

Stručný prehľad politiky

# VYSTAVENIE EURÓPSKÝCH OBČANOV SIEŤI 5G

## Vystavenie elektromagnetickým poliam v dôsledku prechodu na 5G

### Úvod

Keďže Európa rýchlo napreduje smerom k širokému prijatiu technológie 5G, rastie politický záujem o pochopenie dôsledkov tohto posunu pre verejné zdravie, najmä pokiaľ ide o vystavenie rádiovým elektromagnetickým poliam (RF-EMF). Prechod na 5G priniesol nové frekvencie, prenosové vzorce a sieťové architektúry, ktoré menia spôsob, akým sú jednotlivci vystavení v každodennom prostredí. Tieto zmeny stavajú na neustálom vývoji mobilných sietí, v ktorých každá ďalšia generácia upravila vystavenie pochádzajúce zo sieťových základňových staníc aj vystavenie spojené s používaním osobných zariadení v dôsledku zlepšenej energetickej účinnosti na oboch koncoch komunikačného spojenia.

Súčasnú výskumnú úsilie v celej Európe vrátane rozsiahlych meracích kampaní je nevyhnutné na kvantifikáciu týchto nových vzorcov expozície a posúdenie ich vzťahu ku kvalite siete, správaniu používateľov, skupinám obyvateľstva a lokalite. Okrem toho sú štúdie o tom, ako európska populácia vníma expozíciu z rôznych zdrojov, dôležité aj na identifikáciu mylných predstáv o expozícii a na pomoc pri vyplňaní medzier v komunikácii o rizikách. Výsledky takýchto štúdií tvoria základ pre politické opatrenia, ktoré chránia verejné zdravie, podporujú reguláciu založenú na dôkazoch a zabezpečujú zodpovedné zavádzanie 5G a budúcich bezdrôtových technológií.

### Pozadie

#### Kľúčové koncepty – Čo je nové s 5G

Vystavenie ľudí rádiovým elektromagnetickým poliam z mobilnej komunikácie je výsledkom prekrývajúcich sa scenárov expozície. Tieto možno rozlíšiť podľa zdroja, dobrovoľnosti a priestorovej blízkosti k zdroju. Nasledujúce kategórie sa bežne používajú pri hodnotení expozície rádiovým elektromagnetickým poliam a epidemiologických štúdiách.

#### ● Nedobrovoľné vystavenie downlinku

Nedobrovoľné alebo environmentálne vystavenie žiareniu z downlinku sa vzťahuje na vystavenie osoby z infraštruktúry pevnej siete, predovšetkým základňových staníc, ktoré zabezpečujú pokrytie siete. Takéto polia sú vo všeobecnosti prítomné bez ohľadu na používanie mobilného zariadenia a zvyčajne vystavujú celé telo. Medzi faktory prispievajúce k vystaveniu žiareniu z downlinku patria periodicky vysielané vysielacie a riadiace signály, ako aj prevádzka generovaná mobilnými hovormi a prenosom dát (pozri tiež „Indukované vystavenie downlinku“ nižšie).



[www.etaingroup.eu](http://www.etaingroup.eu)



[www.nextgem.eu](http://www.nextgem.eu)



[projectgoliat.eu](http://projectgoliat.eu)



[seawave-project.eu](http://seawave-project.eu)

Európsky výskumný klaster pre  
elektromagnetické polia a zdravie

### ● Indukovaná expozícia downlinku

Keď používatelia aktívne generujú prevádzku, základňová stanica 5G môže týmto používateľom pridať dodatočné zdroje, ktoré sa prenášajú prostredníctvom zaostrných lúčov smerom k nim. Tento cieľný prenos zvyšuje lokálnu hustotu dopadajúceho výkonu v blízkosti používateľov, čo znamená, že používateľ si dočasne sám vyvolá vyššiu expozíciu v downlinku. Dôležité je, že toto zvýšenie ovplyvňuje nielen používateľa, ktorý prevádzku inicioval, ale môže sa rozšíriť aj na ďalšie osoby v jeho okolí (okoloidúcich). Expozícia z indukovanej expozície v downlinku je prechodná, ale môže predstavovať významný príspevok k celkovej expozícii jednotlivca nahromadenej za deň.

### ● Indukovaná expozícia uplinku

Signál z vlastného zariadenia osoby predstavuje významný príspevok k expozícii, pretože toto zariadenie sa často používa v blízkosti hlavy alebo tela. Počas aktivít, ako sú mobilné hovory, nahrávanie súborov alebo zdieľanie internetu, môže lokalizovaná absorpcia v tkanivách v blízkosti zariadenia presiahnuť príspevky zo všetkých ostatných zdrojov. Tieto aktivity sú obzvlášť dôležité pre kumulatívne metriky expozície, ktoré v priebehu času integrujú elektromagnetickú energiu absorbovanú v tkanive.

### ● Nedobrovoľné vystavenie uplinku

V preplnených prostrediach, ako je verejná doprava, nákupné centrá alebo štadióny, môžu byť jednotlivci vystavení vyžarovaniu signálu z blízkych používateľských zariadení. Slabé pokrytie siete (napr. vo vlakoch) spôsobuje, že mobilné zariadenia vysielajú s vyšším výkonom. Rastúci počet používateľov v blízkosti tiež vedie k zvýšenému nedobrovoľnému vystaveniu sa vyžarovaniu signálu.

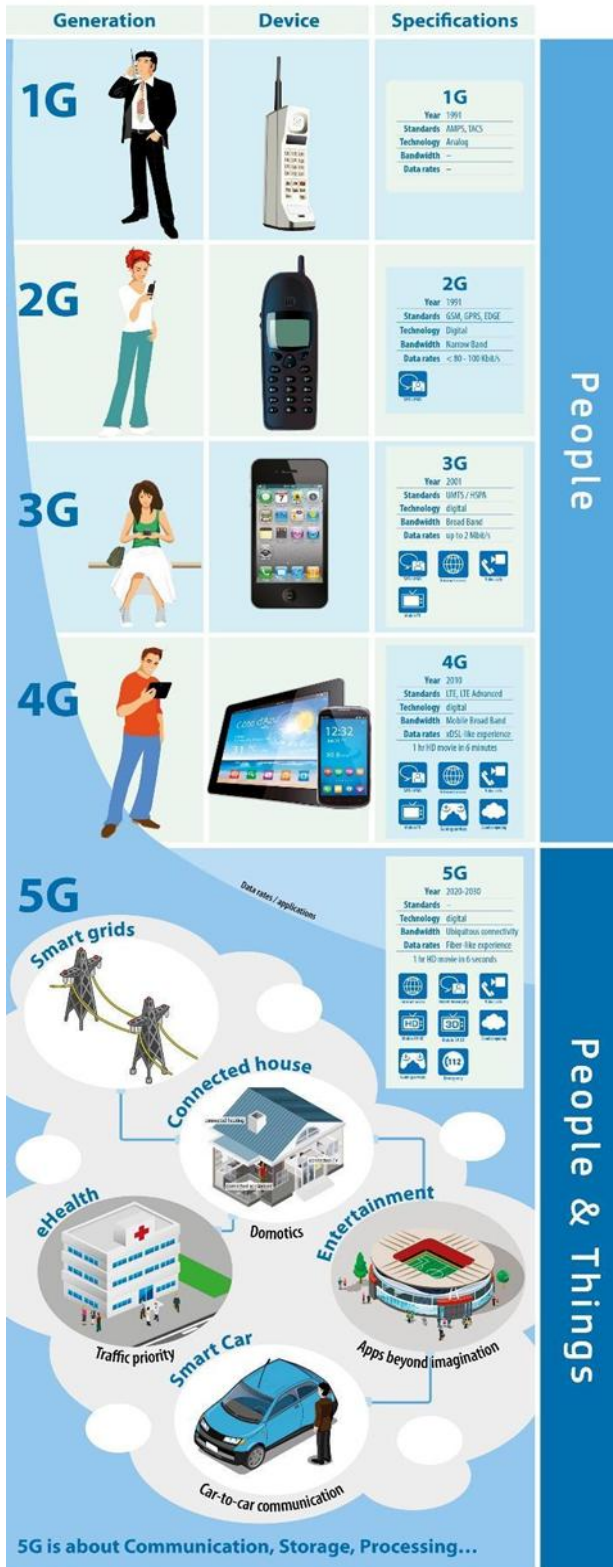
## Historická perspektíva

Prechod od analógových systémov prvej generácie (1G) k sieťam piatej generácie (5G) sprevádzali podstatné zmeny v zdrojoch aj charakteristikách vystavenia ľudí rádiofrekvenčným elektromagnetickým poliam (RF-EMF). V najstarších systémoch bolo vystavenie prevažne ovplyvnené vzostupnými emisiami mobilných telefónov. Zariadenia vysielali s relatívne vysokým výkonom, často až do dvoch wattov, a počas hlasových hovorov sa zvyčajne držali pri hlave, čo viedlo k lokalizovanej absorpcii v tkanivách hlavy. V tom čase bola infraštruktúra rozmiestnená riedko a pozostávala prevažne z vysokovýkonných makrozákladňových staníc.

So zavedením 2G a najmä 3G sa začali vyvíjať vzorce expozície. Techniky regulácie výkonu znížili priemerný vysielací výkon mobilných telefónov, čo znamenalo, že expozícia z používania mobilných telefónov sa výrazne znížila. Platilo to najmä v prípadoch dobrého pokrytia siete. Súčasne zhustenie siete, dodatočné prevádzkové frekvencie a rozširovanie širokopásmových služieb zvýšili hustotu siete relevantnú pre downlinkové polia v prostredí. V ére 3G už kumulatívnu expozíciu nebolo možné opísať ako výlučne uplinkovú, pretože sa celkovo znížila a viedla k zvýšeniu relatívneho príspevku downlinkových polí zo základňových staníc k celkovej expozícii.

Zavedenie siete 4G LTE (Long Term Evolution) tento posun ešte viac zdôraznilo. Vďaka prevádzke v širšom frekvenčnom rozsahu s vyššou priepustnosťou dát a agregáciou nosičov sa LTE spoliehala na hustejšiu infraštruktúru vrátane malých buniek a riešení v interiéri. V dôsledku toho sa downlinková zložka z celulárnych sietí stala relevantnejšou v porovnaní s uplinkovou zložkou.

## Mobile communications: from 1G to 5G



People

People & Things

zatiaľ čo v situáciách so slabým pokrytím siete alebo vysokou prenosovou kapacitou stále prevládala expozícia uplinku.

So zavedením siete 5G sa zmenila expozícia downlinku. Vo frekvenčných pásmach pod 6 GHz (nazývaných aj FR1) sa expozícia vo veľkej miere podobá expozícii v LTE. Novinkou bolo zavedenie antén MaMIMO (masívne viacnásobné vstupy a viacnásobné výstupy) a dynamického tvarovania lúča, ktoré priniesli vysokú variabilitu expozície. To znamená, že človek môže zažiť veľmi rýchlu zmenu expozície vo veľmi krátkych časových obdobiach alebo na krátke vzdialenosti. Signály downlinku už nevytvárajú stabilnú expozíciu pozadia, ale môžu kolísať v závislosti od aktivity používateľa: vlastná prevádzka osoby môže priťahovať ďalšie lúče, zatiaľ čo prevádzka blízkych používateľov môže zvýšiť úroveň downlinku pre okoloidúcich. Vo frekvenčnom rozsahu milimetrových vln (mmWave) (FR2) – ktorý je v súčasnosti v Európe riedko nasadený – sa situácia opäť mení. Vyššie frekvencie znamenajú, že absorpcia je do značnej miery obmedzená na povrchové tkanivá, ako je koža a oči, zatiaľ čo vyššia strata dráhy si vyžaduje husté nasadenie malých buniek s nízkym výkonom. Samotné zariadenia používajú smerové antény, čo vedie k lokalizovanejším a uhlovo závislým expozíciám uplinku.

Celkovo vzaté, vývoj z 1G na 5G posunul pomer expozície medzi zdrojmi uplink a downlink a zaviedol novú časovú a priestorovú dynamiku.

Projekty v klastri EMF a zdravie (CLUE-H) boli zamerané na kvantifikáciu situácie vystavenia populácie signálom 5G, keďže povaha vystavenia sa signálom 5G je komplexnejšia, závislá od kontextu a heterogénna, čo predstavuje nové výzvy pre meranie a modelovanie. Štúdie CLUE-H sa okrem toho zamerali na to, ako európska verejnosť vníma

vystavenie signálom 5G s cieľom zlepšiť komunikáciu o rizikách.

## Súčasná dôkazy

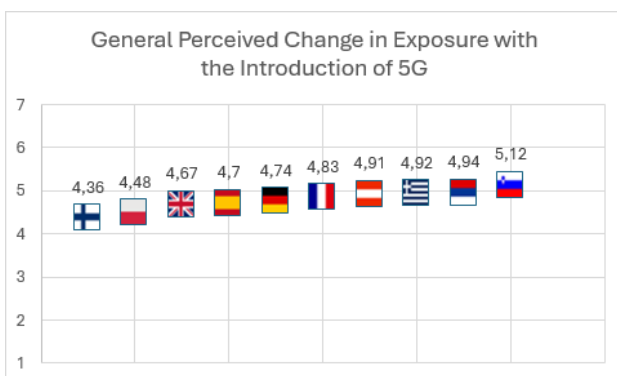
### Vnímaná expozícia

Rozsiahly online prieskum, ktorý spoločne uskutočnili projekty SEAWave a GOLIAT koncom roka 2023, skúmal, ako ľudia v desiatich krajinách vnímajú svoje každodenné vystavenie vysokofrekvenčným elektromagnetickým poliam z 5G zariadení a infraštruktúry. Každá krajina sa zúčastnila s reprezentatívnou vzorkou približne 1 000 respondentov.

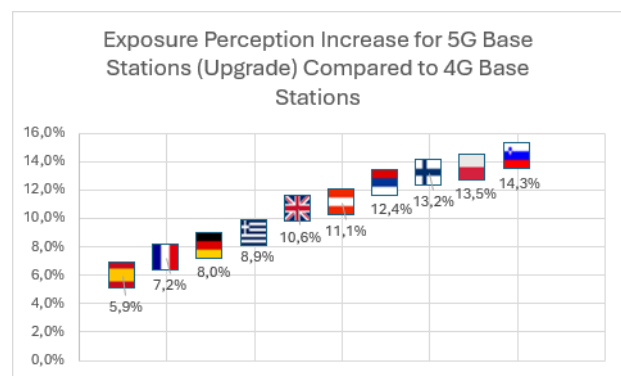
Kľúčové zistenia štúdie boli nasledovné:

- Respondenti celkovo považovali svoju dennú expozíciu RF-EMF za miernu, ale očakávali, že sa s 5G zvýši, čo je konzistentný trend vo všetkých krajinách. Pociťované nárasty boli najnižšie vo Fínsku a najvyššie v Slovinsku (obrázok 1a).
- Respondenti tiež očakávali vyššiu expozíciu zo základňovej stanice mobilného telefónu na streche domu, ak by bola upgradovaná na 5G (obrázok 1b).
- Respondenti zo všetkých krajín hodnotili vystavenie sa z videohovoru na 5G smartfóne ako vyššie ako v sieti 4G (obrázok 2a). Vystavenie sa zo 5G smartfónu bolo vnímané ako vyššie ako z Wi-Fi pri rovnakej činnosti, t. j. pri videohovore (obrázok 2b).

Záverom možno povedať, že ľudia v Európe sa vo všeobecnosti domnievajú, že 5G zvyšuje každodennú expozíciu rádiových frekvencií a elektromagnetickému žiareniu. V niektorých krajinách (Slovinsko, Srbsko) je vnímaný nárast výraznejší ako v iných (Španielsko, Fínsko).

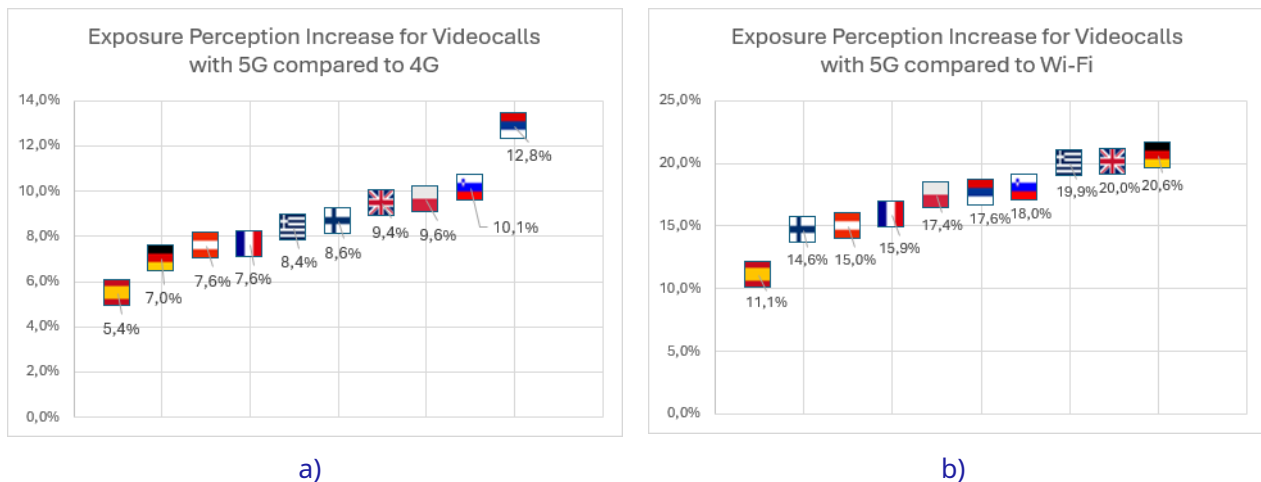


a)



b)

**Obrázok 1.**(a) Vnímaná zmena v celkovej dennej expozícii so zavedením 5G. Merané na stupnici od 1 do 7, kde 1 = veľmi silný pokles, 4 = žiadna zmena, 7 = veľmi silný nárast. (b) Zvýšenie vnímanej expozície pre základňové stanice 5G (modernizované zo 4G) v porovnaní so základňovými stanicami 4G. Percentuálne hodnoty nárastu sú odvodené z porovnania so základnými obrázkami základňových staníc 4G, ktoré boli účastníkom ukázané.



**Obrázok 2.**(a) Zvýšenie vnímania expozície pri videohovoroch uskutočnených s 5G v porovnaní so 4G. Percentuálne nárasty sú odvodené z porovnania so základnými obrázkami videohovorov 4G zobrazenými účastníkom. (b) Zvýšenie vnímania expozície pri videohovoroch uskutočnených s 5G v porovnaní s Wi-Fi. Percentuálne nárasty sú odvodené z porovnania so základnými obrázkami videohovorov cez Wi-Fi zobrazenými účastníkom.

## Nameraná expozícia

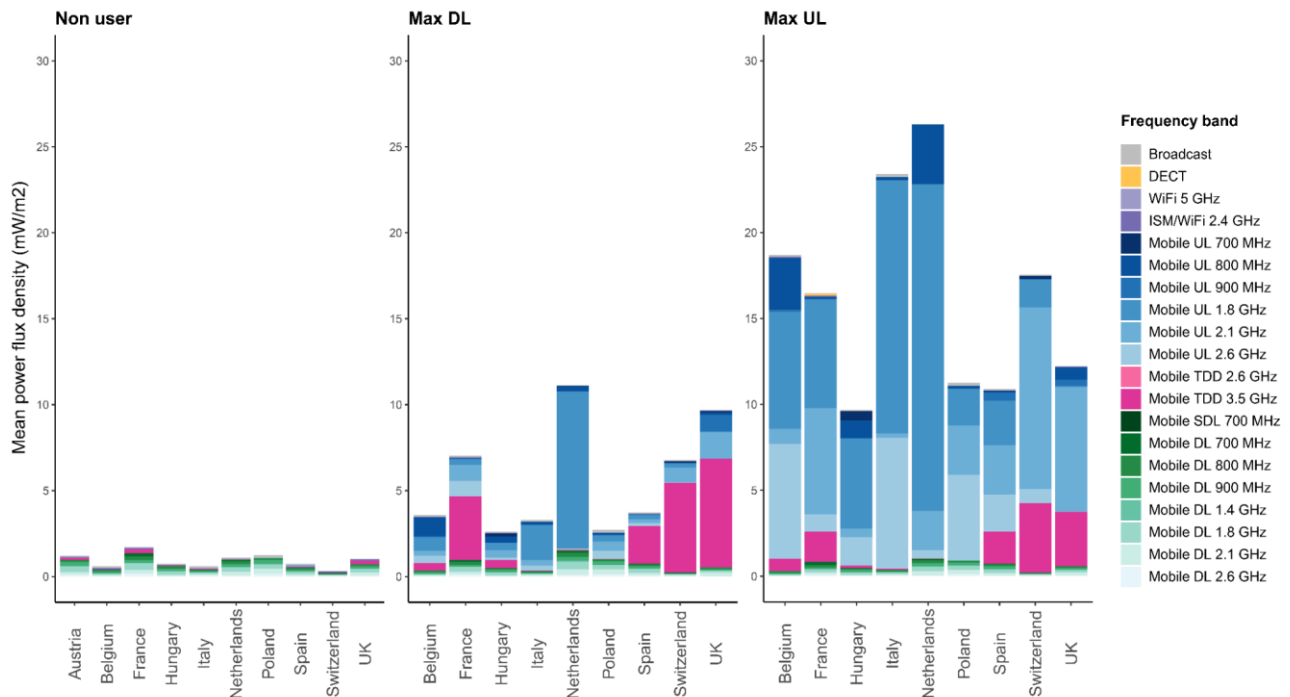
V nasledujúcej časti uvádzame výsledky expozície, ktoré boli vyhodnotené meraciami kampaňami, ktoré prebiehali v celej Európe v rámci projektov CLUE-H.

### GOLIÁT

Cieľom meraní v projekte GOLIAT bolo zmerať vystavenie rádiovým frekvenciám elektromagnetickému žiareniu z predchádzajúcich technológií mobilných telefónov a z 5G v rôznych mikroprostrediach v desiatich európskych krajinách (Rakúsko, Belgicko, Francúzsko, Maďarsko, Taliansko, Holandsko, Poľsko, Španielsko, Švajčiarsko a Spojené kráľovstvo). Vyškolení výskumníci vykonali prieskumy mikroprostredia chôdzou po vopred definovaných trasách v rôznych mestských a vidieckych oblastiach v každej z meraných krajín. Na meranie úrovni prostredia boli vykonané tri scenáre prenosu údajov (scenár bez používateľa, t. j. nedobrovoľné vystavenie downlinku), indukované vystavenie downlinku nepretržitým indukovaním downlink prevádzky (scenár maximálneho downlinku) a indukované vystavenie uplinku nepretržitým generovaním uplink prevádzky (scenár maximálneho uplinku).

Merania ukázali, že počas scenára bez používania boli úrovne expozície RF-EMF v priemere o 80 % nižšie vo vidieckych oblastiach v porovnaní s mestskými oblasťami a že celkové úrovne expozície mali tendenciu byť nižšie v krajinách so zavedenými preventívnymi limitmi (Belgicko, Taliansko a Švajčiarsko). Počas scenára bez používania boli hlavnými zdrojmi expozície downlink frekvenčné pásma zo základňových staníc, najmä pásmo 4G s frekvenciou 1800 MHz (obrázok 3). Všetky merania ukázali úrovne expozície výrazne pod regulačnými limitmi vo všetkých krajinách.

Pokiaľ ide o indukované vystavenie downlinku, pásmo 5G s frekvenciou 3,5 GHz bolo hlavným prispievateľom k expozícii v rôznych krajinách. V prípade používania mobilných zariadení najviac k celkovej expozícii prispeli pásma 4G uplinku s frekvenciou 1800 – 2600 MHz a pásmo 5G s frekvenciou 3,5 GHz. Prenášaný výkon počas scenára maximálneho uplinku bol až o 64 % vyšší vo vidieckych oblastiach v porovnaní s mestskými oblasťami, pravdepodobne v dôsledku horšieho pokrytia siete v porovnaní s mestskými oblasťami.

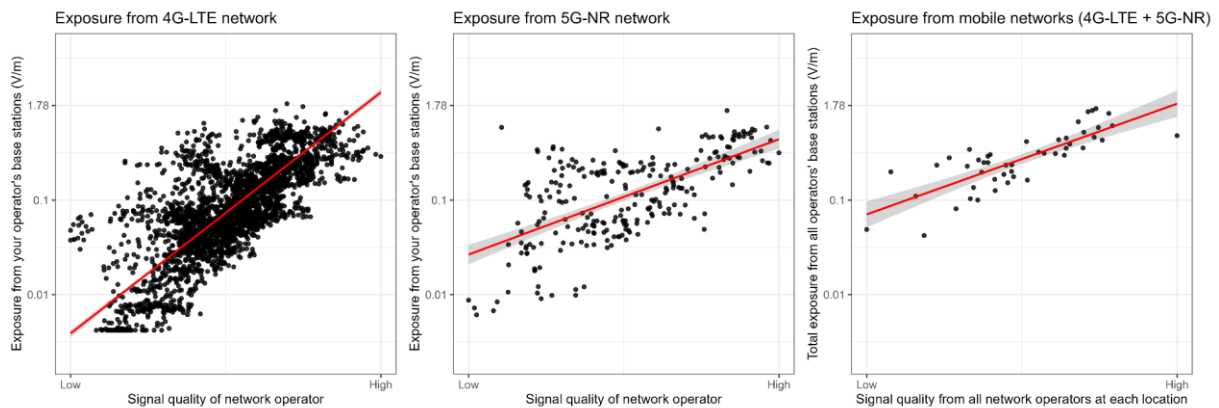


**Obrázok 3.** Stredná hustota výkonového toku (mW/m<sup>2</sup>) úrovne merané v rôznych frekvenčných pásmach pomocou zariadenia ExpoM-RF4. Graf je stratifikovaný podľa krajiny a scenára prenosu dát. Vysielanie: príspevok digitálnej pozemnej televízie, frekvenčnej modulácie, digitálnych rozhlasových služieb a telefónov/rádia Tetrapol; DECT: Digitálne vylepšené bezdrôtové telekomunikácie; ISM: Priemyselné, vedecké a lekárske; Wi-Fi: Bezdrôtová vernosť; UL: uplink; TDD: duplex s časovým delením; DL: downlink; SDL: doplnkový downlink. (Zdroj: Veludoa kol., 2025).

## ETAİN

Cieľom meraní v ETAİN bolo lepšie pochopiť vzťah medzi indikátorom kvality sieťového signálu a výstupným výkonom mobilných telefónov počas rôznych aktivít. Za týmto účelom výskumník vykonal merania v šiestich európskych krajinách (Francúzsko, Nemecko, Švajčiarsko, Grécko, Holandsko, Španielsko) na rôznych miestach počas rôznych aktivít mobilného telefónu (volanie, sťahovanie alebo nahrávanie dát) s použitím siete 4G alebo 5G. Tieto merania naznačujú, že čím vyšší je indikátor kvality signálu, tým vyššia je expozícia downlinku od vlastného operátora (obrázok 4). Preto možno agregované indikátory kvality signálu od všetkých operátorov použiť ako približnú mieru expozície environmentálneho downlinku z týchto sietí. Tento vzťah bol preto implementovaný v [Aplikácia 5G Scientist](#) Po druhé, merania ukázali, že výstupný výkon telefónu bol nižší v podmienkach s dobrou kvalitou signálu. Táto súvislosť má tendenciu byť silnejšia pre aplikácie s malou výmenou dát v porovnaní s vysokou výmenou dát, ale je relatívne podobná pre 4G a 5G. To znamená, že pri používaní mobilných zariadení je osobná expozícia RF-EMF nižšia v oblastiach s dobrou sieťou.

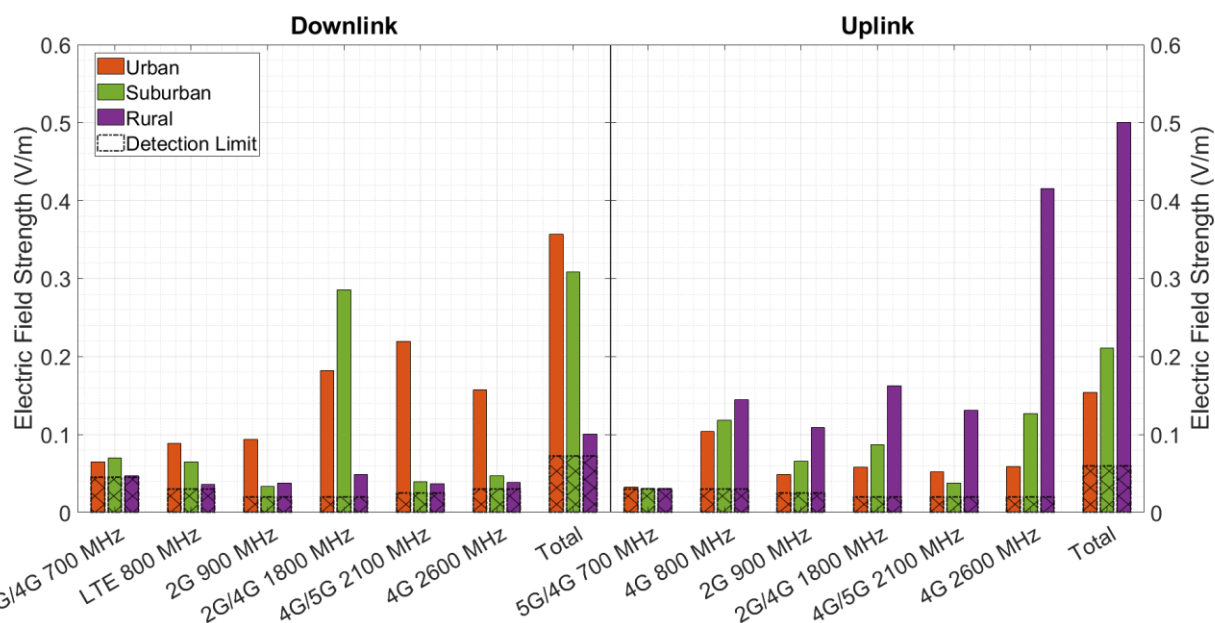
kvalita kvôli zníženému výstupnému výkonu, hoci zaťaženie životného prostredia je na takýchto miestach vyššie.



**Obrázok 4.** Vztáh medzi kvalitou signálu (horizontálna os) a vystavením životnému prostrediu v zodpovedajúcom frekvenčnom pásme (vertikálna os). Obrázky na ľavom a strednom paneli sa vzťahujú na jedného používateľa a jeho vystavenie od operátora oddelene pre 4G a 5G. Právý panel predstavuje súčet všetkých meraní na lokalite od všetkých dostupných operátorov.

### Morská vlna

V rámci projektu SEAWave sa uskutočnili meracie kampane pre všetky štyri kategórie expozície (pozri „Kľúčové koncepty“ vyššie) v šiestich európskych krajinách (Belgicko, Francúzsko, Grécko, Poľsko, Slovinsko, Švajčiarsko) a Južnej Kórei. Nedobrovoľná a indukovaná expozícia z downlinkových polí sa hodnotila prevažne pomocou bodových meraní. Indukovaná expozícia uplinku sa merala pomocou troch rôznych komerčných softvérových nástrojov používaných na testovanie kvality sieťových služieb a pomocou senzora DEVIN5G vyvinutého počas projektu. Všetky metódy sa zamerali na hodnotenie výkonu vyžarovaného smartfónmi v rôznych scenároch používania. Všetky zložky expozície sa ďalej hodnotili pomocou osobných expozimetrov v rôznych prostrediach, od koncertov pod holým nebom až po nákupné centrá a dopravné uzly. Merania v Grécku ukázali, že nedobrovoľná expozícia sa mení s hustotou obyvateľstva: vo vidieckych oblastiach, kde sú základňové stanice ďaleko od používateľov, dominuje uplinková zložka, zatiaľ čo v mestských oblastiach vedie blízkosť základňových staníc k vyššej expozícii downlinku (obrázok 5). Okrem toho sa v súlade s inými projektmi CLUE-H pozorovalo, že indukovaná expozícia uplinku sa znižuje za dobrých signálových podmienok, najmä v komunikačných režimoch s nízkou rýchlosťou výmeny dát, a to pre 4G aj 5G.



**Obrázok 5.** Priemerné hodnoty elektrického poľa vo všetkých frekvenčných pásmach celulárnej siete, sprimerované v 76 mikroprostrediach (celkovo 16 990 meracích bodov) kategorizovaných v troch makroprostrediach (vidiecke, prímestské, mestské) v Grécku. Merania sa vykonávali bez generovania prevádzky prostredníctvom zariadenia operátora expozimetra. (Zdroj: Delidimitrioua kol., 2026).

## NextGEM

Jedným z hlavných pilierov projektu NextGEM je meranie expozície v reálnych 5G systémoch v pásmach FR1 (sub-6 GHz) aj FR2 (mmWave). Prieskum ukázal, že nasadenie FR2 v Európe je obmedzené. Na základe tohto hodnotenia NextGEM vykonal merania FR2 v súkromnom (TU Delft Campus, Holandsko) aj komerčnom (Front-Torino, Taliansko) prostredí v Európe. Špecializovaná kampaň vo Front-Torine na komerčnej základňovej stanici FR2 pracujúcej na frekvencii 27 GHz zahŕňala senzory nosené na tele a merania na mieste. Merania sa vykonávali pomocou nositeľných meracích zariadení vyvinutých v rámci NextGEM, porovnávaných s vysoko kvalitnými ručnými a laboratórnymi analyzátormi signálu. Realistické podmienky tvarovania lúča boli vyvolané pomocou ručných aj zákazkových používateľských zariadení v scenároch priamej viditeľnosti. Predbežné výsledky naznačujú, že namerané úrovne expozície vo FR2 v podmienkach merania a testovacích miestach zostávajú výrazne pod limitmi expozície definovanými v usmerneniach Medzinárodnej komisie pre ochranu pred neionizujúcim žiarením (ICNIRP) (ICNIRP, 2020). Okrem toho, keď sa nepoužívateľ pohybuje mimo dosahu lúča priťahovaného používateľom, úroveň expozície nepoužívateľa prudko klesá na zanedbateľné hodnoty.

## Zhrnutie

Celkovo meracie kampane, ktoré sa konali v rámci projektu CLUE-H, ukázali, že:

1. Expozícia životného prostredia je výrazne pod regulačnými limitmi.
2. Zatiaľ čo väčšina verejnosti sa domnieva, že vystavenie životného prostredia sa so zavedením 5G vo FR1 zvýšilo, rozsiahle meracie kampane nezistili výrazne zvýšené úrovne vystavenia životnému prostrediu.
3. Väčšina ľudí sa domnieva, že videohovory cez 5G spôsobujú vyššiu expozíciu ako videohovory cez 4G alebo Wi-Fi. Merania ukázali, že vysielačový výkon pre 5G bol vo všeobecnosti približne dvojnásobne nižší ako pre 4G (Stroobandta *kol.*, 2025).
4. Vystavenie životnému prostrediu býva vyššie v obývaných oblastiach, kde je kvalita siete lepšia. To však tiež znamená, že vystavenie z používania vlastných zariadení je nižšie.
5. Celková expozícia osoby nahromadená počas dňa je do značnej miery určená jej správaním. Patria sem trvanie používania zariadenia a vzdialenosť medzi vyžarujúcimi zariadeniami a telom počas používania.
6. Zavádzanie sietí FR2 5G v Európe je obmedzené, pričom predbežné výsledky ukazujú úrovne expozície výrazne pod limitmi ICNIRP.

## Politické dôsledky

Keďže namerané úrovne expozície zostávajú výrazne pod technologicky nezávislými limitmi stanovenými v odporúčaní Rady 1999/519/ES (CR, 1999), neočakáva sa výskyt nepriaznivých účinkov na zdravie bežnej populácie. Napriek tomu, aby sa minimalizovala inherentná neistota týkajúca sa zdravotných rizík vyplývajúcich z rádiových elektromagnetických polí, navrhujú sa tieto politické odporúčania:

1. Vzhľadom na rýchly a prebiehajúci rozvoj komunikačných technológií a rastúce využívanie umelej inteligencie by sa malo vynaložiť úsilie na udržanie nízkych úrovní vystavenia obyvateľstva v budúcnosti. Mali by sa zaviesť stratégie na zohľadnenie vystavenia RF-EMF v ranom štádiu vývoja a návrhu budúcich technológií. V tejto fáze je možné nastavenia expozície optimalizovať s relatívne malým úsilím.
2. Vystavenie RF-EMF by sa malo posudzovať komplexne, zahŕňajúc nielen vystavenie environmentálnemu downlinku, ale aj vystavenie uplinku generovanému používateľmi, ako aj interakciu medzi downlinkom a uplinkom. Minimalizácia vystavenia downlinku môže viesť k zníženiu kvality siete. V dôsledku toho môže prenos dát trvať dlhšie a vyžadovať si vyšší výstupný výkon z vysielačových zariadení, čo má za následok vyššie kumulatívne vystavenie používateľa.
3. Vzhľadom na očakávaný prebiehajúci rýchly rozvoj technológie vrátane zavádzania 5G v pásme FR2 by sa monitorovanie RF-EMF malo zachovať aj po ukončení projektov CLUE-H. Takéto monitorovanie by sa malo zamerať na environmentálne expozície a zariadenia vysielačové RF-EMF, pričom by sa mali zohľadniť aj najhoršie možné a typické scenáre expozície. Údaje z monitorovania zostávajú nevyhnutné pre riadenie rizík a komunikáciu rizík.
4. Dôvera verejnosti a jej primerané pochopenie sú kľúčom k implementácii akejkoľvek technológie. Vzhľadom na vysokú mieru mylných predstáv verejnosti o vystavení rádiovým elektromagnetickým poliam by sa mali prijať nové prístupy ku komunikácii rizík.

## Referencie

Odporúčanie Rady (CR). (1999). 1999/519/ES: Odporúčanie Rady z 12. júla 1999 o obmedzení vystavenia verejnosti elektromagnetickým poliam (0 Hz až 300 GHz). Úradný vestník L 199, 30. 7. 1999, s. 0059 – 0070.

Delidimitriou, S., Babas, D., Manassas, A., Wiart, J. a Samaras, T. (2026). Expozícia okoloidúcich RF-EMF v ére 5G meraná v rôznych mikroprostrediach v Grécku. *Annals of Telecommunications*, 1-14.

Medzinárodná komisia pre ochranu pred neionizujúcim žiarením (INCIRP). (2020). Usmernenia pre obmedzenie vystavenia elektromagnetickým poliam (100 kHz až 300 GHz). *Health physics*, 118(5), 483-524.

Stroobandt, B., Van Bladel, H., Veludo, AF, Deprez, K., Aerts, S., Verloock, L., ... a Joseph, W. (2025). Posúdenie expozície autoindukovanému uplinkovému 4G a 5G RF-EMF pomocou aplikácie na monitorovanie siete v rôznych mikroprostrediach v siedmich európskych krajinách. *Environmental Research*, 270, 121029.

Veludo, AF, Stroobandt, B., Van Bladel, H., Sandoval-Diez, N., Deprez, K., Aerts, S., ... a Rössli, M. (2025). Posúdenie vystavenia rádiovým elektromagnetickým poliam vo viacerých mikroprostrediach v desiatich európskych krajinách so zameraním na 5G. *Environment international*, 109540.