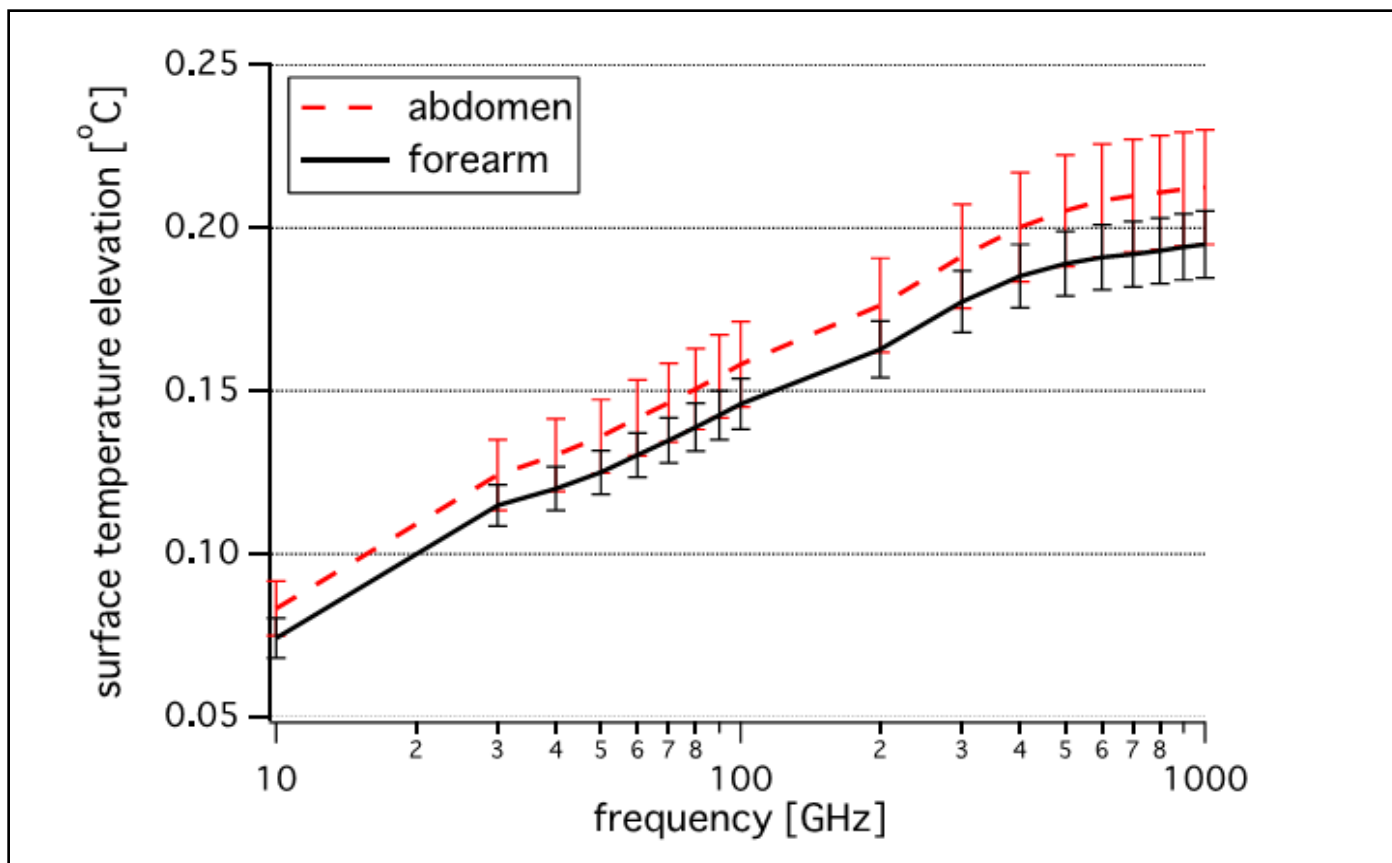
A mikrohullámú teljesítménysűrűség bőrben történő elnyelődésének frekvenciafüggése 10 GHz felett, a test különböző bőrfelszínei esetében
(Hirata, 2018)

A milliméteres hullámhosszú expozíció: behatolási mélység a bőrben 10-100 GHz



Mikrohullámú sugárzás behatolási mélysége a bőrben 10 GHz felett, különböző modellek alapján *(Wu, 2015)*

A milliméteres hullámhosszú expozíció: a bőrhőmérséklet változása 10-100 GHz



A hasfal, illetve az alkar bőrfelszínének hőmérsékletemelkedése a frekvencia függvényében 10 GHz felett, **10 W/m²** teljesítménysűrűség esetében.

Az ICNIRP határérték a 10 GHz feletti tartományban 10 W/m²

(Sasaki, 2017)

A milliméteres hullámhosszú mikrohullámú sugárzás korábbi kísérletes eredményei



International Journal of
*Environmental Research
and Public Health*



Review

5G Wireless Communication and Health Effects—A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz

Published: 13 September 2019

Myrtill Simkó *  and Mats-Olof Mattsson 

SciProof International AB, Vaktpoststigen 4, 83132 Östersund, Sweden;

A milliméteres hullámhosszú mikrohullámú sugárzás korábbi kísérletes eredményei

Az 5G milliméteres hullámhosszú sugárzások esetében **új** biológiai kísérleti eredmények **még nem állnak rendelkezésre**.

A 70-es, 80-as, 90-es években történtek a milliméteres tartomány hatásait vizsgáló kutatások, akkor elsősorban a **radartechnika** sugárvédelme miatt, illetve egyes **terápiás**, és **katonai** alkalmazások céljából.

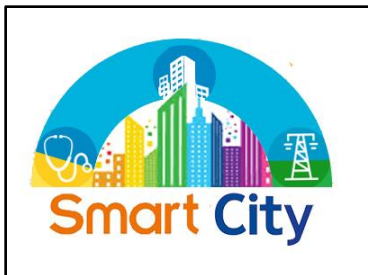
Az eddigi publikált adatokból egyelőre annyi tudható, hogy hogy **nincs** konzisztens összefüggés a **teljesítménysűrűség**, az **expozíciós idő**, a **frekvencia** és a vizsgált biológiai hatások között.

Ugyanakkor az eddig publikált eredmények egyelőre **nem adnak elegendő információt** a sugárvédelmi szempontok kialakításához különösen az un. **nem-termális** hatások vonatkozásában.

A lokális expozíció okozta **hőhatások** különösen a bőr és a szemek esetében viszont kiemelten fontosak

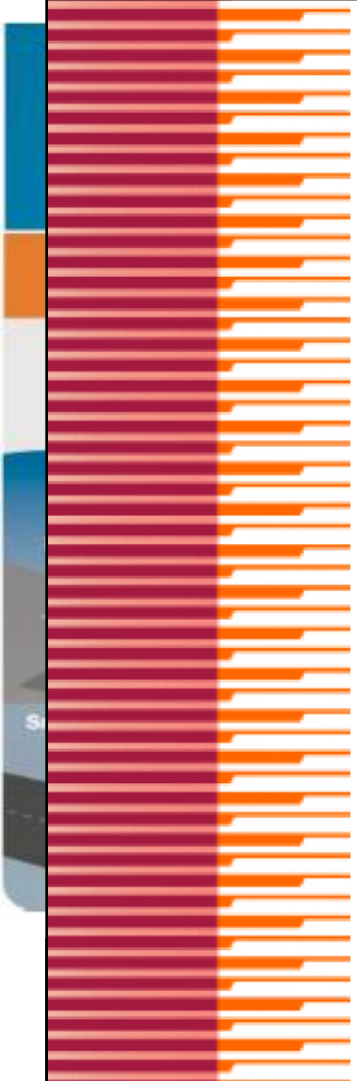
(Simko & Mattsson, 2019)

Smart City = Connecting (5G) City



<https://www.itu.int/rec/T-REC-K.Sup9-201711-I>

Smart City = Connecting (5G) City



ITU-T

TELECOMMUNICATION
STANDARDIZATION SECTOR
OF ITU

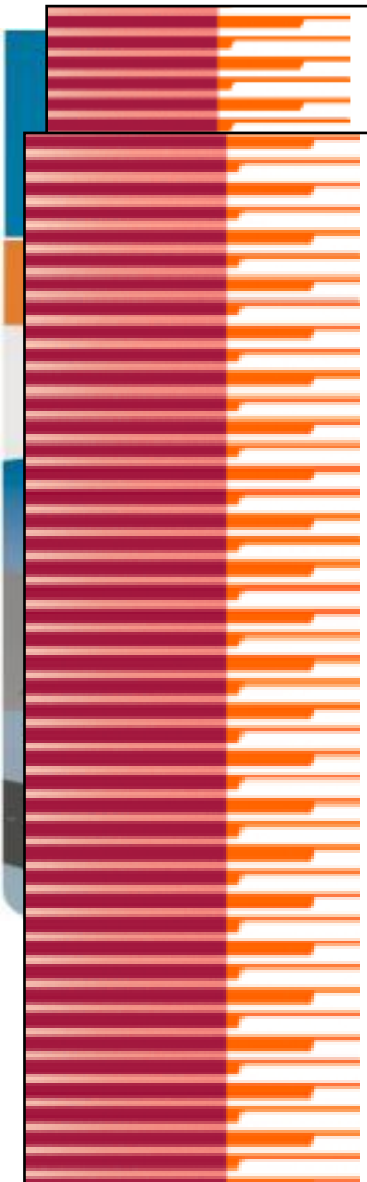
FG-SSC

(10/2014)

ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities

**Electromagnetic field (EMF) considerations in
smart sustainable cities**

Smart City = Connecting (5G) City



ITU-T

FG-SSC

ITU-T

TELECOMMUNICATION
STANDARDIZATION SECTOR
OF ITU

Series K

Supplement 9
(11/2017)

SERIES K: PROTECTION AGAINST INTERFERENCE

5G technology and human exposure to RF EMF

Végezetül

Szakmai álláspontunk

- Nyilvánvaló cél, hogy **a vezetéknélküli infokommunikációs eszközök szabályozásnak biztosítania kell a sokféle egyéni, csoport és gazdasági érdek összhangját, *elsőbbiséget adva az egészségvédelem szempontjának***, de nem gátolva a korszerű (pl. mobil) technológiák nemzetgazdasági fejlődését.
- Biztosítani kell továbbá, hogy ezen alkalmazások egészségkárosító hatásainak kockázata és mértéke ne haladja meg **a társadalom számára elfogadható**, és az alapvető sugárvédelmi szabályozásban rögzített szinteket.

Köszönöm figyelmet!



thuroczy.gyorgy@osski.hu