

Elektromagnetna sevanja
NAPRAVE Wi-Fi IN ZDRAVJE

Elektromagnetna sevanja – Naprave WiFi in zdravje

Izdajatelj: projekt FORUM EMS

Priprava besedila: doc.dr. Peter Gajšek, dr. Blaž Valič

Recenzija in potrditev: prof.dr. Vesna Zadnik, doc. dr. Damijan Škrk

Lektoriranje: skupina Lucas

Oblikovanje: Miha Korenčan

Ljubljana, Oktober 2019

©To delo je izdano pod licenco CC BY-NC-SA, ki omogoča distribucijo, predelavo ali prilagoditev vsebine v nekomercialne namene. Vedno je potrebno navesti avtorja izvirnega dela, ki ne sme biti uporabljeno v komercialne namene. Novo delo mora biti licencirano pod enakimi pogoji.

1. ELEKTROMAGNETNA SEVANJA

Električno nabiti delci so osnovni gradniki snovi. Elektroni imajo negativni električni naboj, protoni imajo pozitivnega. Izmenični tok proizvaja časovno spreminjajoče se magnetno polje. Časovno spreminjajoče se magnetno polje s procesom, imenovanim indukcija, proizvaja časovno spreminjajoče se električno polje. Spreminjajoče se električno polje pa povzroča spreminjajoče se magnetno polje. Tako nastane **elektromagnetno sevanje (EMS)**, ki je sestavljeno iz spreminjajočega se električnega in magnetnega polja, skozi prazen prostor pa potuje s svetlobno hitrostjo (300.000 km/s).

Sevanje, ki ga določa frekvenca in pripadajoča energija, je prisotno povsod v našem okolju, saj obstajajo številni naravni viri sevanja, kot so svetloba, toplota, sevanje radioaktivnih snovi, kozmična sevanja ... Glede na energijo in s tem učinek, ki ga imajo na snovi, sevanja delimo na **ionizirna in neionizirna**.



Slika 1. Spekter ionizirnih in neionizirnih sevanj s prikazom naprav, ki delujejo v posameznih delih spektra.

Med ionizirna sevanja uvrščamo tista sevanja, ki imajo višje frekvence in s tem energije ter zato posledično sposobnost ionizacije snovi. Ionizacija je postopek, ko sevanje izbije posamezne elektrone iz atoma. Ker povzročajo ionizacijo tudi v človeških tkivih, so lahko zdravju škodljiva. Ionizirnim sevanjem smo izpostavljeni pri rentgenskem (CT) slikanju, prisotna so v jedrskih elektrarnah, pa tudi v naravnem okolju.

Neionizirna sevanja imajo nižjo frekvenco in zato nimajo dovolj visoke energije za ionizacijo. Delimo jih na statična oziroma enosmerna električna ali magnetna polja, nizkofrekvenčna električna in magnetna polja, elektromagnetno sevanje nizkih in visokih frekvenc ter na infrardeče sevanje, vidno svetlobo in ultravijolično sevanje. Poleg naravnih virov neionizirnih sevanj, kot sta sonce in ogenj, ki oddajata infrardeče sevanje, vidno svetlobo in ultravijolično sevanje, smo z razvojem različnih tehnologij in storitev izpostavljeni tudi številnim umetnim virom, kot so gospodinjske naprave, daljnovodi in transformatorske postaje, mobilni telefoni in bazne postaje, električna vozila, indukcijska kuhališča, radarji, radijski in televizijski oddajniki, brezžični telefoni, slušalke bluetooth in **brezžična lokalna omrežja (Wi-Fi)**. O slednjih je govora v tej brošuri.

2. BREŽIČNO LOKALNO OMREŽJE WI-FI

Hiter tehnološki razvoj, udobje in želja po mobilnosti vodijo k povečevanju uporabe različnih brezžičnih sistemov. Brezžični sistemi so elektronska komunikacijskega omrežja, ki za prenos informacij ne uporabljajo vodnikov, ampak poteka prenos v obliki EMS po zraku. Prva praktična uporaba brezžičnih sistemov sega v konec 19. in začetek 20. stoletja, ko je šlo pa predvsem za prenos govora na dolge razdalje. Izjemen napredek in razširjenost pa so različni brezžični sistemi doživeli v zadnjih 20 letih z uvedbo mobilne telefonije.

Brezžično lokalno omrežje (angl. Wireless Local Area Network) oziroma Wi-Fi je povezava med Wi-Fi dostopovno napravo in računalnikom ali drugimi mobilnimi napravami, kot so dlančniki, tablice, mobilni telefoni, igralne konzole in ostale digitalne naprave. Vse te naprave se lahko povežejo na omrežje prek brezžične dostopne točke ali brezžičnega usmerjevalnika, ki imajo doseg okrog 20 metrov znotraj objektov in še nekoliko več na prostem. Ena glavnih pomanjkljivosti naprav s povezavo Wi-Fi v primerjavi z žično povezavo (Ethernet) je varnost podatkov in zasebnosti, saj vsiljivcem v primeru vdora ni treba biti fizično prisotnim. Skozi leta se je tudi varnost omrežij občutno izboljšala z izdajo visoko kvalitetnih zaščitnih protokolov (WPA, WPA2).

Omrežja Wi-Fi so zelo pogosta tako doma, izobraževalnih ustanovah kot tudi v poslovnem okolju, vse bolj pa se širi tudi uporaba plačljivih ali prosto dostopnih javnih omrežij Wi-Fi, zlasti v turističnih krajih in urbanih središčih.

Omrežje Wi-Fi sestavljajo naprave, ki skrbijo za dostop do omrežja, to so dostopovne točke (ang. access point), brezžični usmerjevalniki (wireless router), in odjemalci (ang. client). Odjemalci so različne prenosne naprave, kot so mobilni telefoni, prenosni računalniki, osebni organizatorji, telefoni IP, ali statične naprave, kot so tiskalniki, nadzorne kamere, namizni računalniki, delovne postaje in drugo. Vsak odjemalec mora biti opremljen z brezžičnim modulom oziroma brezžično omrežno kartico.

Dostopovne točke in brezžični usmerjevalniki so vozlišča brezžičnega omrežja. Oddajajo in prejemajo radijske frekvence za komunikacijo z brezžičnimi odjemalci, brezžični odjemalci pa med seboj ne komunicirajo.

Wi-Fi naprave za komunikacijo med napravami uporabljajo **visokofrekvenčna elektromagnetna sevanja (VF EMS)** v področju mikrovalov (običajno v frekvenčnem območju 2,4 in 5 GHz). Njihova oddajna moč pri frekvenci 2,45 GHz znaša 0,2 W.



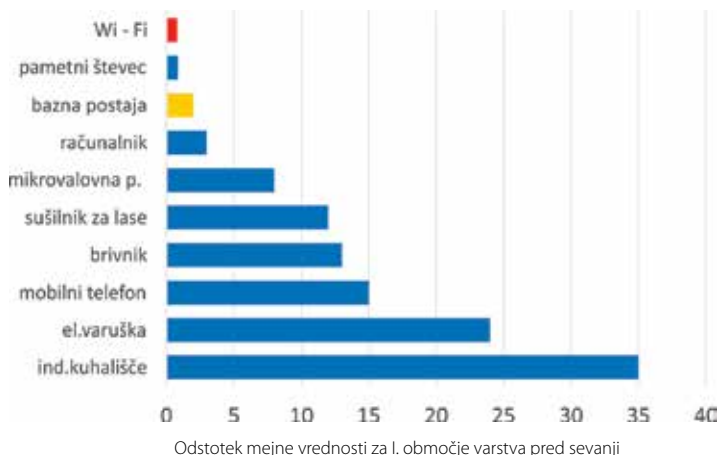
Mobilni telefoni uporabljajo oddajno moč do 2 W (GSM) ter do 0,25 W (UMTS), da dosežejo bazno postajo, ki je lahko oddaljena več kilometrov, medtem ko naprave Wi-Fi običajno uporabljajo do 0,2 W, da dosežejo prenosni računalnik, ki je oddaljen do 50 metrov.

3. IZPOSTAVLJENOST VF EMS

Številne raziskave o izpostavljenosti prebivalstva VF EMS v okolju so pokazale, da so vrednosti precej pod zakonsko določenimi mejnimi vrednostmi, ki jih določajo smernice **Mednarodna komisija za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP)** in domača zakonodaja. Na višini enega metra nad tlemi sevalne obremenitve dosega največ nekaj odstotkov mejnih

vrednosti, v povprečju pa so nižje od enega odstotka (Valič et al. 2015).

Podrobna analiza raziskav o izpostavljenosti EMS zaradi različnih naprav, ki jih redno uporabljamo, je pokazala na zelo različne sevalne obremenitve (Gajšek et al. 2015, Aerts et al. 2018, Gajšek et al. 2016). Primerjava izmerjenih vrednosti različnih naprav na razdalji 30 cm jasno kaže (vrednosti podajamo v odstotku mejnih vrednosti glede na Uredbo o EMS (UI RS 70/96), da lahko najvišje vrednosti najdemo v okolici indukcijskega kuhališča (35 %), sledi elektronska varuška (24 %), mobilni telefon (15 %), brivnik (13 %), sušilnik za lase (12 %), mikrovalovna pečica (8 %), računalnik (4 %), bazna postaja na razdalji 180 m (3 %), pametni števec (< 2 %) in na zadnjem mestu naprava Wi-Fi (< 1 %). Na podlagi teh rezultatov lahko ugotovimo, da naprave Wi-Fi v splošnem povzročajo zelo nizke sevalne obremenitve v našem okolju.



Slika 2. Primerjava izmerjenih vrednosti različnih naprav, ki smo jim običajno izpostavljeni doma, v odstotkih mejnih vrednosti za I. območje varstva pred sevanji glede na Uredbo o EMS (UI RS 70/96) na razdalji 30 cm. Le za tipično bazno postajo je izmerjena vrednost podana na razdalji 180 m.

3.1. Izpostavljenost zaradi naprav Wi-Fi

Glavni tehnični parametri, ki vplivajo na izpostavljenost VF EMS ljudi zaradi delovanja naprav Wi-Fi, so njihova oddajna frekvenca in moč, zasedenost oziroma obremenitve ter tehnične karakteristike oddajne antene. Poleg tega pa je seveda zelo pomembna oddaljenost od naprave Wi-Fi in morebitne ovire – stene in drugi objekti med človekom in napravo Wi-Fi.

Frekvenca: naprave Wi-Fi oddajajo običajno v frekvenčnem območju 2,4 GHz in 5 GHz. Vdorna globina VF EMS v človeško telo se s frekvenco zmanjšuje in je v tkivih z nizko vsebnostjo vode (kosti, maščoba) do petkrat večja kot pa v tkivih z višjo vsebnostjo vode (mišice, koža).



Vdorna globina pri frekvenci 2,4 GHz znaša okrog 20 mm, medtem ko pri frekvenci 5 GHz znaša okrog 4 mm.

Izhodna moč: Absorpcija energije v telesnih tkivih je sorazmerna z izhodno močjo naprave. Izhodna moč večine naprav Wi-Fi je omejena na 0,2 W.

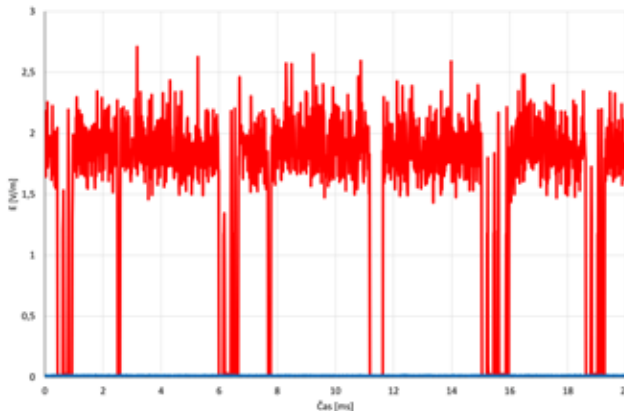


Če dostopna točka Wi-Fi z oddajno močjo 0,2 W oddaja zgolj pilotni signal, je povprečna oddajna moč zgolj 0,001 W. Ob prenosu velike količine podatkov pa se povprečna oddajna moč poveča na 0,14 W.

Zasedenost – promet prek naprave Wi-Fi: Pri ugotavljanju izpostavljenosti je zelo pomembno vedeti, da je potrebno izpostavljenost povprečiti. Mejne vrednosti namreč veljajo za povprečne vrednosti v času 6-minutnega obdobja. Pri analizi izpostavljenosti v bližini naprav Wi-Fi je to zelo pomembno, saj naprave Wi-Fi ne oddajajo ves čas. Obratovalni cikel, to je trajanje oddajanja oziroma delež časa, ko naprava Wi-Fi oddaja (s tujko duty cycle) je odvisen od zasedenosti naprave Wi-Fi – torej koliko podatkov se prenaša prek naprave in koliko drugih naprav je nanjo priključenih.



Rezultati meritev v šolah kažejo, da je obratovalni cikel (duty cycle) naprave Wi-Fi manj kot 0,005, kar pomeni, da naprava oddaja manj kot 18 sekund v intervalu 1 ure.



Slika 3. Časovni potek električnega polja v bližini Wi-Fi dostopovne točke. Rdeča krivulja prikazuje potek polja za primer, ko je dostopovna točka polno zasedena. Modra krivulja pa predstavlja primer, ko dostopovna točka ni zasedena in v obdobju 20 ms ni oddajala.

Oddajna antena: Večina naprav Wi-Fi uporablja vgrajene antene ali majhne zunanje antene v obliki palice (dipolna antena). Te antene sevajo tako, da oddajajo sevanje približno enakomerno v vse smeri. Za bolj usmerjene povezave, predvsem na daljših oddaljenostih, se uporabljajo tudi, običajno nekoliko večje, usmerjene zunanje antene. Usmerjene antene v neposredni bližini povzročajo nižje sevalne obremenitve, z oddaljenostjo od anten pa pri neusmerjenih antenah vrednosti električnega polja bistveno hitreje upadejo in so zato na večjih oddaljenostih sevalne obremenitve pri uporabi usmerjenih anten višje kot pri neusmerjenih.



Rezultati meritev so pokazali, da so vrednosti električnega polja v bližini naprave Wi-Fi z zunanjo usmerjeno panelno anteno nižje od izvedbe z vgrajeno notranjo anteno.

Oddaljenost: Splošna zakonitost je, da se sevalne obremenitve zmanjšujejo s kvadratom oddaljenosti. Ker so sevalne obremenitve odvisne od kvadratne vrednosti jakosti električnega polja, upada samo polje obratno sorazmerno z oddaljenostjo.



Če oddaljenost povečamo za 10-krat, se sevalne obremenitve zmanjšajo za 100-krat.

3.1.1. Izpostavljenost napravam Wi-Fi v bližini telesa

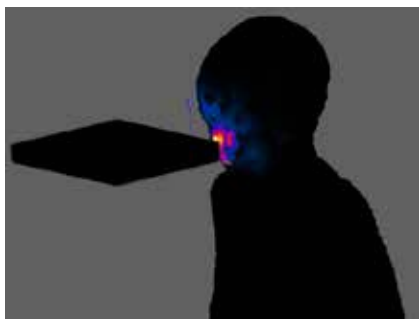
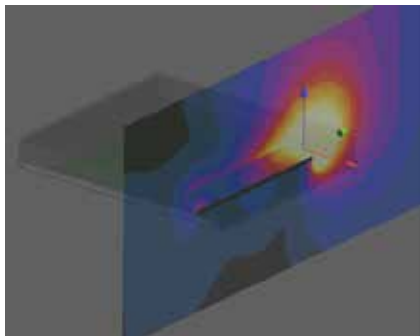
Najvišje izpostavljenosti povzročajo naprave, ki jih med uporabo uporabljamo v neposredni bližini telesa (na razdalji nekaj valovnih dolžin – bližnje polje). V tem primeru se za določanje izpostavljenosti VF EMS uporablja **stopnja specifične absorpcije (SAR)**, ki je izražena v W/kg. Pove nam, koliko energije se absorbira v človeškem telesu pri izpostavljenosti VF EMS v bližini naprav (telefon, Wi-Fi ...). Dovoljena mejna vrednost za glavo in trup glede na smernice ICNIRP znaša 2 W/kg, ki je porazdeljena prek 10 g tkiva.

Na prvem mestu glede sevalnih obremenitev v bližnjem polju je nedvomno mobilni telefon v sistemu GSM, saj bistveno presega sevalne obremenitve vseh drugih virov EMS vključno z napravami Wi-Fi. Tipične vrednosti SAR v glavi zaradi uporabe mobilnih telefonov znašajo med 0,6 in 1 W/kg, ko telefon oddaja pri največji oddajni moči.

Meritve vrednosti SAR naprav Wi-Fi so bile izvedene pri največji oddajni moči in polni zasedenosti prenosa podatkov. Rezultati so pokazali, da SAR vrednost v telesu desetletnega otroka zaradi izpostavljenosti signalom Wi-Fi na razdalji 34 cm ne preseže 0,08 W/kg (Khaliq et al. 2011), kar predstavlja le 4 % mednarodno sprejetih mejnih vrednosti ICNIRP.



Mobilni telefon povzroča v povprečju več kot 10-krat višje sevalne obremenitve v človeškem telesu od naprav Wi-Fi.



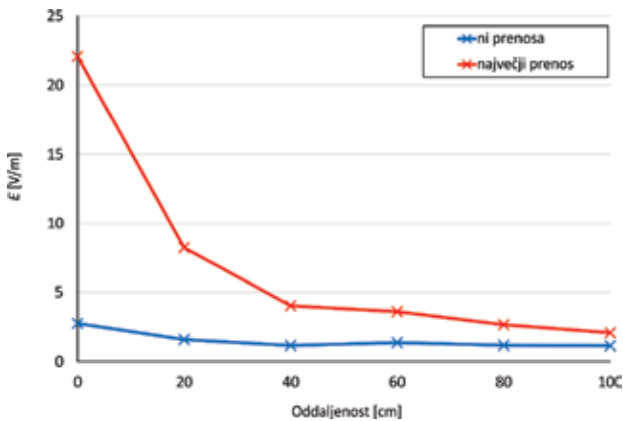
Slika 4: Električno polje (levo) in SAR vrednost v glavi otroka za izpostavljenost v neposredni bližini tipične naprave Wi-Fi, ki jo navadno uporabljamo doma.

3.1.2. Izpostavljenost napravam Wi-Fi v šoli

V zvezi z izpostavljenostjo otrok napravam Wi-Fi so bile v več državah (npr. Angliji, Novi Zelandiji, Avstraliji, Sloveniji) izvedene podrobne raziskave.

Podrobna študija o izpostavljenosti otrok napravam Wi-Fi v šolah v Angliji je pokazala, da so tipične povprečne vrednosti električnega polja na mestih, kjer se otroci zadržujejo v šoli, več velikostnih razredov nižje od mednarodno sprejetih mejnih vrednosti ICNIRP. Izmerili so VF EMS na več kot 20 različnih modelih računalnikov in dostopnih točk v šolah in vrtcih ter z meritvami na terenu določili izpostavljenost na velikem vzorcu otrok. Ugotovili so, da je izpostavljenost otrok v povprečju nizka, bistveno pod mejnimi vrednostmi in tudi precej nižja od izpostavljenosti zaradi uporabe mobilnih telefonov (Peyman et al. 2011).

Študija o izpostavljenosti otrok napravam Wi-Fi v šolah v Avstraliji je pokazala, da so tipične povprečne vrednosti električnega polja na mestih, kjer se otroci zadržujejo v razredu, več kot 1000-krat nižje od mednarodno sprejetih mejnih vrednosti ICNIRP. Izpostavljenost otrok v razredu, kjer je vključena naprava Wi-Fi, je v splošnem celo nižja v primerjavi z drugimi viri VF EMS iz okolja (RA in TV oddajniki, bazne postaje, mobilni telefoni ...) (Karipidis et al. 2017). Izpostavljenost signalom Wi-Fi na razdalji 30 cm od prenosnega računalnika v šolah je v splošnem nižja od 0,001 % glede na mejne vrednosti ICNIRP. Rezultati kažejo, da je obratovalni cikel (duty cycle) naprave manj kot 0,005 (to pomeni, da naprava Wi-Fi oddaja manj kot 18 sekund v intervalu 1 ure). Izmerjene vrednosti VF EMS zaradi naprav Wi-Fi (dostopne točke in naprave v vgrajenim Wi-Fi) so bile pod 1 % dovoljene mejne vrednosti (EMF Service 2014).



Slika 5. Povprečne vrednosti električnega polja v bližini naprav Wi-Fi glede na oddaljenost v osnovni šoli (vir INIS). Rdeča krivulja prikazuje potek polja za primer, ko je dostopna točka polno zasedena, modra krivulja pa predstavlja primer, ko dostopna točka ni zasedena.

Meritve jakosti signalov naprav Wi-Fi v slovenskih šolah, ki jih je izvedel akreditirani **Inštitut za neionizirna sevanja** (www.inis.si), so pokazale, da na človeku dostopnih lokacijah na razdalji 100 cm ali več jakosti električnega polja pri polni obremenjenosti (ko npr. 30 uporabnikov hkrati prenaša video vsebine) dosegajo le nekaj odstotkov mejne vrednosti.

V vseh drugih primerih pa so bile sevalne obremenitve celo tik ob antenah naprave Wi-Fi daleč pod mejnimi vrednostmi.



Povprečna izpostavljenost otrok v učilnici, kjer je na stropu nameščena točka Wi-Fi, ne preseže 1 % mejnih vrednosti za I. območje varstva pred sevanji glede na domačo zakonodajo (UI RS 70/96).



Slika 6: Vrednosti električnega polja v odstotkih mejne vrednosti (UI RS 70/96) glede na razdaljo od naprave Wi-Fi, ki je nameščena na stropu učilnice Osnovne šole Lenart.

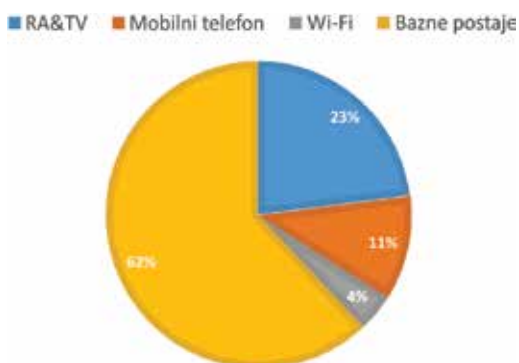
3.2. Osebna izpostavljenost

Primerjalna študija (Gajšek et al. 2013), ki je potekala v devetih državah EU na vzorcu prek 1000 prostovoljcev, je pokazala, da povprečna osebna izpostavljenost ljudi VF EMS doma in v okolju znaša med 0,1 – 0,26 V/m, kar predstavlja med 0,001 in 0,01 odstotka mejne vrednosti glede na mednarodna priporočila ICNIRP.

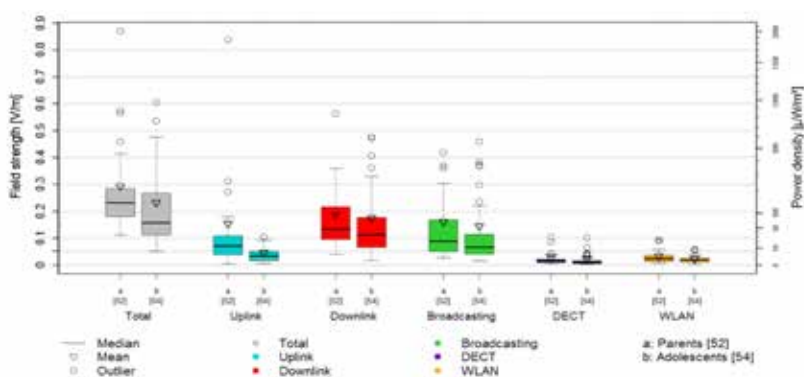
Druga analiza osebne izpostavljenosti v 23 državah (Rowly et al. 2012) je pokazala, da povprečna izpostavljenost VF EMS doma in v okolju ne presega 0,52 V/m, kar predstavlja 0,034 odstotka mejne vrednosti glede na mednarodna priporočila ICNIRP.

V okviru **evropskega projekta Geronimo**, v katerem so poleg Slovenije sodelovale še Švica, Nizozemska, Španija in Danska, je bila izvedena doslej največja študija o trajni izpostavljenosti otrok (n=529) VF EMS. Rezultati študije (Birks et al. 2018, Eeftens et al. 2018) kažejo, da so skupne sevalne obremenitve otrok zaradi različnih virov doma, v šoli in na prostem v petih državah EU zelo nizke, saj ne presegajo enega odstotka dovoljene mejne vrednosti, ki jo določajo priporočila EU. Največji delež predstavljajo bazne postaje, sledijo radijski in televizijski

oddajniki in mobilni telefoni ter drugi telekomunikacijski sistemi v okolju. Naprave Wi-Fi so na zadnjem mestu, saj k skupnim sevalnim obremenitvam prispevajo manj kot štiri odstotke. V okviru projekta Geronimo je bilo v Sloveniji uspešno izmerjenih 49 parov otrok in staršev. Povprečna osebna izpostavljenost VF EMS je bila glede na tehnologijo 0,11 V/m za mobilne telefone, 0,18 V/m za bazne postaje, 0,15 V/m za radijske in TV oddajnike, 0,07 V/m za DECT telefone in 0,08 V/m za naprave Wi-Fi. Povprečna osebna izpostavljenost VF EMS glede na posamezna mikro okolja je dosegla vrednost 0,21 V/m doma, 0,18 V/m v šoli, 0,31 V/m na delu, 0,38 V/m na prostem, 0,32 V/m na poti in 0,27 V/m med opravljanjem drugih dejavnosti. Skupna izpostavljenost vseh udeležencev je znašala 0,26 V/m. Povprečna izpostavljenost zaradi baznih postaj, ki je največ prispevala k skupni izpostavljenosti, je znašala med 0,15 V/m in 0,29 V/m. Iz raziskave je razvidno, da so otroci v Sloveniji izpostavljeni zelo nizkim jakostim signalov zaradi naprav Wi-Fi v svojem domu, šoli ali drugod (slika 7).



Slika 7. Razrez prispevkov posameznih naprav/sistemov k skupnim sevalnim obremenitvam otrok (n=529) v petih državah EU.



Slika 8. Porazdelitev povprečne osebne izpostavljenosti VF EMS otrok in njihovih staršev v Slovenij glede na skupno izpostavljenost (total), mobilni telefon (Uplink), bazne postaje (downlink), brezvrvični telefon (DECT), naprave Wi-Fi (WLAN) in radijske in televizijske oddajnike (broadcasting).



Rezultati številnih študij o osebni izpostavljenosti EMF kažejo, da je celotna izpostavljenost prebivalstva EMS v Slovenji in v drugih državah EU zelo nizka in redko preseže 1 % mejnih vrednosti.

Na sliki 8 je prikazan časovni potek vrednosti električnega polja otroka, ki je več dni nosil posebno napravo – osebni dozimeter. Vrednosti električnega polja zaradi izpostavljenosti napravam Wi-Fi zelo nihajo, saj te oddajajo samo v določenih časovnih intervalih. Povprečna vrednost električnega polja za naprave Wi-Fi je zelo nizka in znaša 0,06 V/m na spodnji meji detekcije instrumenta (spodnje merilno območje instrumenta je 0,05 V/m), za vse preostale naprave pa povprečna vrednost znaša 0,18 V/m.



Slika 9: Izpostavljenost otroka VF EMS zaradi naprav Wi-Fi in ostalih virov (radijski in TV oddajniki, bazne postaje mobilne telefonije, DECT brezvrvični telefoni) v različnih mikrookoljih (doma, šola, na poti).

4. MEJNE VREDNOSTI

Mejne vrednosti določajo dovoljene najvišje ravni izpostavljenosti ljudi EMS. Mejne vrednosti lahko predlagajo različne institucije ali združenja, nesporna avtoriteta na tem področju pa je nedvomno **Mednarodna komisija za varstvo pred neionizirnimi sevanji (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP)**. Ta institucija, ki ni povezana z industrijo, finančno pa jo podpirajo Evropska unija (EU), Mednarodno združenje za zaščito pred sevanji (IRPA), Mednarodni urad za delo (ILO) in vlade nekaterih držav, pripravlja mednarodne smernice o mejnih vrednostih izpostavljenosti EMS na podlagi preučevanja znanstvene literature o izpostavljenosti EMS in o škodljivih vplivih na zdravje. Prve smernice je ICNIRP sprejela leta 1998, za visokofrekvenčna EMS pa jih je ponovno potrdila v letu 2019.



Določanje mejnih vrednosti je namreč proces, ki se zaradi vedno novih spoznanj in raziskav na tem področju redno obnavlja, to pa zagotavlja, da mejne vrednosti vedno temeljijo za najnovejših spoznanjih in stanju stroke. To je v pristojnosti ICNIRP.

ICNIRP v povezavi s **Svetovno zdravstveno organizacijo (SZO)** velja za znanstveno organizacijo, ki v svojih priporočilih za varstvo pred EMS upošteva le znanstveno dokazane vplive. ICNIRP zato ne izdaja priporočil v zvezi z motnjami počutja in nepotrjenimi tveganji. Mejne vrednosti smernic ICNIRP temeljijo na znanstveno ugotovljenih in potrjenih učinkih. Nizkofrekvenčna EMS znotraj človeka povzročajo inducirano električno polje, kar lahko povzroči vzdraženje živčnih ali mišičnih vlaken. Pri visokih frekvencah je pomembno segrevanje tkiva. Količino moči, ki se absorbira v določeni masi biološkega tkiva, v frekvenčnem področju določamo s SAR. Da bi VF EMS negativno vplivala na zdravje, je potrebna izpostavljenost SAR vsaj 4 W/kg. Pri tej vrednosti se pojavijo komaj opazne spremembe v vedenjskih vzorcih primatov. Pri nivojih, ki so nižji od 4 W/kg, niso bili ugotovljeni negativni učinki na človekovo zdravje. Zato ta vrednost služi kot prag za določanje omejitev izpostavljenosti VF EMS.

Za določitev mejnih vrednosti, ki so izvedene iz praga škodljivosti, pa se upoštevajo še dodatni varnostni faktorji. Na podlagi znanstvenega soglasja je ICNIRP izdala smernice, ki uvajajo na delovnih mestih 10-kratni varnostni faktor glede na najnižjo SAR, pri kateri so dokazani biološki učinki (4 W/kg). V primeru trajne izpostavljenosti prebivalstva pa je uvedla še dodatni, 5-kratni varnostni faktor. Varnostni faktorji so določeni na podlagi zelo konzervativnih ocen vrhunskih strokovnjakov.



Mejna vrednost SAR za prebivalstvo za celotno telo znaša 0,08 W/kg (ICNIRP, 1998), kar pomeni le 2 odstotka tiste vrednosti, pri kateri so bili znanstveno ugotovljeni in potrjeni negativni vplivi na zdravje.

Ker je določanje mejnih vrednosti znotraj človeškega telesa zahtevno, so poleg mejnih vrednosti v smernicah ICNIRP določene še opozorilne vrednosti. Le-te veljajo za količine, ki jih lahko neposredno merimo, na primer za električno in magnetno poljsko jakost in gostoto pretoka moči. Opozorilne vrednosti upoštevajo najbolj neugodne razmere izpostavljenosti, kar pomeni, da je skladnost z mejnimi vrednostmi zagotovljena pri izpostavljenosti, ki je pod opozorilnimi vrednostmi. Vendar pa preseganje opozorilnih vrednosti še ne pomeni tudi preseganja mejnih vrednosti. Smernice ICNIRP priporoča tudi Svetovna zdravstvena organizacija.

4.1. Stanje v Evropski uniji

Na ravni **Evropske unije** je bilo julija 1999 sprejeto »Priporočilo za omejitve izpostavljenosti prebivalstva elektromagnetnim sevanjem; 0 Hz–300 GHz« (EU 1999). To Priporočilo EU kot minimalno zahtevo predvideva upoštevanje smernic Mednarodne komisije za varstvo

pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP 1998). Preventivni ukrepi niso priporočeni, lahko pa v skladu z 12. tč. Priporočila EU »... države članice poskrbijo za višjo raven zaščite zdravja, kot jo določa to priporočilo.«



Priporočilo EU za omejevanje izpostavljenosti prebivalstva elektromagnetnim sevanjem (EU 1999) za države članice ni pravno zavezujoče. Kljub temu večina držav članic uporablja mejne vrednosti, ki jih določajo priporočila EU, ki prevzemajo mejne vrednosti ICNIRP.

4.2. Stanje v Sloveniji

V državah članicah EU se uporabljajo strožje mejne vrednosti, ki bodisi temeljijo na načelu previdnosti ali pa so uvedene empirično zaradi zahtev javnosti in politike. Izbrane mejne vrednosti včasih temeljijo na načelu »najnižje razumno dosegljive izpostavljenosti brez ekonomskih posledic«. Praktična izbira je lahko nižja omejitev interference za elektromagnetno kompatibilnost (na primer v Belgiji). V nekaterih državah razlogi za nižje mejne vrednosti ne temeljijo na znanstvenih zaključkih, temveč na upoštevanju načela previdnosti, ki pa ga je mogoče razlagati in implementirati na različne načine (na primer v Sloveniji in Grčiji).

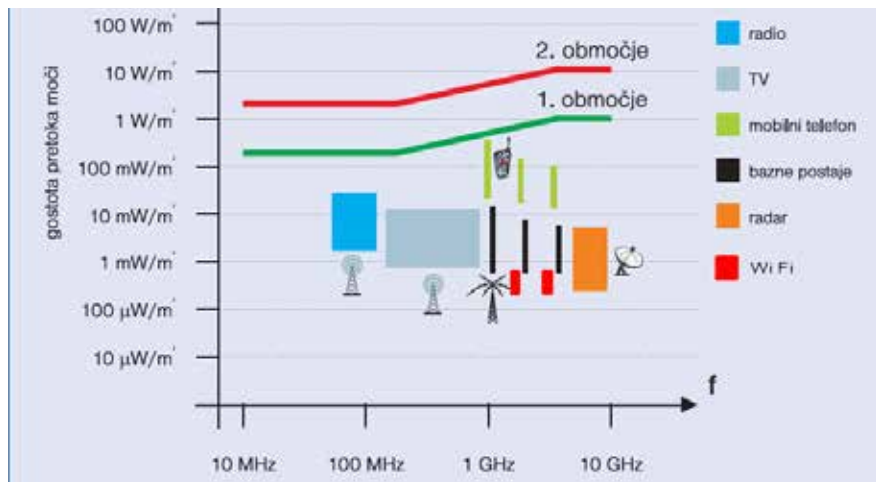


V Sloveniji je od leta 1996 v veljavi Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UI RS 70/96), ki temelji na smernicah ICNIRP. Za razliko od smernic ICNIRP pa uredba določa dvojne mejne vrednosti, prve za tako imenovano I. območje varstva pred EMS in druge za tako imenovano II. območje varstva pred EMS.

Za I. območje varstva pred EMS, kamor sodijo občutljiva območja, kot so šole, vrtci, bolnišnice, stanovanjska območja in podobno, so predpisane mejne vrednosti 10-krat strožje od mejnih vrednosti ICNIRP, ki za prebivalstvo že vključujejo varnostni faktor 50. To pomeni, da za I. območje varstva pred sevanji obstaja 500-kratni varnostni faktor. Slovenska zakonodaja je v tem pogledu ena najstrožjih na svetu.

Za II. območje varstva pred EMS (ostala območja, ki niso v I. območju varstva pred EMS, to so območja, kjer ni stanovanj, namenjena industrijski, obrtni ali kateri drugi podobni dejavnosti, območja, namenjena javnemu cestnemu ali železniškemu prometu, ostala naravna območja) pa, veljajo podobne omejitve, kot jih določajo smernice ICNIRP.

Mejne vrednosti, ki jih določa **Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UI RS 70/96)**, so frekvenčno odvisne in so določene za efektivno vrednost električne (E) in magnetne (H) poljske jakosti ter za povprečno vrednost gostote pretoka moči (S). Za najpogostejše visokofrekvenčne naprave, ki jih srečamo v Sloveniji, so mejne vrednosti podane v tabeli 1. Za naprave Wi-Fi se kot mejne vrednosti za I. območje varstva pred EMS uporablja 19 V/m ter 1 W/m². Za II. območje pa so vrednosti višje in znašajo 61,4 V/m ter 10 W/m².



Slika 11: Primerjava sevalnih obremenitev zaradi različnih virov VF EMS v okolju glede na zakonsko dovoljene mejne vrednosti za I. in II. območje varstva pred EMS.

nosilna frekvenca (MHz)	mejna vrednost električne poljske jakosti [V/m]		mejna vrednost gostote pretoka moči [W/m ²]	
	I.območje	II.območje	I.območje	II.območje
87 – 108 (FM)	8,6	27,5	0,2	2
174 – 223 (TV VHF)	8,6	27,5	0,2	2
380 – 470 (Zveze)	8,6	27,5	0,2	2
470 – 790 (TV UHF)	9,32	29,70	0,24	2,35
800 – 880 (LTE)	12,16	38,75	0,40	4,00
925 – 960 (GSM, UMTS)	13,08	41,67	0,46	4,63
1805 – 1880 (GSM, LTE)	18,3	58,5	0,90	9,0
2110 – 2170 (UMTS)	19,0	61,4	1,0	10
2400, 5000 (Wi-Fi)	19,0	61,4	1,0	10
2570 – 2690 (LTE)	19,0	61,4	1,0	10
3500 (WIMAX)	19,0	61,4	1,0	10

Tabela 1: Mejne vrednosti za posamezno frekvenčno območje glede na Uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS 70/96).



Čprav uredba o EMS velja že od leta 1996, mejne vrednosti niso zastarele, saj se mednarodno priporočene mejne vrednosti ICNIRP za omejevanje izpostavljenosti VF EMS niso spremenile. Uvajanje strožjih zahtev za umeščanje novih virov EMS na območjih povečanega varstva pred EMS uvršča Slovenijo med države z najstrožjimi mejnimi vrednostmi.

5. NAPRAVE WI-FI IN ZDRAVJE

Pri ugotavljanju tveganja za zdravje zaradi izpostavljenosti EMS se uporabljajo študije na več ravneh: od preučevanja molekularnih struktur, prek poskusov na celicah in živalih do raziskav na ljudeh. Do danes je bilo izvedenih prek 4.000 študij. Za dokončno spoznanje nekega biološkega učinka ter vpliva na zdravje je treba ta učinek potrditi na vseh naštetih ravneh. Poleg tega pri okoljskih povzročiteljih neke bolezni težko z gotovostjo trdimo, da je obolenje povzročil nek točno določen dejavnik. Zato uporabljamo izraz tveganje. Čim večje je tveganje, tem večja je verjetnost, da bo posameznik zbolel za določeno boleznijo. Vzročno povezavo med izpostavljenostjo določeni snovi ali dejavniku in boleznijo, simptomi ali smrtjo, dokazujemo z epidemiološkimi študijami in eksperimenti na živalih. Iskanje povezave med vzrokom in posledico je lahko zelo zahtevno, posebej zato, ker različne izpostavljenosti povzročajo enake bolezni in ker nas pogosto zanima vpliv šibkejšega povzročitelja, katerega vpliv je potrebno ugotoviti ločeno od vpliva močnejšega. Odgovori na vprašanja, ali je določena snov ali dejavnik zdravju škodljiva, so zato posebej pri iskanju šibkih vplivov povzročitelja na zdravje človeka zelo težavni. Potrebno je narediti več različnih študij na različnih skupinah ljudi in z različnimi metodologijami in šele potem presojati, ali so bili dokazi dovolj močni za sklepanje o tem, kako nevarna je kaka snov ali dejavnik. Ena največjih težav pri raziskovanju vpliva izpostavljenosti VF EMS na zdravje človeka je gotovo določanje izpostavljenosti. Če je pri epidemiološki študiji izpostavljenost definirana napačno, o lahko povsem napačni tudi dobljeni rezultati, ki govorijo o tveganju. Neposredno lahko človek zazna le zelo ozek pas sevanj, in sicer vidno svetlobo. Posredno prek segrevanja zaznamo tudi infrardeče sevanje, saj ga občutimo zaradi povišanja temperature površine kože izpostavljenega dela telesa. Celotnega ostalega območja tako ionizirnih kot tudi neionizirnih sevanj pa človek ne more zaznati.

Nepoznavanje in neotipljivost EMS pri ljudeh vzbuja zaskrbljenost, saj menijo, da izpostavljenost EMS iz različnih virov (visokonapetostni daljnovodi, radarji, mobilni telefoni, bazne postaje in gospodinjski aparati ...) lahko predstavlja zdravstveno tveganje, še posebej pri otrocih. Dejstvo je, da lahko EMS visokih jakosti povzroča akutne negativne vplive na zdravje. Izpostavljenost nizkim jakostim VF EMS in zapoznani učinki izpostavljenosti zaenkrat niso dokazani, znani niso niti morebitni fizikalni mehanizmi vpliva. Obstaja nekaj epidemioloških raziskav, ki statistično nakazujejo na možnost povečanja tveganja za nastanek nekaterih oblik raka (IARC 2013).

Negativni vplivi na zdravje vodijo do poslabšanja zdravstvenega stanja ali celo do obolenja, medtem ko sami biološki učinki nimajo nujno zaznavnih vplivov na zdravje. VF EMS nad določenim pragom nedvomno povzročajo določene biološke učinke.

Obstoječe raziskave o bioloških učinkih VF EMS pri signalih in jakostih, ki jih oddajajo naprave Wi-Fi, so zelo razpršene v smislu kakovosti in ugotovitev. Povsem jasno je, da so izpostavljenosti daleč pod znanstveno opredeljenimi mejnimi vrednostmi. Medtem ko nekaj študij poroča o bioloških učinkih zaradi izpostavljenosti signalom naprav Wi-Fi, pa številne pomanjkljivosti omejujejo njihovo uporabnost za izoblikovanje bolj jasnih zaključkov o možnih negativnih vplivih na zdravje (Foster et al. 2014).

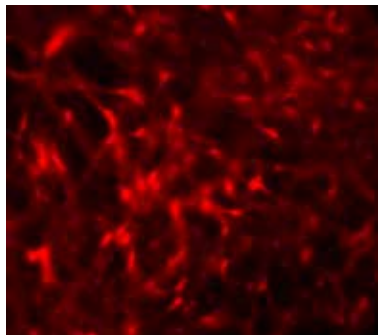


Opravljenе raziskave ne kažejo, da bi izpostavljenost VF EMS šibkih jakosti, ki jih najdemo v okolici naprav Wi-Fi in so nižje od znanstveno potrjenih mejnih vrednosti, povzročala zaznavne škodljive vplive na zdravje. Izpostavljenost višjim jakostim, ki je lahko nevarna, pa je omejena z mednarodnimi priporočili ter domačo zakonodajo in v bližini naprav Wi-Fi ne nastane zaradi njihove premajhne oddajne moči.

5.1. Vpliv VF EMS na zdravje

Ko VF EMS pri širjenju skozi prostor naletijo na človeka ali drugo živo snov, se jih določen del v tej snovi absorbira. Znano je, da se VF EMS zelo dobro absorbirajo v snovi, ki vsebuje veliko vode, absorbirana energija pa se pri dovolj visokih jakostih skoraj v celoti spremeni v toploto.

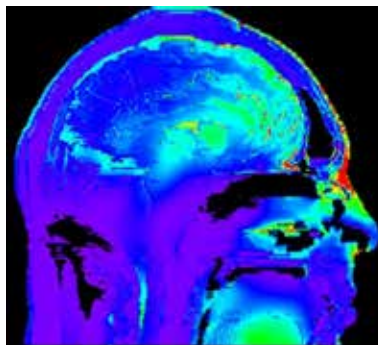
VF EMS frekvenc med 1 MHz in 10 GHz prodrejo v izpostavljeno tkivo in pri dovolj visoki jakosti zaradi absorbirane energije v tkivu proizvajajo toploto ter s tem povzročijo njegovo segrevanje. Vdorna globina je odvisna od frekvence in je večja pri nižjih frekvencah. VF EMS nad 10 GHz se absorbirajo na površini kože, pri tem pa zelo malo energije prodre v globlje ležeča tkiva. V zadnjih 50 letih je bilo v svetu izvedenih prek 4.000 raziskav o vplivu EMS na zdravje. Rezultati teh raziskav so bili analizirani in kritično ovrednoteni s strani različnih strokovnih organizacij, kot sta SZO in ICNIRP. Prevladujoče znanstveno mnenje je, da sevalne obremenitve, ki so nižje od mejnih vrednosti mednarodnih priporočil ICNIRP, ne predstavljajo zdravstvenega tveganje za otroke in odrasle.



5.2. Trenutni vplivi VF EMS

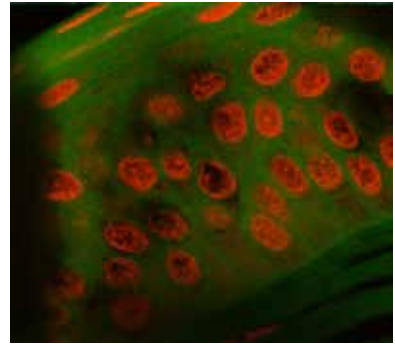
Vsi ugotovljeni in znanstveno potrjeni vplivi VF EMS na zdravje so povezani s segrevanjem. Pojav segrevanja pod vplivom VF EMS lahko opazujemo na primeru mikrovalovnih pečic, ki v nekaj trenutkih segrejejo hrano. Sevalne obremenitve, ki smo jim navadno izpostavljeni v okolju, pa so mnogo nižje od tistih, ki bi bile potrebne za zaznaven dvig temperature.

Termični učinki: VF EMS so preučevali v povezavi z živalmi, vključno s primati. Prvi znaki škodljivih posledic za zdravje, ki so jih z naraščanjem



jakosti EMS opazili pri živalih, se izražajo v obliki zmanjšane vzdržljivosti in sposobnosti za izvajanje miselnih nalog. Opravljene študije kažejo na to, da se škodljivi učinki lahko pojavijo pri osebah, ki so sevanjem izpostavljene s celim telesom ali pa le lokalizirano, če temperatura tkiva naraste za več kot 1°C. Možni negativni učinki vključujejo spremembo vedenjskih vzorcev, pojav očesne katarakte, škodljive vplive na reprodukcijsko funkcijo ter različne psihološke in termoregulacijske odzive. Ti učinki so dobro raziskani in predstavljajo znanstveno podlago za omejevanje poklicne in splošne izpostavljenosti prebivalstva VF EMS.

Netermični učinki: Nekateri raziskave so pokazale, da lahko VF EMS vplivajo na telesna tkiva in organe tudi pri jakostih, ki so prenizke, da bi povzročile značilno segrevanje (t. j. pri nizkih vrednostih SAR). Vendar pa znanstveniki v nobeni izmed ponovitev teh raziskav niso potrdili negativnih vplivov na zdravje pri izpostavljenostih pod mednarodno sprejetimi mejnimi vrednostmi (SCENIHR 2015). Obstaja nekaj študij o netermičnih učinkih na celice kot posledici absorpcije VF EMS pri jakostih, pri katerih ne opazimo povišanja telesne temperature. Ti učinki



vključujejo oksidativni stres, poškodbo spermijev, spremembe v EEG, apoptozo, poškodbo DNK, spremembe endokrinega sistema, spremembe v aktivnostih encimov ter spremembe mobilnosti ionov, ki so odgovorni za prenos informacij v celice tkiva (Pall 2018). Te raziskave imajo številne metodološke pomanjkljivosti. Zato večino teh študij ni mogoče upoštevati pri izoblikovanju mejnih vrednosti, saj niso vzdržale strogega znanstvenega preverjanja oziroma jih v neodvisnem znanstvenem laboratoriju ni bilo mogoče zanesljivo ponoviti in s tem potrditi (Foster et al. 2019).

Zato tudi znanstveno ne moremo trditi, da VF EMS pri izpostavljenostih pod mejnimi vrednostmi povzročajo te učinke in tako predstavljajo tveganje za človekovo zdravje. Ob tem moramo poudariti, da biološki učinek, ki smo ga morda opazili pri izoliranih celicah zunaj človeškega telesa, ne pomeni nujno dokaza o vplivu na zdravje (SCENIHR 2015).

V povezavi z možnimi netermičnimi učinki SZO ugotavlja, da nobena raziskava ni pokazala na obstoj negativnih vplivov na zdravje pri jakostih pod dovoljenimi mejnimi vrednostmi, kljub dejstvu, da lahko VF EMS vplivajo na biološke sisteme pri jakostih, ki so premajhne za zaznavni dvig temperature.



Tako SZO kot tudi ICNIRP sta mnenja, da rezultati opravljenih raziskav o netermičnih učinkih ne dajejo zanesljive podlage za oblikovanje mejnih vrednosti (WHO 2014, ICNIRP 2011).

Nespecifični simptomi: Nekateri posamezniki naj bi bili posebej občutljivi za izpostavljenost VF EMS. Pripisujejo jim zbadanje in bolečine v tkivih, glavobole, slabosti,

depresije, motnje spanja, utrujenost ter celo krče in epileptične napade. Avtorji obsežne meta študije (Rööslī et al. 2010), ki je obravnavala prek 100 izvedenih raziskav o vplivih sevanj baznih postaj na zdravje v zadnjih dveh desetletjih, so prišli do zaključka, da ob upoštevanju znanstvenih kriterijev ti rezultati raziskav niso ugotovili nobene povezave med sevanjem baznih postaj in pojavom akutnih nespecifičnih simptomov.

Nekatere raziskave kažejo, da se posamezniki v natančno nadzorovanih pogojih izpostavljenosti niso dosledno odzivali na VF EMS. Prav tako ni nobenega znanega fizikalnega mehanizma, ki bi pojasnil preobčutljivost na VF EMS. Raziskave na tem področju so zelo kompleksne, saj so v možne odzive na VF EMS vpleteni številni drugi subjektivni odzivi, ki niso neposredno povezani z učinki VF EMS. Povezave med VF EMS nizkih jakosti in motnjami spanja, glavoboli ali drugimi splošnimi zdravstvenimi težavami ni bilo mogoče dokazati niti z eksperimentalnimi študijami na testnih osebah niti z epidemiološkimi študijami. Spomin, odzivne sposobnosti in drugi vidiki kognitivnih sposobnosti niso bili prizadeti. Glede vprašanja preobčutljivosti za EMS so čedalje pogostejši kazalniki, da ni povezave med izpostavljenostjo EMS in nespecifičnimi simptomi (SCENIHR 2015).



Prevladujoče znanstveno mnenje, ki ga podpira tudi Svetovna zdravstvena organizacija, je, da na voljo ni znanstveno potrjenih rezultatov raziskav, ki bi potrdili preobčutljivost na VF EMS in s tem nespecifične simptome.

5.3. Zapozneli vplivi VF EMS

Številne epidemiološke študije so preučevale morebitno povezavo med izpostavljenostjo VF EMS nizkih jakosti in zapoznelimi učinki, vključno s povečanim tveganjem za pojav raka. Vendar pa je zaradi zasnove in izvedbe teh raziskav njihove izsledke težko interpretirati (Jauchem 2008). Številne nacionalne in mednarodne organizacije so v neodvisnih pregledih objavljenih znanstvenih raziskav ugotovile, da ni jasnih dokazov o povezavi med izpostavljenostjo VF EMS in povečanim tveganjem za pojav raka zaradi izpostavljenosti jakostim VF EMS, ki jih oddajajo naprave Wi-Fi. ICNIRP je ugotovila, da ni prepričljivih znanstvenih dokazov o tem, da bi izpostavljenost VF EMS skrajšala življenjsko dobo ali povzročala raka. Vendar pa so potrebne dodatne raziskave.

Celovit in kritičen pregled vseh relevantnih raziskav kaže, da povezava med rakom in izpostavljenostjo EMS nizkih jakosti, ki jih povzročajo naprave Wi-Fi, ni bila ugotovljena.



SZO zaključuje, da ob upoštevanju vseh dosedanjih rezultatov znanstvenih raziskav in dejstvu, da naprave Wi-Fi predstavljajo zelo nizke sevalne obremenitve, ne obstajajo prepričljivi dokazi, da bi lahko šibki signali VF EMS zaradi naprav Wi-Fi povzročali negativne vplive na zdravje.

Če predpostavimo obstoj zapoznelih učinkov, kot je na primer rak, bi morali predvideti, da tveganje narašča z izpostavljenostjo. To pomeni, da tveganja ni le v primeru, ko izpostavljenosti ni. Družba pa se je odločila, da bo njen razvoj temeljil na sprejemljivem tveganju, to pomeni nenehnem tehtanju med tveganjem in koristmi, ali pa primerjanju z

drugimi tveganji. V obeh primerih je treba kvantitativno oceniti tveganje, kar pa je za EMS nemogoče, saj tveganje še ni bilo potrjeno.

5.3.1. Raziskave o povezavi med mobilnimi telefoni in rakom



Ker mobilni telefon uporabljamo neposredno ob telesu, so sevalne obremenitve precej višje (v povprečju dosežejo do 1 W/kg) od tistih, ki smo jim lahko izpostavljeni zaradi naprav Wi-Fi (do 0,08 W/kg) v neposredni bližini. Zaradi nizkih sevalnih obremenitev, ki jih povzročajo naprave Wi-Fi, je težko definirati izpostavljeno skupino. Zato je bilo narejenih zelo malo raziskav v vplivih naprav Wi-Fi na zdravje ljudi, še posebej otrok. Večina

raziskav o vplivih VF EMS na razvoj raka se ukvarja zgolj z povezavo med signali, ki jih povzročajo mobilni telefoni, in rakom v glavi in vratu.

Rezultati raziskav o vplivih VF EMS mobilnih telefonov kažejo na statistično značilno povečanje tveganja raka na možganih (gliom ter akustični nevrinom) pri tistih posameznikih, ki so uporabljali telefon več kot deset let vsaj 30 minut na dan. Po drugi strani pa epidemiološke študije o uporabi mobilnega telefona pri odraslih osebah, ki so telefon uporabljale manj kot 10 let, niso pokazale povečanega tveganja za pojav raka na možganih. Kritični pregled znanstvenih raziskav je pripeljal do zaključka, da je povezava med gliomom in akustičnim nevrinomom ter sevanjem mobilnih telefonov omejena, medtem ko je povezava z vsemi drugimi vrstami raka nezadostna za izoblikovanje dokončnih zaključkov (Baan et al. 2011).

Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) je tako VF EMS (pri sevalnih obremenitvah, ki jih povzročajo mobilni telefoni) razvrstila v skupino 2B, kar pomeni, da so tovrstna sevanja možno kancerogena za ljudi (IARC 2013). Ta pregled obstoječih raziskav se nanaša zgolj na možnost, da lahko izpostavljenost sevanjem mobilnih telefonov povzroča zapoznele učinke, še posebej povečano tveganje za raka (Samet et al. 2014). Kritični pregled znanstvenih raziskav je pripeljal do zaključka, da je povezava med določenimi vrstami raka v glavi ter sevanjem mobilnih telefonov omejena, medtem ko povezave med rakom in drugimi viri EMS (naprave Wi-Fi, bazne postaje ...), ki povzročajo bistveno nižje izpostavljenosti, ni mogoče ugotoviti.

Poudariti je potrebno, da povezava med izpostavljenostjo VF EMS zaradi mobilnega telefona in rakom v glavi ne ustreza kriterijem za nedvoumno potrditev vzročne povezave, saj obstajajo nedoslednosti pri ugotavljanju izpostavljenosti in ni drugih potrebnih raziskav, ki bi to podprle. Zato je ugotovljena povezava med VF EMS mobilnih telefonov in nastankom možganskih tumorjev velja kot šibka.

Dokazov za povezavo s kakršno koli drugo vrsto raka še ni oziroma so pomanjkljivi, prav tako pa dokazi o raketovnosti pri otrocih še niso na voljo oziroma raziskave še potekajo. Pomanjkljivi so tudi dokazi o negativnih vplivih pri živalih. Potrebujemo dodatne raziskave, ki bodo dale več odgovorov o zdravstvenih vplivih uporabe mobilnih telefonov, še posebno

med otroki in mladostniki.



Konsenz stroke je strjen v izjavi Svetovne zdravstvene organizacije, ki pravi, da pregled najpomembnejših razpoložljivih znanstvenih raziskav ne daje prepričljive podlage za sklep, da bi lahko VF EMS zelo nizkih jakosti (kot jih najdemo v okolici naprav Wi-Fi) negativno vplivala na zdravje, povzročala raka ali pospeševala njegov razvoj.

6. UKREPI ZA ZMANJŠANJE IZPOSTAVLJENOSTI

Na podlagi trenutnih znanstvenih izsledkov o vplivih VF EMS na zdravje in s tem priporočil ključnih mednarodnih organizacij (SZO, ICNIRP, EU ...) lahko zaključimo, da ni razlogov, da naprav Wi-Fi ne bi uporabljali v šolah, domovih in na drugih javnih mestih. Kljub temu pa je smotno upoštevati določene preproste ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti. Staršem, učiteljem in drugim odgovornim, ki si želijo zmanjšati izpostavljenost, priporočamo upoštevanje nekaterih ukrepov načela previdnosti:

- ◆ Jakost polja in s tem tudi osebna izpostavljenost z oddaljenostjo od vira hitro padata, zato je najpreprostejši korak povečanje razdalje med virom in človekom.
- ◆ Brezžični usmerjevalnik ali dostopna točka naj bosta nameščena najmanj 1 meter stran od lokacij, kjer delate, sedite ali počivate dlje časa. Povečevanje razdalje je namreč najbolj učinkovit in cenovno ugoden ukrep za zmanjševanje izpostavljenosti.
- ◆ Medtem ko sta prenosni računalnik ali tablica povezana z omrežjem Wi-Fi, ju ne držite blizu telesa (postavite ju na mizo in ne na kolena).
- ◆ Za naprave Wi-Fi je pomembno, da so nameščene izven dosega otrok, po možnosti na čim višjem mestu (strop), kar tudi zagotavlja boljše pokrivanje območja s signalom.
- ◆ Dostopno točko Wi-Fi postavite centralno, tako da bodo vse naprave v omrežju imele dober sprejem.
- ◆ Smotno je optimizirati čas uporabe naprav Wi-Fi. To še posebej velja za Wi-Fi vmesnik v vašem prenosnem računalniku, mobilnem telefonu ali tablici. V nasprotnem primeru se naprave nenehno povezujejo v omrežje, kar povzroča nepotrebno izpostavljenost VF EMS in zmanjšuje življenjsko dobo baterij.
- ◆ Pri modelih naprav Wi-Fi, kjer je omogočeno nastavljanje oddajne moči, le to optimizirajte in jo ustrezno prilagodite (zmanjšajte).
- ◆ Raje izberite naprave Wi-Fi standarda g kot standarda b. Izpostavljenost VF EMS je pri napravah tega standarda nižja, ker podatke posredujejo učinkoviteje
- ◆ Naprave Wi-Fi se smejo uporabljati samo z anteno, ki jo v ta namen zagotavlja proizvajalec. Če uporabljate neprimerno anteno z višjim dobitkom, se lahko vplivno območje z visokimi jakostmi polj v okolici naprave znatno poveča

7. STALIŠČA KLJUČNIH ORGANIZACIJ GLEDE VPLIVOV VF EMS NA ZDRAVJE

Svetovna zdravstvena organizacija (SZO)

»V povezavi z netermičnimi učinki je mogoče skleniti, da kljub dejstvu, da lahko VF EMS vplivajo na biološke sisteme pri jakostih, ki so premajhne za zaznavni dvig temperature, nobena raziskava ni pokazala na obstoj vplivov na zdravje pri jakostih pod dovoljenimi mejnimi vrednostmi. Vendar pa obstajajo pomanjkljivosti v znanju, ki zahtevajo dodatne raziskave z natančnejšo oceno zdravstvenega tveganja.«

<http://www.who.int/peh-emf/en/>

Mednarodna komisija za varstvo pred neionizirnimi sevanji (ICNIRP)

»Rezultati objavljenih epidemioloških in laboratorijskih raziskav o vplivu VF EMS na zdravje vključno z rakastimi obolenji ne dajejo podlage za omejevanje uporabe naprav Wi-Fi. Prevladujoče znanstveno mnenje, ki temelji na obstoječi znanstveni literaturi, je, da VF EMS nizkih jakosti ne krajša življenjske dobe in ne pospešuje razvoja rakastih obolenj. Izpostavljenost VF EMS, ki je nižja od mejnih vrednosti, ne vpliva na zdravje.«

www.icnirp.de

Znanstveni odbor za novo ugotovljena zdravstvena tveganja (SCENIHR) v okviru Evropske komisije

»Obstoječe znanstvene raziskave, ki obravnavajo tako termične kot tudi netermične učinke EMS, ne dajejo dovolj trdne podlage za znižanje mejnih vrednosti, določenih v priporočilih EU.«

http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_024.pdf

Agencija za javno zdravje (HPA), Anglija

»Na podlagi obstoječih rezultatov znanstvenih raziskav je bilo potrjeno, da so naprave Wi-Fi v celoti skladne z zahtevami mednarodnih standardov. Na voljo ni doslednih rezultatov raziskav o vplivih na zdravje pri jakostih, ki so nižje od mednarodnih smernic. Tako tudi ni razloga, da naprav Wi-Fi ne bi uporabljali v šolah, domovih in na drugih javnih mestih.«

<https://www.gov.uk/government/publications/wireless-networks-wi-fi-radio-waves-and-health/wi-fi-radio-waves-and-health>

Avstralska agencija za varstvo pred sevanji (ARPANSA)

Na podlagi obstoječih znanstvenih raziskav lahko zaključimo, da na voljo ni argumentov, da naprav Wi-Fi ne bi uporabljali v šolah in drugih ustanovah. Ugotavljamo, da so starši precej zaskrbljeni zaradi izpostavljenosti otrok elektromagnetnim sevanjem zaradi Wi-Fi in drugih brezžičnih naprav. Zato bomo nadaljevali s spremljanjem raziskav o možnih zdravstvenih tveganjih zaradi izpostavljenosti EMS.

www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/radiation-sources/more-radiation-sources/wi-fi

Agencija za varstvo pred sevanji, Švedska

»V skladu s predhodnimi tudi najnovejše raziskave ne indicirajo nobenih zdravstvenih tveganj zaradi izpostavljenosti EMS baznih postaj, radijskih in TV oddajnikov in Wi-Fi

brezžičnih omrežij doma in v šoli.«

www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2014/SSM-Rapport-2014-16.pdf

Zvezni urad za varstvo pred sevanji, (BfS), Nemčija

»Tako rezultati večletnega Nemškega raziskovalnega programa, kot tudi druge najnovejše študije na nacionalni in mednarodni ravni, niso potrdili obstoja možnih mehanizmov delovanja v netermičnem področju. Gledano v celoti rezultati niso ponudili nobenega razloga za to, da bi postavili pod vprašaj ustreznost obstoječih mejnih vrednosti.«

<http://www.bfs.de/de/elektro>

8. LITERATURA

- ◆ Aerts S, Calderon C, Valič B, Maslanyj M, Addison D, Mee T, Goiceanu C, Verloock L, Van Den Bossche M, Gajšek P, Vermeulen R, Rössli M, Cardis E, Martens L, Joseph W : Measurements of intermediate-frequency electric and magnetic fields in households. 2017, *Environ Res* 154: 160-170
- ◆ Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Islami F, Galichet L, Straif K: Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. review, *Lancet Oncol*: 624 – 626, (2011)
- ◆ Birks LE, Struchen B, Eeftens M, van Wel L, Huss A, Gajšek P: Spatial and temporal variability of personal environmental exposure to radio frequency electromagnetic fields in children in Europe. *Environ Int* (2018); 117: 204-214
- ◆ EC (1999): Council of the European Union. Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz). Official Journal of the European Communities L199 of 30.7.1999, pp. 59-70. (glej: europa.eu.int/comm/health/ph/programmes/ph_fields_cr_en.pdf)
- ◆ Eeftens M, Struchen B, Birks LE, Cardis E, Estarlich M, Fernandez MF, Gajšek P, Gallastegi M, Huss A, Kheifets L, Meder IK, Olsen J, Torrent M, Trček T, Valič B, Vermeulen R, Vrijheid M, van Wel L, Guxens M, Rössli M: Personal exposure to radio-frequency electromagnetic fields in Europe: Is there a generation gap? 2018, *Environ Int* 121 Pt 1: 216-226
- ◆ EMF Service. Exposures to radiofrequency fields from WiFi in New Zealand schools, report 2/2014, www.emfservices.co.nz
- ◆ Foster KR, Moulder JE: Wi-fi and health: review of current status of research. *Health Phys* 2013; 105 (6): 561-575
- ◆ Foster KR, Moulder JE: Response to Pall, "Wi-Fi is an important threat to human health" *Environ Res* 2019; 168: 445-447
- ◆ Gajšek P, Ravazzani P, Grellier J, Samaras T, Bakos J, Thuroczy G: Review of studies concerning electromagnetic field (EMF) exposure assessment in Europe: low frequency fields (50 Hz-100 kHz). 2016, *Int J Environ Res Public Health* 13 (9): E875-880
- ◆ Gajšek P, Ravazzani P, Wiart J, Grellier J, Samaras T, Thuroczy G: Electromagnetic field exposure assessment in Europe radiofrequency fields (10 MHz-6 GHz). 2015, *J Expo Sci Environ Epidemiol* 25 (1): 37-44
- ◆ IARC (2013): IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO

HUMANS, Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields, Volume 102 (2013)

- ◆ ICNIRP (1998): Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics Vol. 74, No 4, pp 494–522. www.ICNIRP.org
- ◆ ICNIRP (2009): Statement on the »Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 97(3): 257-259; 2009.
- ◆ Jauchem JR (2008), Effects of low-level radio-frequency (3kHz to 300GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: a review of the recent literature. Int J Hyg Environ Health: 1 – 29
- ◆ Karipidis K, Henderson S, Wijayasinghe D, Tjong L, Tinker R: EXPOSURE TO RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS FROM WI-FI IN AUSTRALIAN SCHOOLS Radiation Protection Dosimetry (2017), Vol. 175, No. 4, pp. 432–439
- ◆ Khalid M, Mee T, Peyman A, Addison D, Calderon C, Maslanyj M, Mann S.: Exposure to radio frequency electromagnetic fields from wireless computer networks: Duty factors of Wi-Fi devices operating in schools; Progress in Biophysics and Molecular Biology 107 (2011), pp. 412-420.
- ◆ Pall M; Wi-Fi is an important threat to human health, Environmental Research 164 (2018), pp 405–416
- ◆ Peyman A, Khalid K, Calderon C. Addison D, Mee T, Maslanyj M, Mann S; Assessment of exposure to EMF from Wi-Fi in schools, results of laboratory measurements, Health Physics. 100(6):594-612, 2011
- ◆ Rössli M, Frei P, Mohler E, Hug K (2010), Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. Bull World Health Organ 88 (12): 887 – 896, 2010 (glej: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2995180/pdf/BLT.09.071852.pdf)
- ◆ Rowley JT, Joyner KH, Comparative international analysis of radiofrequency exposure surveys of mobile communication radio base stations, J Expo Sci Environ Epidemiol; 22 (3): 304 - 315 (2012)
- ◆ Samet JM, Straif K, Schüz J, Saracci R: Commentary: mobile phones and cancer: next steps after the 2011 IARC review. Published in: Epidemiology 2014; 25 (1): 23-27
- ◆ SCENIHR (2015): Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, 2015 (glej: ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf)
- ◆ SSM (2014): Recent research on EMF and Health Risks, 9th Report from SSM - Swedish Scientific Council on EMF, 2014 (glej: www.stralsakerhetsmyndigheten.se/)
- ◆ Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju, Uradni list Republike Slovenije, št.70, 5925-5931, leto VI, 6.december, 1996, (glej: www.gov.si/mop)
- ◆ Valič B, Kos B, Gajšek P: Typical exposure of children to EMF: exposimetry and dosimetry. 2015, Radiat Prot Dosimetry 163 (1): 70-80
- ◆ WHO (2011): Fact Sheet No. 193: Electromagnetic fields and public health: Mobile telephones and their base stations., June 2011, (glej: www.who.int/peh-emf)

O BROŠURI

Hiter tehnološki razvoj, udobje in želja po mobilnosti vodijo k povečevanju uporabe različnih brezžičnih sistemov. Brezžični sistemi so elektronska komunikacijskega omrežja, ki za prenos informacij ne uporabljajo vodnikov, ampak ta poteka v obliki visokofrekvenčnih elektromagnetnih sevanj (VF EMS) po zraku.

Brezžično lokalno omrežje (angl. Wireless Local Area Network) oziroma Wi-Fi je povezava med Wi-Fi vmesnikom in računalnikom ali drugimi mobilnimi napravami, kot so dlančniki, tablice, mobilni telefoni, igralne konzole in ostale digitalne naprave. Vse te naprave se lahko povežejo na omrežje prek brezžične dostopne točke ("Hotspot"). Takšna točka ima doseg nekje okoli 20 metrov znotraj objektov in še nekoliko več na prostem. Wi-Fi omrežja so zelo pogosta tako doma kot v poslovnem okolju, vse bolj pa se širi njihova uporaba v vzgojno izobraževalne ustanove. Med starši in učitelji je čedalje bolj razširjen tudi strah pred morebitnimi negativnimi vplivi EMS na zdravje otrok v šolah, kjer so nameščene dostopne točke Wi-Fi. Razlog zaskrbljenosti ter odklonilnih stališč javnosti do uporabe različnih naprav je tudi pomanjkljivo komuniciranje.

Namen te brošure je objektivno in nepristransko informiranje o vplivih VF EMS, ki jih povzročajo naprave Wi-Fi. Vsebina brošure o vplivu VF EMS naprav Wi-Fi na zdravje temelji na ključnih znanstvenih ugotovitvah najpomembnejših organizacij, ki so pristojne za pregled in kritično vrednotenje znanstvene literature.

O PROJEKTU FORUM EMS

Forum EMS je projekt, ki skrbi za objektivno, nepristransko in strokovno podprto komuniciranje o problematiki elektromagnetnih sevanj. Opira se izključno na znanstvene temelje in sledi izhodiščem vodilnih mednarodnih organizacij s področja varovanja zdravja in okolja pred elektromagnetnimi sevanji (EMS). Namenjen je vsem, ki iščejo odgovore na pereče probleme s področja EMS. Z omenjenimi dejavnostmi želimo omogočiti in zagotoviti objektivno obveščanje javnosti ter v družbi vzpostaviti stanje, kjer bodo zainteresirani posamezniki in skupine imeli možnost objektivno prepoznati in razumeti možna zdravstvena in okoljska tveganja zaradi EMS. Oblikujemo in posredujemo strokovne argumente, ki omogočajo lažje sporazumevanje javnosti s ponudniki storitev. Višja stopnja razumevanja problematike EMS je tudi za ponudnike storitev dober temelj za prikaz njihove družbene odgovornosti skozi neposredno vključevanje v hitrejše reševanje konkretnih dilem in nesoglasij, ki spremljajo umeščanje virov EMS v prostor.

DODATNE INFORMACIJE

Vse dodatne informacije lahko najdete na domači strani projekta: www.forum-ems.si

Lahko jih prejmete tudi po elektronski pošti, če nam pišete na naslov: info@forum-ems.si

Obrnete se lahko tudi na svetovalno pisarno projekta Forum EMS: **telefon (01) 5682732**



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA
REGIONALNI RAZVOJ
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

Naložbo sofinancirata Evropska unija
iz Evropskega sklada za regionalni razvoj in
Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.