

Taras Kapraľ, Irida Kolcunová, Marek Pavlík, Ľubomír Orosi

Mapovanie elektrosmogu v počítačovej učebni

Tento príspevok sa zaoberá mapovaním magnetickej indukcie a intenzity elektrického poľa v závislosti od času merania, polohy v rámci počítačovej učebne a stavu zapnutia elektrických zariadení v miestnosti. Namerané hodnoty porovnáva s Vyhláškou ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007 zo 16. augusta 2007, ktorá definujú povolené limity týchto veličín. Meranie je uskutočnené vo frekvenčnom pásme od 16 Hz do 100 kHz, teda nepokrýva frekvenčnú oblasť prevádzky vysokofrekvenčných zariadení, ako sú mobilné telefóny a WiFi smerovače.

Kľúčové slová: elektromog, magnetická indukcia, intenzita elektrického poľa, elektromagnetické vlnenie

I. ÚVOD

S rozvojom techniky prichádza potreba zjednodušovania rutinných ľudských činností. Priamo s tým súvisí bezdrôtový prenos informácií a množstvo elektrických zariadení. Vplyvom týchto zariadení sme vystavení každodennému elektromagnetickému žiareniu, ktoré produkuje tieto elektrické zariadenia. Je potrebné vedieť v akom prostredí pracujeme z hľadiska intenzity elektromagnetických polí. Porovnaním s limitami v aktuálne platnej Vyhláške ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007 zo 16. augusta 2007 platných smerniciach môžeme porovnať a následne zistiť, či je naše pracovné prostredie bezpečné z hľadiska elektromagnetického žiarenia 0.

Je možné predpokladať, že so zvyšujúcim sa počtom zariadení, produkujúcich elektromagnetické žiarenie sa zvyšuje aj vplyv týchto zariadení na človeka. Aj keď nie je jednoznačné, či toto žiarenie má smrteľný účinok na človeka, určité negatívne vplyvy na človeka boli dokázané. Rýchlym nástupom bezdrôtových technológií sa spohodnil život človeka a preto dokázaný negatívny vplyv elektromagnetického poľa by mal za následok dramatický dopad na súčasný život moderného človeka [5].

Experimentálne, aj rozsiahlymi štatistikami sa dokázalo, že EMP sú v celom svojom frekvenčnom rozsahu biologicky aktívne, teda interagujú so živou hmotou. Okrem priaznivého pôsobenia sú však nepopierateľné aj ich negatívne, ba neraz aj zhubné vplyvy na živé organizmy. Preto problematika EMP vo vzťahu k životnému prostrediu (ŽP) má pred sebou dve úlohy. Prvou je ako využívať tieto elektromagnetické polia na zlepšenie životných podmienok obyvateľstva. Druhá úloha je ako súčasne chrániť ľudí pred nepriaznivými účinkami týchto polí [5].

II. ELEKTROSMOG

Elektrosmog je každé elektromagnetické vlnenie vytvorené elektrickým zariadením, ktoré pôsobí na človeka. Definujeme ho aj ako elektromagnetické znečistenie prostredia. Pri skúmaní jeho priestorového rozloženia skúmame najmä hodnoty magnetickej indukcie a hodnoty intenzity elektrického poľa.

Elektromagnetický smog predstavuje znečistenie, ktoré je vyrobené umelo človekom. Je to elektromagnetické žiarenie nie prírodného charakteru. Elektrosmog nie je možné zachytiť ľudskými zmyslami, dá sa odmerať a vyhodnotiť len za pomoci špeciálnych meracích prístrojov. Elektrosmog je možné rozdeliť na nízko-frekvenčný a vysoko-frekvenčný elektrosmog. Zdrojmi

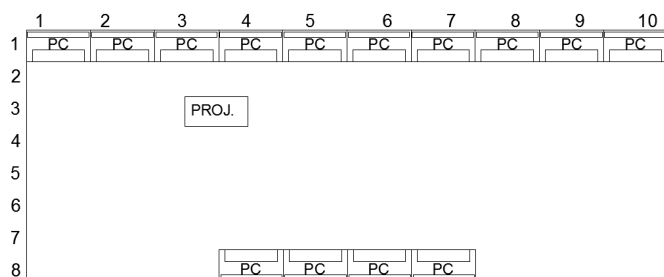
nízko-frekvenčného elektrosmogu sú transformátory, vn vedenia, spotrebná elektronika alebo žiarovky. Zdrojmi vysokofrekvenčného elektrosmogu sú rozhlasové a TV vysielacie, mobily, Wi-Fi, Bluetooth, základňové stanice BTS, satelity [4].

Elektromagnetické polia (EMP) delíme na neionizujúce a ionizujúce. Ionizujúce účinky EM poľa tvoria obširnu problematiku, preto nebudú ďalej popisované. Neionizujúce účinky EM polí môžeme rozdeliť na tepelné a netepelné. Tepelné účinky (hypertermia) sú závislé od frekvencie. So zvyšujúcej frekvenciou sa zvyšujú tepelné účinky na organizmus. Pri vysokých frekvenciách preto môže dochádzať k tepelnému preťažovaniu orgánov. Táto vlastnosť elektromagnetického vlnenia sa využíva pri ohreve jedla v mikrovlnných rúrach. Netepelné účinky sú charakterizované prevažne ich indukčným vplyvom pri dlhodobom ožarovaní malým výkonom. Má to vplyv najmä na nervovú sústavu, kde sa menia biologické vlastnosti bunkových membrán.

V dnešnej dobe sa vplyvu neionizujúceho EM žiarenia venujú najmä Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) a Medzinárodná komisia pre ochranu pre neionizujúce žiarenie (ICNIRP). Podľa hodnotení svetovej zdravotníckej organizácie doteraz nebola zistená priama korelácia medzi vysokofrekvenčnými EM žiaričmi a zdravotnými problémami obyvateľstva. V rámci niekoľkých výskumov, ktoré skúmali výskyt zhubných nádorov v určitej geografickej oblasti, nebolo dokázané, že ochorenia mali spoločný pôvod keďže ich symptómy a priebeh sa výrazne líšili. S určitou však je možné povedať, že EM vlnenie, najmä z mobilných telefónov má tepelné účinky na ľudský organizmus. Najviac sa to prejavuje pri telefonovaní, kde je možné infračervenou kamerou sledovať ohrev časti hlavy, ktorá je najbližšie k mobilnému telefónu [3].

III. MERANIE ELEKTROSMOGU

Vychádzajúc z toho, že účelom merania je porovnávanie medzi rôznymi pracovnými režimami, je nutné zabezpečiť zmenu podmienok pri meraní. Meranie preto bolo uskutočnené v dvoch rôznych stavoch pracovnej doby. Ráno pred pracovnou dobou a poobede počas pracovnej doby. Pri oboch meraniach bol skúmaný vplyv vypnutia a zapnutia všetkých zariadení v miestnosti, ktoré bolo možné vypnúť. Pohľad na miestnosť, v ktorej prebiehalo meranie je na Obr.1. Typ miestnosti je vyučovacia miestnosť s počtom študentov 10.



Obr. 2. Pohľad na miestnosť, v ktorej bolo vykonané meranie

V miestnosti sa nachádzali počítače, na strope bol umiestnený projektor a súčasťou elektrických zariadení bola aj samotná elektroinštalácia umiestnená v lištách na stenách. Pre lepšiu predstavivosť je na Obr.3 zobrazený 3D model miestnosti.



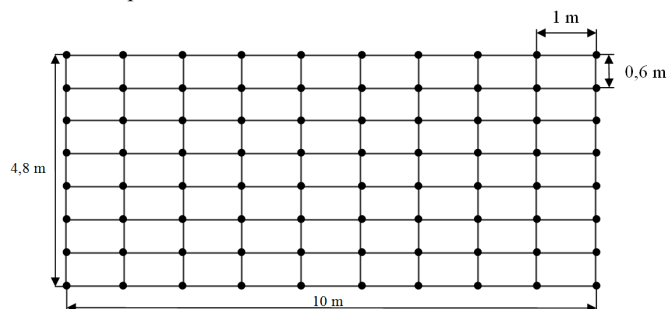
Obr. 3. 3D model miestnosti

Samotné meranie prebiehalo pri týchto podmienkach:

- Počas pracovnej doby popoludní, všetky zariadenia vypnuté
- Počas pracovnej doby popoludní, všetky zariadenia zapnuté
- Ráno pred začiatkom pracovnej doby, všetky zariadenia vypnuté
- Ráno pred začiatkom pracovnej doby, všetky zariadenia zapnuté

Ručný merací prístroj (ME 3830 – Digitaled electrosmog analyzer) použitý pri meraní pracuje v ohraničenom frekvenčnom pásme od 16 Hz do 100 kHz. Rozsah merania magnetickej indukcie je 1-1999 nT a intenzity elektrického poľa od 1-1999 V/m.

Pri meraní bola dodržaná orientácia meracieho prístroja, aby jeho otáčanie nespôsobilo skreslenie nameraných hodnôt. Pri každom type overovaného prostredia bola meraná magnetická indukcia a intenzita elektrického poľa meraná v 80 bodoch (8x10 bodov) vo vzájomnej vzdialenosti približne 0,6 m.



Obr. 4. Sieť meracích bodov vo vnútri miestnosti

IV. VÝSLEDKY MERANIA

Limitné hodnoty podľa Vyhlášky ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007 sú zobrazené v Tabuľke 1.

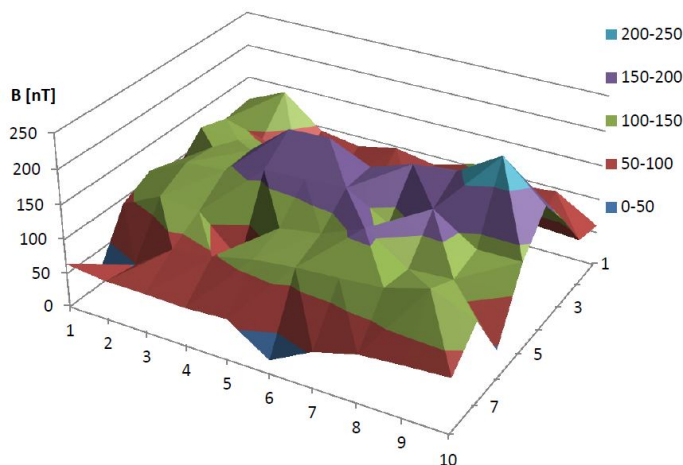
TABUĽKA 1

Limitné hodnoty podľa Vyhlášky ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky⁰

Frekvenčné pásmo	Intenzita elektrického poľa, E (V/m)	Intenzita magnetickej poľa, H (A/m)	Magnetická indukcia B (μ T)
0 Hz až < 1 Hz	—	$3,72 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$
1 Hz až < 8 Hz	10000	$3,2 \cdot 10^4 f^2$	$3,2 \cdot 10^4 f^2$
8 Hz až < 25 Hz	10000	$4000/f$	$5000/f$
0,025 kHz až < 0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$
0,8 kHz až < 3 kHz	$250/f$	5	6,25
3 kHz až < 150 kHz	87	5	6,25
0,15 MHz až < 1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$
1 MHz až < 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$
10 MHz až < 400 MHz	28	0,073	0,092
400 MHz až < 2 000 MHz	$1,375 \cdot f^{1/2}$	$0,0037 \cdot f^{1/2}$	$0,0046 \cdot f^{1/2}$
2 GHz až 300 GHz	61	0,16	0,20

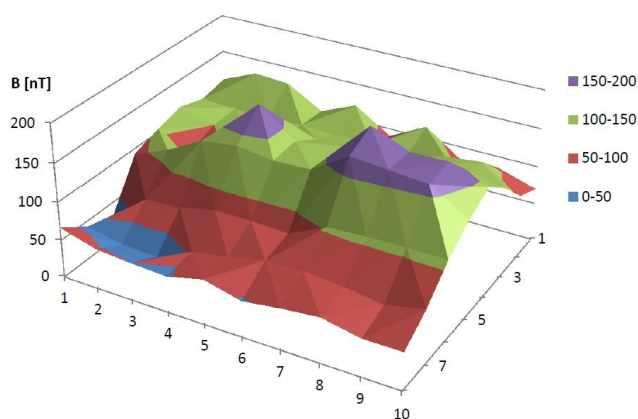
Pre lepší prehľad sú výsledky všetkých meraní zobrazené v 3D grafoch, aby bolo jasne viditeľné rozloženie magnetickej indukcie B (Obr.5 – Obr.8) a intenzity elektrického poľa E (Obr.9 – Obr.12) vo vnútri miestnosti.

Na Obr.5 je zobrazený 3D graf magnetickej indukcie B vo vnútri meranej miestnosti. Graf je pre ranné meranie v stave vypnutia všetkých zariadení.

Obr.5. Magnetická indukcia B vo vnútri miestnosti (ranné meranie, všetko vypnuté)

Z výsledného grafu je možné konštatovať, že maximálne hodnoty magnetickej indukcie B boli v pásme 200-250 nT.

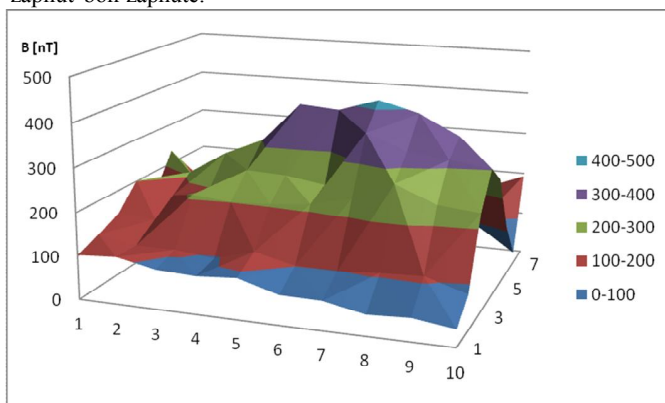
Na Obr.6 je zobrazený 3D graf magnetickej indukcie B . Výsledky sú platné pre popoludňajšie meranie v stave vypnutia všetkých zariadení. Počas merania boli vypnuté len tie zariadenia, ktoré bolo možné vypnúť. Elektrická inštalácia sa ističom nevypínala a tiež sa nevypínali zariadenia v susedných miestnostiach, ktoré mohli mať na výsledky merania vplyv.



Obr.6 Magnetická indukcia B vo vnútri miestnosti (popoludňajšie meranie, všetko vypnuté)

Z výsledného grafu merania magnetickej indukcie B je možné konštatovať, že maximálne hodnoty sa pohybovali v pásme 150-200 nT. Pri porovnaní ranného merania a popoludňajšieho merania je na základe Obr.5 a Obr.6 vidieť, že pri rannom meraní dosahovali hodnoty magnetickej indukcie B vyššie hodnoty, pričom maximálne hodnoty boli na približne rovnakých miestach.

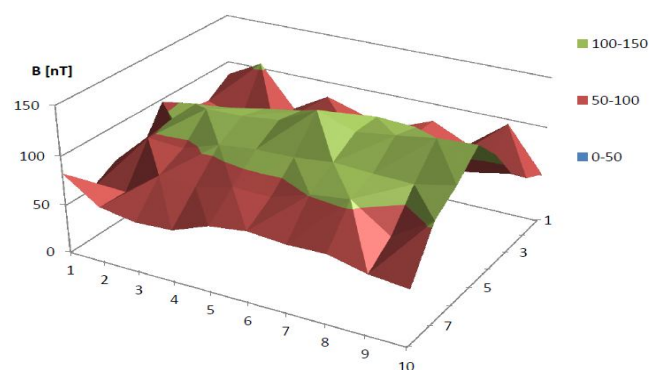
Na Obr.7 je zobrazený 3D graf nameraných hodnôt, ktoré platia pre ranné meranie. Všetky elektrické zariadenia, ktoré bolo možné zapnúť boli zapnuté.



Obr.7 Magnetická indukcia B vo vnútri miestnosti (ranné meranie, všetko zapnuté)

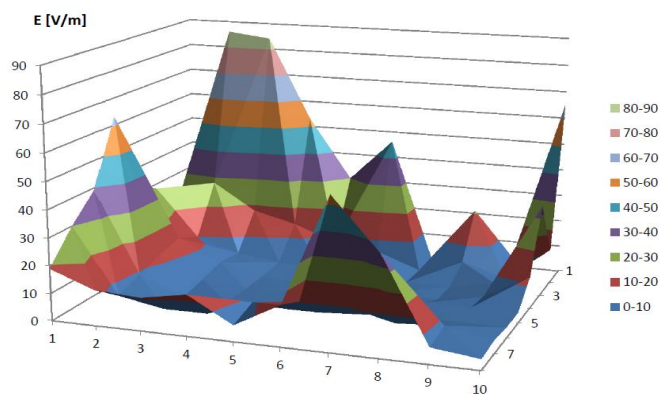
Na základe výsledkov je možné porovnať hodnoty magnetickej indukcie B pre ranné meranie v prípade zapnutia a vypnutia všetkých možných elektrických zariadení. Ako bolo spomenuté skôr, maximálne hodnoty magnetickej indukcie pre rannom meraní a vypnutých elektrických zariadeniach boli v pásme 200-250 nT. Pri rannom meraní a zapnutých elektrických zariadeniach sa maximálne hodnoty pohybovali v pásme 400-500 nT. Nárast magnetickej indukcie B bol približne o 100%.

Výsledky z popoludňajšieho merania v prípade zapnutia všetkých elektrických zariadení sú zobrazené na Obr.8. Znova je možné porovnať namerané hodnoty a určiť pásmo maximálnej hodnoty magnetickej indukcie. V prípade vypnutých elektrických zariadení bolo pásmo maximálnej hodnoty magnetickej indukcie 150-200 nT. V prípade zapnutia všetkých elektrických zariadení bolo pásmo maximálnej magnetickej indukcie 100-150 nT. Je možné si všimnúť, že pri rannom meraní a pri zapnutých a vypnutých zariadeniach bol nárast maximálnej hodnoty magnetickej indukcie o približne 100%. Avšak v prípade popoludňajšieho merania bol nameraný pokles maximálnej hodnoty o približne 25%.



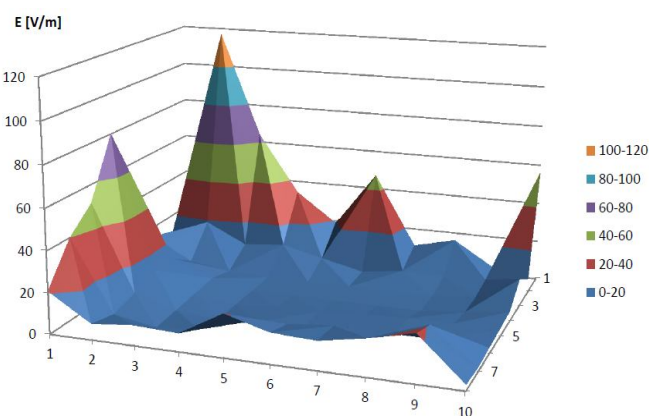
Obr.8 Magnetická indukcia B vo vnútri miestnosti (popoludňajšie meranie, všetko zapnuté)

Na Obr.9 je zobrazený 3D graf nameraných hodnôt intenzity elektrického poľa E , ktoré platia pre ranné meranie a vypnuté elektrické zariadenia.



Obr. 9 Intenzita elektrického poľa E vo vnútri miestnosti (ranné meranie, všetko vypnuté)

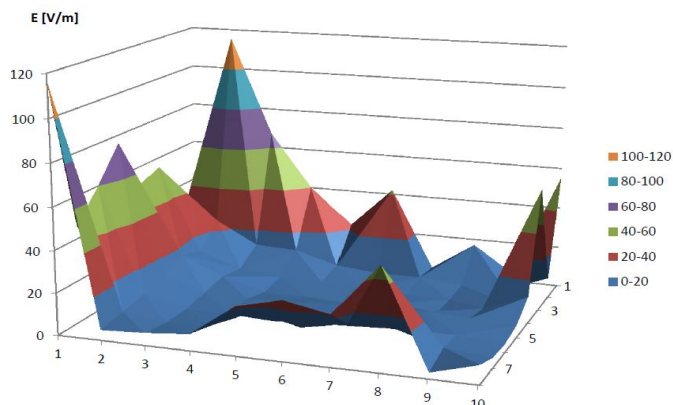
Na Obr.10 je zobrazený 3D graf nameraných hodnôt intenzity elektrického poľa E , ktoré platia pre ranné meranie a zapnuté elektrické zariadenia.



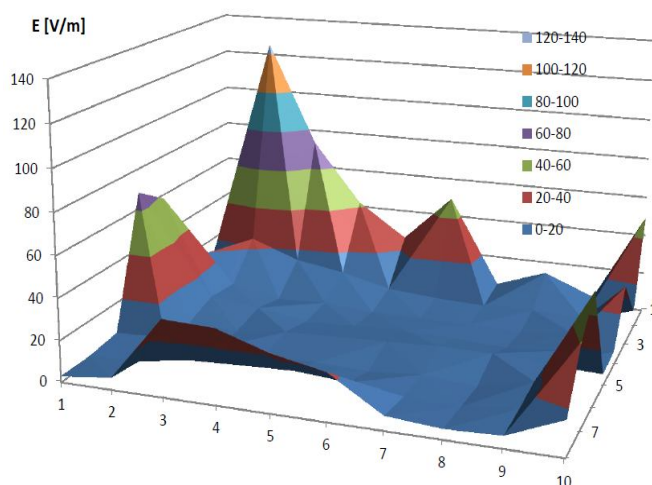
Obr. 10 Intenzita elektrického poľa E vo vnútri miestnosti (popoludňajšie meranie, všetko zapnuté)

Na základe výsledkov merania intenzity elektrického poľa E pri rannom a popoludňajšom meraní je možné konštatovať, že pri rannom meraní boli maximálne hodnoty intenzity elektrického poľa v pásme 80-90 V/m a pri popoludňajšom meraní boli maximálne hodnoty v pásme 100-120 V/m, čo znamená nárast o približne 25%.

Posledné výsledky sú zobrazené na Obr.11 a Obr.12. Na Obr.11 je zobrazený 3D graf pre namerané hodnoty intenzity elektrického poľa pre ranné meranie a zapnuté zariadenia. Na Obr.12 je zobrazený 3D graf pre namerané hodnoty intenzity elektrického poľa pre popoludňajšie meranie a zapnuté zariadenia.



Obr. 11 Intenzita elektrického poľa E vo vnútri miestnosti (ranné meranie, všetko zapnuté)



Obr. 12 Intenzita elektrického poľa E vo vnútri miestnosti (popoludňajšie meranie, všetko zapnuté)

Z výsledkov je možné konštatovať, že tak ako v prípade magnetickej indukcie aj v prípade intenzity elektrického poľa platí, že pri popoludňajšom meraní a zapnutých elektrických zariadeniach nedosahovala intenzita elektrického poľa vyššie hodnoty.

Z výsledkov je možné vypočítať priemernú hodnotu magnetickej indukcie B a intenzity elektrického poľa E . Tieto priemerné hodnoty sú zobrazené v Tabuľke 2.

TABUĽKA 2

Priemerné hodnoty magnetickej indukcie B a intenzity elektrického poľa E vo vnútri miestnosti

Popis podmienok pri meraní	Priemerná hodnota	Najväčšia hodnota
Ranné meranie – všetko vypnuté – B (nT)	110	233
Ranné meranie – všetko zapnuté – B (nT)	164	417
Popoludňajšie meranie – všetko vypnuté – B (nT)	99	183
Popoludňajšie meranie – všetko zapnuté – B (nT)	88	143
Ranné meranie – všetko vypnuté – E (V/m)	14	86
Ranné meranie – všetko zapnuté – E (V/m)	14	125
Popoludňajšie meranie – všetko vypnuté – E (V/m)	13	117
Popoludňajšie meranie – všetko zapnuté – E (V/m)	17	116

V. ZÁVER

Mapovanie elektrosmogu je dôležité z dôvodu zistenie vplyvu elektromagnetického poľa. Je nutné poznamenať, že pri meraní popísanom v tomto príspevku neboli v nameraných hodnotách započítané prírastky od zdrojov vysokofrekvenčných zariadení, akými sú napríklad wi-fi vysielateľ, mobilné telefóny a podobne, nakoľko rozsah prístroja neumožnil tieto prírastky zmerať.

Najväčšia hodnota magnetickej indukcie 417 nT bola nameraná pri rannom meraní a zapnutých všetkých prístrojoch. Počas tohto merania bol okrem zariadení v miestnosti zapnutý aj notebook, ktorý slúžil na zapisovanie nameraných hodnôt. Je predpoklad, že práve ním bol vytvorený takýto výrazný vzrast hodnôt magnetickej indukcie. Ak si túto hodnotu porovnáme s dovolenými hodnotami pre magnetickej indukciu, ktoré určuje Vyhláška ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007 zo 16. augusta 2007, zistíme, že ani táto najväčšia hodnota spomedzi všetkých nepresahuje stanovené limity, ktoré sú stanovené. Maximálna hodnota je približne 70-krát menšia, ako dovoľuje spomínaná Vyhláška.

V prípade intenzity elektrického poľa, najväčšia hodnota bola nameraná počas toho istého ranného merania, keď boli všetky prístroje zapnuté. Intenzita elektrického poľa dosiahla hodnotu 125 V/m, čo je takmer 5-násobne menej, ako povôľuje Vyhláška. Namerané hodnoty v počítačovej učebni vyhovujú dovoleným limitom.

Pri porovnaní pôdorysu učebne a grafických závislostí nameraných hodnôt je možné konštatovať, že maximálne hodnoty intenzity elektrického poľa boli zaznamenané najmä pri elektrických zásuvkách. Tiež je možné konštatovať, že tieto hodnoty klesali so zvyšujúcou sa vzdialenosťou od zásuviek.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Ochrana obyvateľstva Slovenskej republiky pred účinkami elektromagnetického poľa, s kódom ITMS: 26220220145, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ

PODPORUJEME VÝSKUMNÉ AKTIVITY NA SLOVENSKU/PROJEKT JE SPOLUFINANCOVANÝ ZO ZDROJOV EÚ.

LITERATÚRA

- [1] Vyhláška ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 534/2007 zo 16. augusta 2007 o podrobnostiach o požiadavkách na zdroje elektromagnetického žiarenia a na limity expozície obyvateľov elektromagnetickému žiareniu.
- [2] J. C Lin.: Mental Process in Humans and Exposure to Cell-Phone Radiation, Microwave Magazine, IEEE. Illinois Univ., Chicago, IL, USA, 2004. 26-30s. ISSN 1527-3342.
- [3] M. Pavlík, J. Zbojovský, Measuring of dependence of shielding effectiveness of electromagnetic field on the distance in high frequency range. 2012. In: SCYR 2013 : proceedings from conference : 13th

Scientific Conference of Young Researchers : May 14th, 2013, Herľany, Slovakia. - Košice : TU, 2013.

- [4] Elektrosmog info, Čo je to elektrosmog, [online]. [cit. 2013-05-03]. Dostupné na internete: < <http://www.voxo.eu/elektrosmog/co-je-elektrosmog#.UYijNhw9Izs>>.
- [5] Z. Cabanová, Biologické účinky elektromagnetického poľa, Advances in Electrical and Electronic Engineering, Žilina, 2004, s. 24-29.

ADRESY AUTOROV

Taras Kapraľ, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, taras.kapral@student.tuke.sk

Iraida Kolcunová, Technická Univerzita Košice, elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, iraida.kolcunova@tuke.sk

Marek Pavlík, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, marek.pavlik@tuke.sk

Lubomír Orosi, , Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, lubomir.oros@student.tuke.sk