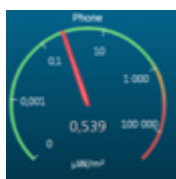


Mobilné aplikácie pre mapovanie elektrosmogu

Pavlík Marek · Informačné technológie

04.07.2016



Elektromagnetické pole nazývajú niektorí odborníci ako súčasnú neviditeľnú hrozbu. Počet zariadení produkovaných elektromagnetické pole sa neustále zvyšuje práve tým, že v súčasnosti sa všetky zariadenia orientujú na bezdrôtový prenos a bezdrôtovú komunikáciu. Široká laická verejnosť začína mať obavy z možného dopadu elektromagnetického poľa na živé organizmy. Zvlášť, ak v súčasnosti, keď využívame mobilné zariadenia prakticky neustále. Pomocou mobilných telefónov už len netelefonujeme, ale pripájame sa na Wifi alebo mobilné dáta. To všetko zvyšuje obavy z možného dopadu elektromagnetického poľa na človeka. Preto sa autori v tomto článku zamerali na priblíženie mobilných aplikácii pre mapovanie elektromagnetického poľa bežným obyvateľom. Keďže mobilný telefón používa takmer každý, mobilná aplikácia sa stáva akýmsi meracím prístrojom dostupným pre laickú verejnosť.

1. Úvod

Ľudia sú dennodenne nepretržite vystavení expozícii elektromagnetických polí. Elektromagnetické polia sú prírodného charakteru alebo umelo vytvorené človekom. V súčasnosti je takmer nemožné vyhnúť sa ich pôsobeniu. Vysokonapäťové vedenia, elektrické spotrebiče, elektroinštalácia v byte, no i telekomunikačné a bezdrôtové zariadenia patria k zdrojom elektromagnetických polí. Všetky tieto zariadenia vyžarujúce elektromagnetické žiarenie môžu mať negatívny vplyv na človeka. Elektrosmog by mohol byť alternatívne opísaný ako znečistenie prostredia elektromagnetickými poľami. Za elektrosmog je možné považovať každé elektromagnetické vlnenie, ktoré nie je prírodného charakteru a teda je vyrobené človekom. Vzniká pri výrobe, prenose a spotrebe elektrickej energie. Zdrojom elektrosmogu sú elektrické spotrebiče a prístroje v prevádzke. Je potrebné zdôrazniť, že elektrosmog sa prirodzenými ľudskými zmyslami identifikovať nedá. Je možné ho však merať špeciálnymi meracími zariadeniami [1].

Mapovanie elektromagnetických polí ma právom svoje opodstatnenie. Ľudia by mali vedieť aké zdroje elektromagnetických polí sa nachádzajú v ich okolí a či hodnoty elektromagnetického poľa nepresahujú akčné hodnoty expozície. V súčasnej dobe je možné mapovať elektromagnetické polia aj pomocou mobilných aplikácii. Mobilný telefón patrí medzi cenovo dostupné zariadenie, ktoré je využívané miliónmi ľudí po celom svete. V každom mobilnom operačnom systéme je aplikácia, ktorá slúži na sťahovanie aplikácii, kníh, filmov a hudby. Pomocou nej je možné stiahnuť veľké

množstvo aplikácií slúžiacich na mapovanie elektromagnetického poľa, z ktorých väčšina je naozaj jednoduchá na ovládanie a zvládne ju ktokoľvek. Je len na používateľovi, ktoré aplikácie sa rozhodne vyskúšať a oboznámi sa tak so zdrojmi elektromagnetického poľa vo svojom okolí [1] [2].

2. Výsledky v oblasti vplyvu elektromagnetického poľa na živé organizmy

Zdroje elektromagnetického žiarenia možno rozdeliť na prírodné a umelé. Najväčším prírodným zdrojom elektromagnetického žiarenia je Slnko. Slnčné energetické spektrum má veľký rozsah frekvencií. Určitá časť elektromagnetického žiarenia sa odráža alebo pohlcuje vo vonkajších vrstvách atmosféry alebo od zemského povrchu. Časť UV žiarenia je absorbovaná ozónovou vrstvou. Asi polovica celkového žiarenia vyžarovaného slnkom je infračervené žiarenie. Samotná Zem je taktiež zdrojom elektromagnetického poľa. V prírode sa vyskytujú zdroje infračerveného žiarenia ako napríklad vulkány, prírodné ohne a blesky. Blesk patrí medzi zdroje elektromagnetických polí emitujúcich nízkofrekvenčné rádiové vlny. Umelé zdroje elektromagnetického žiarenia sú vytvorené človekom. Účinky elektromagnetického poľa na ľudský organizmus môžeme rozdeliť na:

- tepelné účinky, ktoré sa prejavujú pri vysokých intenzitách otepľovaním tkanív
- netepelné účinky, ktoré ovplyvňujú koloidné štruktúry bunkového obsahu a menia elektrické vlastnosti buniek

Od roku 1996 prebieha medzinárodný projekt WHO, ktorý posudzuje účinok statických a časovo premenlivých EM polí na zdravie ľudí a životné prostredie. Bol uskutočnený veľký počet vedeckých a laboratórnych štúdií. Niektorí vedci upozorňujú na škodlivý vplyv z expozície nízkofrekvenčného elektromagnetického žiarenia, no ich výsledky sú však rozdielne a nedostatočne preukázateľné. Preto sa viac pozornosti venuje vysokofrekvenčným elektromagnetickým vlnám. Mnohé štúdie totiž poukazujú na súvislosť medzi používaním mobilných telefónov a rakovinou mozgu. Medzinárodná komisia na ochranu pred neionizujúcim žiarením (ICNIRP) upozorňuje na možný risk vzniku rakoviny v dôsledku dlhodobého vysokého mikrovlnného žiarenia pri používaní mobilného telefónu. Svetová zdravotnícka organizácia WHO v roku 2011 informovala o zaradení elektromagnetického žiarenia v rádiový frekvenčnom spektre za patriace do skupiny 2B z pohľadu rakovinnosti, teda za možno rakovinné. Túto klasifikáciu udelila elektromagnetickému žiareniu s rádiovými frekvenciami na základe štúdií potvrdzujúcich zvýšenie rizika nádoru ústredného nervstva vychádzajúci z podporného nervového tkaniva v mozgu a mieche medzi používateľmi mobilných telefónov [1][2][3].

V roku 1948 uviedli dve americké štúdie možné spojenie medzi expozíciou mikrovlnného žiarenia, šedým zákalom a degeneráciou semenníkov u psov. Ďalšie štúdie uverejnené v roku 1953 boli zamerané na pracovníkov radarovej stanice a ich problémy s vnútorným krvácaním, leukémiou, šedým zákalom, bolesťami hlavy, nádormi na mozgu a ochoreniami srdca. Uverejnené štúdie viedli k tajným vojenským výskumom zaoberajúcim sa účinkom mikrovln na ľudí a k rozhodnutiu obmedziť povolené množstvo prijatého mikrovlnného žiarenia. Vysielače boli voľakedy stavané na kopcoch nad mestami a dedinami, poprípade na vysokých stožiaroch tak, aby bol sťažený prístup do ich blízkosti. V dnešnej dobe sú základňové stanice mobilnej siete a

ostatnej bezdrôtovej techniky od nás iba metre vzdialené. Ich výkony však dosahujú desiatky až stovky wattov. Skoro každý televízny vysielateľ je súčasne rádiatelekomunikačným bodom v krajine, na ktorom môže byť umiestnené značné kvantum rôznych antén slúžiacich na šírenie rozhlasu, mobilných služieb a televízneho signálu. V tesnej blízkosti týchto vysielateľov môžu byť hygienické limity žiarenia často prekročené a preto sa práce na anténnych systémoch vykonávajú počas odstavky vysielateľa, prípadne pri zníženom výkone.

Stanislav Szmigielski počas 16 rokov kontroloval pracovníkov s rádiovými frekvenčnými zariadeniami, kde zistil, že tí, ktorí sú profesijne vystavení rádiovému a mikrovlnnému žiareniu, mali 14-krát vyššiu pravdepodobnosť vzniku chronickej leukémie, 9-krát vyššiu pravdepodobnosť vzniku akútnej leukémie a 6-krát vyššiu pravdepodobnosť vzniku Non-Hodgkinovho lymfómu. Odhadované priemerné hodnoty expozície, ktorou boli ľudia v štúdií vystavení bola asi $5 \mu\text{W}$ na štvorcový centimeter ($50\,000 \mu\text{W}/\text{m}^2$). Táto úroveň sa bežne vyskytuje v blízkosti základňových staníc mobilnej siete a veľkých televíznych a rozhlasových vysielateľov. Priemysel však tvrdí, že život v blízkosti televíznych a rozhlasových vysielateľov je úplne bezpečný, no niektoré štúdie spájajú bezprostrednú vzdialenosť od vysielateľov so zvýšeným rizikom zhoršenia zdravotného stavu. Preto uvediem niektoré štúdie zaoberajúce sa vznikom leukémie, rakoviny kože a poruchami spánku [4].

V rokoch 1974 až 1986 bola vykonaná štúdia v blízkosti televízneho vysielateľa Sutton Coldfield a taktiež pri rádiovom vysielateľovi vo West Midlands kvôli zvýšenému výskytu leukémie a lymfómov. Štúdia využila národnú databázu pre registrovaných onkologických pacientov z roku 1981. Zistené boli hematogénne a lymfogénne druhy rakoviny mozgu, kože, prsníkov, pľúc, konečníka, žalúdka a močového mechúra. Štúdia sa zamerala na 10 kilometrový okruh okolo vysielateľa, pričom sa zistilo, že so vzrastajúcou vzdialenosťou od vysielateľa nežiaduce účinky na 10 testovaných skupinách poklesli. Naopak, v okruhu 2 kilometrov od vysielateľa príznaky leukémie u dospelých ľudí vzrástli na 95%. Tento prieskum preukázal pravdivé výsledky v rokoch 1974 - 1980 a 1981 - 1986 [5].

Výskyt rakoviny v okolí rádiového vysielateľa bol skúmaný v Kórei. Výsledky rôznych štúdií potvrdili asociáciu medzi elektrickým a magnetickým poľom v súvislosti s potenciálnym vznikom rakoviny. Autori tejto štúdie využili oblasť ekologickú štúdiu, aby potvrdili, resp. vyvrátili túto asociáciu. Pozorovaných bolo 31 oblastí vystavených nízko výkonovému vysielateľovi 50kW, 11 oblastí s vysokým výkonom vysielateľa 100 až 1500 kW a oblasti s amplitúdovou moduláciou, ktorá zodpovedala 42 rádiovým vysielateľom. Výskyt rakoviny sa potvrdil v okruhu 2 km od každého z vysielateľov, čo bolo potvrdené kórejskou zdravotníckou organizáciou v roku 1995. Autori štúdie vyhodnocovali rozdiel medzi výskytom rakoviny, leukémie, lymfómov, rakoviny mozgu a prsníka v okruhu 2 km od vysielateľov s vysokým výkonom a v okruhu 2 km od vysielateľov s nízkym výkonom. Taktiež boli vybrané 4 kontrolné oblasti, ktoré sa nachádzali čo najbližšie pri oblastiach s vysokým výkonom vysielateľov, no minimálne 2 km od vysielateľa. Autori štúdie nezistili významné rozdiely v súvislosti s výskytom rakoviny medzi oblasťami s vysokým a nízkym výkonom vysielateľov. Významný výsledok však zaznamenali v 11 oblastiach s vysokým výkonom vysielateľov, kde bol zvýšený výskyt leukémie v dvoch z týchto oblastí a výskyt rakoviny mozgu v jednej oblasti. Ďalšie štúdie by mali prispieť s detailnejšími informáciami vzniku rakoviny v oblasti s

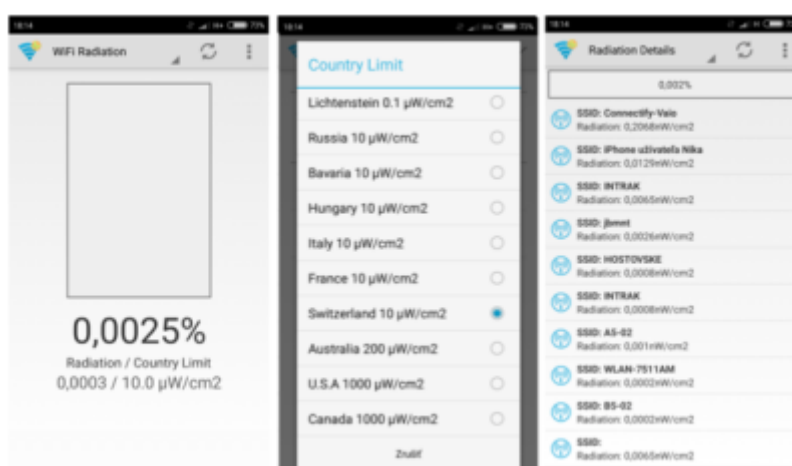
rádiovými vysielacími [5] [6].

V rokoch 1993 až 1999 bola skúmaná detská leukémia a rakovina mozgu v dôsledku vystavenia sa rádiovkej frekvencie. Pacienti s leukémiou a rakovinou mozgu vo veku menej ako 15 rokov boli vybraní zo 14 kórejských nemocníc a následne rozdelení do skupín podľa veku, pohlavia a zistenia diagnózy. Diagnózy boli potvrdené podľa národného registra pre onkologických pacientov. Novovytvorený systém, ktorý získal geografické informácie, čiže adresy pacientov, mal za úlohu odhadnúť rádiovú frekvenciu, ktorej boli pacienti vystavení z 31 rádiových vysieláčov s výkonom 20 kW alebo viac. Z 3 082 analýz bolo celkovo zistených 1 928 pacientov s ochorením leukémie, 956 pacientov s rakovinou mozgu. Veľké množstvo detí, ktoré bývali v okruhu 2 km od rádiového vysieláča trpeli rôznymi druhmi rakoviny v porovnaní s inými, ktoré bývali od vysieláča viac ako 20 km. Rakovina mozgu a rakovina u dojčiat však nebola spojená s rádiovou frekvenciou vysieláča [3] [6].

3. Mapovanie elektrosmogu pomocou mobilných aplikácií

Pri mapovaní elektrosmogu boli použité dve mobilné aplikácie. Pre vyžarovanie Wi-Fi routera, ktorý sa bežne využíva v domácnostiach ako aj priemysle, bola použitá aplikácia Wifi Radiation Meter. Po spustení aplikácie sa zobrazí úvodná obrazovka, ktorú je možné vidieť na ľavej strane Obr. 1. Táto obrazovka obsahuje aktuálnu hodnotu elektromagnetického žiarenia vyžarovaného WiFi routerom v percentách a v $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Percentuálna hodnota sa odvíja od limitnej hodnoty, ktorú je možné nastaviť v druhej ponuke aplikácie. Túto ponuku je možné vidieť na Obr. 1 v strede. Poslednou možnosťou tejto aplikácie je zobrazenie všetkých WiFi signálov, ktoré sa vyskytujú v našom okolí. Na pravej strane obr. 3 sú obsiahnuté názvy jednotlivých sietí a taktiež hodnoty expozície elektromagnetického žiarenia, ktoré jednotlivé WiFi routre vyžarujú do miesta, v ktorom sa práve nachádzame.

Ako prvé meranie bolo vykonané meranie hodnôt elektromagnetického žiarenia vyžarovaného WiFi modemom, kde bol mobil voľne položený na stole. Merania boli uskutočnené v 10 minútových intervaloch od 7:00 hod. do 18:00 hod. Namerané hodnoty zistené z aplikácie Wifi Radiation Meter sa pohybovali na úrovni 0,0002 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Výhláška č. 534/2007 Z. z. Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky zo 16. augusta 2007 o podrobnostiach o požiadavkách na zdroje elektromagnetického žiarenia a na limity expozície obyvateľov elektromagnetickému žiareniu v životnom prostredí uvádza maximálnu prípustnú hodnotu 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.



Obr. 1 Wifi Radiation Meter

Druhé meranie pomocou tejto aplikácie bolo zamerané na meranie toho istého Wifi routera s tým, že mobilný telefón sa približoval k Wifi routeru. Meranie začínalo pri vzdialenosti 10 m. Namerané hodnoty sú zobrazené v Tab.1. Z tabuľky vyplýva, že približovaním sa k Wifi routeru sa hodnoty zvyšujú, čo sa dalo očakávať. Napriek tomu, aj tesne pri Wifi routeru sú hodnoty hlboko pod limitnými hodnotami uvedenými vo Vyhláske č. 534/2007 Z. z. Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky.

Tab. 1 Hodnoty EM žiarenia vyžarovaného WiFi routrom

l [m]	Hod. EM žiarenia [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$]
10 m	0,0001
9 m	0,0002
8 m	0,0009
7 m	0,0039
6 m	0,0208
5 m	0,0672
4 m	0,0982
3 m	0,1327
2 m	0,1337
1 m	0,261
0,2 m	1,8596
0,02 m	5,8804
0 m (dotyk)	9,1421

Tretie meranie bolo uskutočnené pomocou mobilnej aplikácie Quanta Monitor. Po spustení aplikácie sa zobrazí okno merania špecifickej hodnoty absorpcie (SAR) v rozmedzí hodnôt 0 W/kg až 6 W/kg a jej časový priebeh, ktorý je možné vidieť na ľavej strane Obr. 2. Druhou možnosťou tejto aplikácie je taktiež meranie, ktoré je možné vidieť v strede na Obr. 2. Meranou veličinou v tomto prípade je hodnota hustota toku výkonu vyžarovaného mobilným telefónom v rozmedzí hodnôt 0 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ až 10 000 000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Poslednou možnosťou tejto aplikácie je zobrazenie jednotlivých dní a priemernej hodnoty, ktorá bola v daný deň dosiahnutá v jednotke $\mu\text{Wh}/\text{m}^2$. Túto možnosť je možné vidieť na pravej strane Obr. 2.



Obr. 2 Quanta Monitor

Pomocou aplikácie bolo vykonané meranie hodnoty SAR, ktoré je možné vidieť v Tab. 2. a v Tab. 3. Hodnota SAR udáva špecifickú hodnotu absorpcie, teda množstvo energie absorbované živým tkanivom, ktoré je vystavené vplyvu EM poľa. Meranie hodnoty SAR bolo vykonané na voľne položenom mobilnom telefóne v jednom bode pri zapnutých dátových prenosoch a zapnutom. Druhým meraním pomocou tejto aplikácie bolo meranie hodnoty hostoty toku výkonu vyžarovaného mobilným telefónom. Meranie bolo uskutočnené počas 10 minútového telefonátu. Výsledky tohto merania je možné vidieť v Tab. 3.

Tab. 2 Hodnoty SAR pri aktivovaných dátových prenosoch

	SAR
t[hod]	W/kg
12:20	1,3
12:40	0
13:00	0
13:20	3,5
13:40	0
14:00	1
14:20	0,82
14:40	0
15:00	0,96
15:20	0
15:40	0
16:00	0
16:20	1,12
16:40	0
17:00	0
17:20	0,79
17:40	0
18:00	1,1

18:20	0
18:40	0
19:00	0
19:20	2,1
19:40	0
20:00	0
\overline{SAR}	0,53

Meraním hodnoty SAR sa potvrdilo, že počas aktivovaných dátových prenosov sa telefón pripája na sieť s malými prestávkami. Telefonát začal v čase 20:00 hod. a trval do 20:10 hod. Toto meranie je možné vidieť v Tab. 3.

Tab. 3 Hodnoty SAR pri 10 minútovom telefonáte

	SAR
t[min]	W/kg
0	0
1	2,4
2	0,3
3	0,1
4	0,04
5	0,1
6	0,01
7	0,05
8	0,1
9	0,03
10	2,2
11	0,03
12	0

V čase 0 minút ešte telefonát neprebíhal, hodnota SAR bola rovná 0 W/kg. Počas desiatich minút sa hodnoty SAR neustále menili. Ako je možné vidieť z Tab. 3 najväčšia hodnota SAR bola nameraná práve počas prvej minúty telefonátu, teda ihneď po tom, čo mobilný telefón indikoval prichádzajúci hovor. V jedenástej minúte bol hovor ukončený a v dvanástej minúte hodnota SAR opäť poklesla na 0 W/kg. Priemerná hodnota SAR počas 10 min. telefonátu bola na úrovni 0,53 W/kg, čo je asi štyrikrát nižšia hodnota než normovaná hodnota.

4. Záver a diskusia

Tento príspevok pojednáva o mapovaní elektrosmogu v životnom prostredí, ktorého je človek súčasťou. Mnoho výskumov sa v minulosti aj v súčasnosti venovalo vplyvu elektromagnetického poľa na živé organizmy. Závěry z výskumov sa líšia a jednoznačne nie sú preukázané možné dopady elektromagnetického poľa na živé organizmy. V príspevku sa autori zaoberajú mapovaním elektromagnetického poľa

pomocou mobilných aplikácií, ktoré sú bežne dostupné pre používateľov smartfónov. Príspevok poukazuje na fakt, že bežní ľudia si môžu mapovať elektrosmog prakticky neustále. Neustále môžu mať informáciu o aktuálnej hodnote elektrosmogu okolo seba. Príspevok zároveň navrhuje možné dostupné aplikácie, ktorými je možné mapovanie elektromagnetického poľa od Wifi routeroch a tiež mapovanie vlastného mobilného telefónu. Nakoľko je vplyv elektromagnetického poľa vysoko aktuálna téma, zvyšuje sa aj záujem verejnosti o túto neviditeľnú hrozbu. Preto práve navrhované mobilné aplikácie by mohli dopomôcť informovanosti verejnosti o tejto neviditeľnej hrozbe.

Referencie

1. WHO označila rádiové elektromagnetické žiarenie za možno rakovinotvorné [online], [15. 03. 2016.] Dostupné na internete:
<http://www.dsl.sk/article.php?article=10988>
2. ICNIRP STATEMENT, On the “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)” [online], [18. 03. 2016.] Dostupné na internete:
<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPStatementEMF.pdf>
3. ICNIRP SCI REVIEW, Mobile phones, brain tumors, and the interphone study: where are we now [online], [18. 03. 2016.] Dostupné na internete:
<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPSCIreview2011.pdf>
4. Televízne a rozhlasové vysielacie [online], [23. 03. 2016.], Dostupné na internete:
<http://www.voxo.eu/elektrosmog/televizne-a-rozhlasove-vysielace>
5. H. DOLK et al.: Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter [online], [23. 03. 2016.], Dostupné na internete:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8982016>
6. V. PANKRÁC et al.: Teorie elektromagnetického pole - Příklady. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2005. 180 s. ISBN 80-01-03320-1.

Spoluautor článku je Juraj Leštach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Mäsiarska 74, 041 20 Košice
