

MOBILIŲJŲ TELEFONŲ ELEKTROMAGNETINIO LAUKO ENERGIJOS  
SRAUTO TANKIO TYRIMAI IR ĮVERTINIMASPranas Baltrėnas<sup>1</sup>, Raimondas Buckus<sup>2</sup>*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*  
*El. paštas: <sup>1</sup>pbalt@vgtu.lt; <sup>2</sup>raimisbc@gmail.com*

**Santrauka.** Nagrinėjami 10 mobiliųjų telefonų elektromagnetinių laukų energijos srauto tankio kitimai priklausomai nuo atstumo. Tyrimai atliekami, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS, kai į mobiliųjį telefoną yra siunčiamas SMS iš kito mobiliojo telefono, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto. Mobilųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas ar gaunamas SMS, viršija saugią leistiną  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normą. 10, 20, 30 cm atstumas nuo mobiliojo telefono – tinkama apsauga nuo elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio viršijimo rašant ar gaunant SMS žinutes, jungiantis prie mobiliojo interneto. Mobilųjų telefonų elektromagnetinių laukų energijos srauto tankio priklausomybė nuo atstumo pateikiama grafikais.

**Reikšminiai žodžiai:** mobilusis telefonas, elektromagnetinio lauko energijos srauto tankis, plačiajuostis elektromagnetinių laukų matuoklis, bazinė stotis.

## Įvadas

Darbo vietose ir namų aplinkoje naudojami elektriniai prietaisai bei įrenginiai: kompiuteriai, kopijavimo aparatai, televizoriai, mobilieji telefonai ir kita technika aplink save sukuria elektromagnetinį lauką (Baltrėnas, Buckus 2009). Mobilusis telefonas šiuo metu tapo būtinybė. 2002 metais Niujorko Fast Track Wireless kompanijos atliktais mobiliojo ryšio tyrimais buvo nustatyta 1,1 milijardo abonentų, o tai sudarė apie 20 % visos žemės gyventojų. Reikia įvertinti ir tai, kad iki šių dienų tas skaičius sparčiai didėjo (Cicchetti, Faraone 2004). Tai reiškia, kad šiuo metu mobiliu telefonu naudojasi kas ketvirtas mūsų planetos gyventojas. Lietuvoje šiuo metu veikia dviejų tipų mobilusis ryšys: analoginis – NMT ir skaitmeninis – GSM. Dauguma pas mus naudojasi GSM ryšio paslaugomis, kurias Lietuvoje teikia trys bendrovės: *Omnitel*, *Bitė* ir *Tele2*.

Manoma, kad pas mus mobilusis ryšio telefonais naudojasi daugiau nei du trečdaliai paauglių. Nestebina net mokinukai, einantys su pridėtais prie ausų mobiliaisiais telefonais. Prie diržų segame žinučių perdavimo įrenginius, jungiame į mobiliuosius telefonus internetą, televiziją ir kitas įvairias belaidžio ryšio sistemas (Baltrėnas, Buckus 2011a). Mes ramiai žingsniuojame šalia mobiliojo ryšio stočių, neišgyvename, kad ant gyvenamųjų namų stogų įrengtos įvairios perdavimo ir priėmimo antenos (Bergqvist *et al.* 2001). Mes nepagalvojame apie tai, kad nesame apsaugoti nuo kenksmingo telefonų ir perdavimo stočių elektromagnetinio spinduliavimo. Nepaisydami nuolat tirštėjančio mobiliųjų

telefonų „smogo“ mikrobangų poveikį vertiname vadovaudamiesi standartais bei normomis, kurios mūsų sveikatos tikrai tinkamai nesaugo (Baltrėnas, Buckus 2011). Mobilieji priėmimo-perdavimo įrenginiai nuo kitų žemesnio dažnio spinduliuočių šaltinių skiriasi tuo, kad jie tiesiogiai įkaitina organizmo audinius. Audiniams sugeriant elektromagnetinę spinduliuotę molekulės išsielektрина. Elektromagnetinei spinduliuotei virtus šiluma, pasireiškia terminis poveikis (Paulauskas, Klimas 2011). Įvairūs mobiliojo ryšio standartai turi skirtingą mūsų organizmo įkaitinimo poveikį. GSM 900/1800, dirbantis 900–1800 MHz dažniu, pavojingesnis nei NMT-450 standarto telefonas, dirbantis 450 MHz dažniu, nes jo spinduliavimo dažnis yra didesnis (Poljak, Kovac 2004). Tačiau NMT-450 standarte naudojami dideli galingumai, o tai yra vienas pagrindinių elektromagnetinio spinduliavimo sąveikos su organizmu faktorių. Lyginant su kitais buitinais elektroniniais prietaisais: televizoriais, kompiuteriais, kopijavimo aparatais, mobiliojo ryšio priemonės generuoja žymiai galingesnius elektromagnetinių bangų laukus (Baltrėnas, Buckus 2011b, 2008).

Neigiamas mobiliojo ryšio poveikis pasireiškia tiesioginiu šiluminiu ir nešiluminiu poveikiu, kuris išryškėja tik po ilgo laiko tarpo, bet kartais šis poveikis žmogaus organizmui pajuntamas iš karto. Tam priskiriami vadina mieji antriniai bangų poveikio reiškiniai: optinis, garsinis ir „karštųjų taškų“ efektai (Olivier, Martens 2005). Nustatyta, kad ir budėjimo režime mobilieji telefonai spinduliuoja

silpnus laukus, kurie organizme gali sukelti neigiamus pokyčius (Miclaus, Bechet 2007). Kalbant mobiliuoju telefonu elektromagnetinės bangos per ausis tiesiogiai patenka į smegenis. Australijos mokslininkų nuomone, tai neigiamiausias mobiliojo telefono poveikis. Neigiamo poveikio esmė ta, kad, jų nuomone, mobiliųjų telefonų spinduliuotė, veikdama organizme vykstančius biocheminius procesus, sukelia vadinamųjų „stresinių“ baltymų, kurie paprastai atsiranda organizme esant aukštai temperatūrai, susidarymą. Mokslininkai nustatė, kad stresiniai baltymai padidina smegenų reakcijos greitį, na, o tai jau yra nukrypimas nuo sveikatingumo normos (Cicchetti *et al.* 2003).

### Metodika

Tyrimams buvo pasirinkta 10 mobiliųjų telefonų su skirtingais parametrais. Tiriamųjų mobiliųjų telefonų duomenys pateikti 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Mobilųjų telefonų parametrai  
**Table 1.** Parameters of mobile phones

Telefono numeris	Operatorius	Savitosios energijos absorbuavimo rodiklis (SAR)	Veikimo dažniai
N1	Tele-2	1,16	GSM 1900/1800/900/850
N2	Tele-2	0,82	GSM 1900/1800/900/850
N3	Tele-2	0,6	GSM 900/1800/1900
N4	Omnitel	0,99	GSM 1900/1800/900/850
N5	Tele-2	0,78	GSM 900/ 850/1900 1800
N6	Tele-2	1,40	HSDPA 2100 / GSM 1900/1800/900/850
N7	Bitė	0,64	GSM/EDGE (850/900/1800/1900)
N8	Omnitel	1,01	EGSM 900/1800 GSM 850/1900
N9	Bitė	0,64	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 HSDPA 850 / 2100
N10	Tele-2	1,31	HSDPA 2100 / GSM 1900/1800/900/850

Darbo tikslas – ištirti ir išanalizuoti mobiliųjų telefonų skleidžiamus elektromagnetinius laukus ir nustatyti saugų apsaugos nuo elektromagnetinių laukų atstumą.

Tyrimams naudojamas NBM-550 plačiajuostis elektromagnetinių laukų matuoklis (1 pav.). NBM-550 elektromagnetinių laukų matuoklis su izotopiniu zondų darbo dažnių diapazonas 100 kHz – 3000 MHz atitinka diapazoną, kuriame gali veikti pavojų keliantys spinduliuavimo šaltiniai, t. y. mobiliojo ryšio bazinės stotys, mobiliojo ryšio antenos ir mobilieji telefonai.

NBM-550 plačiajuostis elektromagnetinių laukų matuoklis su izotopiniu zondų pasižymi dideliu jautriu: elektrinio lauko stipris matuojamas nuo 0,01 V/m, magnetinio lauko stipris matuojamas nuo 0,01 mA/m, elektromagnetinio lauko energijos srauto tankis nuo 0,001 mW/m<sup>2</sup> arba 0,1 nW/cm<sup>2</sup>.



**1 pav.** Elektromagnetinių laukų matavimo prietaisas NBM-550  
**Fig. 1.** Device NBM-550 for measuring the electromagnetic field

Dinaminis prietaiso diapazonas: elektrinio lauko stipriui 0,01 V/m – 100 kV/m; magnetinio lauko stipriui 0,01 mA/m – 250 A/m; elektromagnetinio lauko energijos srauto tankiui 0,001 mW/m<sup>2</sup> – 25,00 MW/m<sup>2</sup>; elektromagnetinio lauko energijos srauto tankiui diapazonas 0,1 nW/cm<sup>2</sup> – 2,5 kW/cm<sup>2</sup>. Didesnis NBM-550 plačiajuosčio elektromagnetinių laukų matuoklio su izotopiniu zondų dinaminis diapazonas pasižymi tuo, kad elektromagnetinio lauko intensyvumas gali būti išmatuotas platesniu intervalu. Prietaiso paklaida – ± 8,9 %.



**2 pav.** Elektromagnetinių laukų matavimo schema  
**Fig. 2.** Scheme for measuring the electromagnetic field

Prietaisas NBM 550 pastatomas prieš mobilių telefoną: atstumas tarp zondų ir mobiliojo telefono – 1 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm (2 pav.). Matuojamas dydis – elektromagnetinio lauko energijos srauto tankis. Matuojama: kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS (matavimo trukmė – 3 s); kai į mobilių telefoną siunčiamas SMS iš kito

mobiliojo telefono (matavimo trukmė – 3 s); kai mobilusis telefonas jungiamas prie interneto (matavimo trukmė – 5 s). Rezultatai pateikiami vidurkio ir maksimumo vertėmis.

### Rezultatai ir jų analizė

Rašant SMS, mobilusis telefonas siunčia elektromagnetines bangas į artimiausią bazinę stotį, iš kur jos perduodamos į kitą mobiliųjį telefoną.

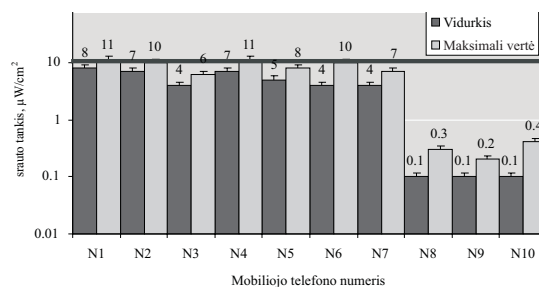
3 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 1 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. N1 ir N4 mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio maksimumo vertės viršija saugią  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normą ir siekia  $11 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . N1 mobiliojo telefono vidurkio vertė yra didžiausia, tačiau neviršija saugios ribos ir siekia  $8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . N2, N3, N5, N6, N7, N8, N9 ir N10 mobiliųjų telefonų vertės neviršija saugios ribos ir kinta: vidurkiai nuo  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $7 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , o maksimumas – nuo  $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

4 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 10 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. Visų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vidurkio ir maksimumų vertės palyginti mažos ir neviršija saugios  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normos ir kinta: vidurkiai nuo  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki o maksimumas – nuo  $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

5 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 20 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. Visų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vidurkio ir maksimumų vertės sumažėjo 2–3 kartus, palyginti su 1 cm atstumu, ir 3–4 kartus, palyginti su 10 cm. Saugios  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normos neviršijama: vidurkiai kinta nuo  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , o maksimumų vertės – nuo  $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

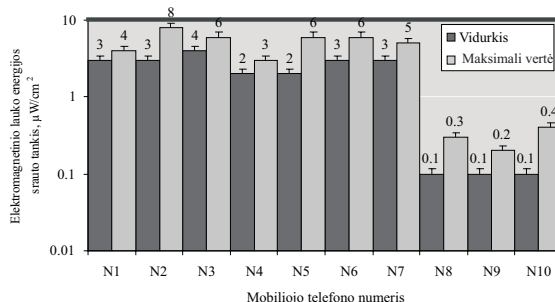
6 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 30 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. Visų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vidurkio ir maksimumų vertės mažos ir kinta nuo  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Palyginti su 20 cm atstumu, elektromagnetinio lauko energijos srauto tankis sumažėjo apie 1,5 karto.

7 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai į mobiliųjį telefoną yra siunčiamas SMS iš kito mobiliojo telefono 1 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos.



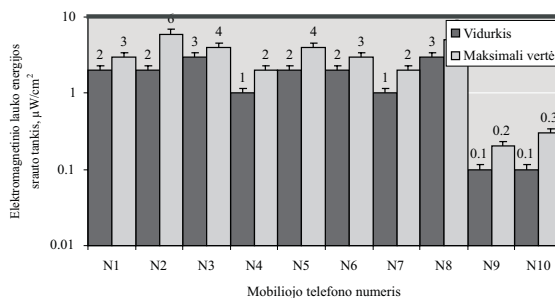
3 pav. Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 1 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

Fig. 3. Values of the energy flux density of the electromagnetic field sending a text message at a distance of 1 cm



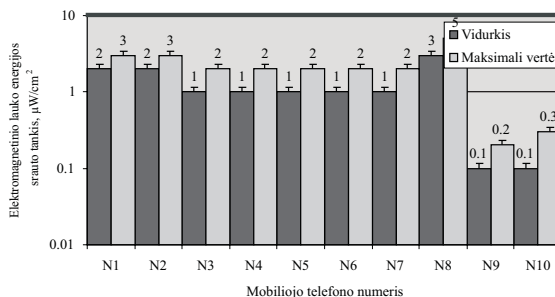
4 pav. Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 10 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

Fig. 4. Values of the energy flux density of the electromagnetic field sending a text message at a distance of 10 cm



5 pav. Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 20 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

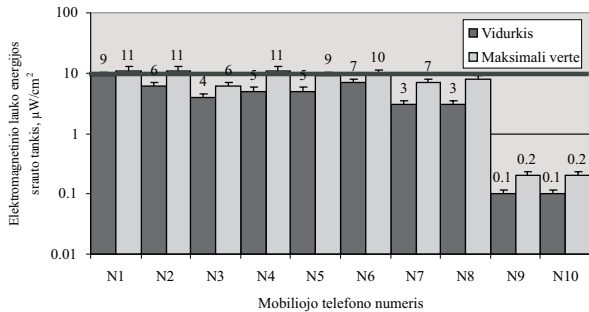
Fig. 5. Values of the energy flux density of the electromagnetic field sending a text message at a distance of 20 cm



6 pav. Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 30 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

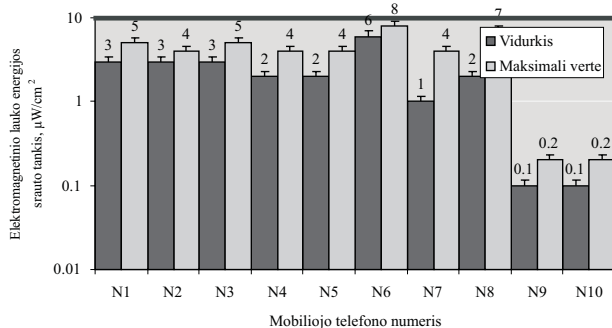
Fig. 6. Values of the energy flux density of the electromagnetic field sending a text message at a distance of 30 cm

N1, N2 ir N4 mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio maksimumo vertės viršija saugią  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normą ir siekia  $11 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . N1 telefono vidurkio vertė yra didžiausia, bet neviršija saugios ribos ir siekia  $9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . N2, N3, N5, N6, N7, N8, N9 ir N10 telefonų vidurkių vertės neviršija saugios ribos ir kinta: vidurkiai nuo  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , o maksimumų vertės nuo  $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . 8 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 10 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. Visų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vidurkio ir maksimumų vertės mažos ir neviršija saugios  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normos ir kinta: vidurkiai nuo  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , o maksimumų vertės nuo  $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . 10 cm atstumas susilpnina mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankį nuo 2 iki 3 kartų.



**7 pav.** Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai į mobilųjį telefoną yra siunčiamas SMS iš kito mobiliojo telefono 1 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

**Fig. 7.** Values of the energy flux density of the electromagnetic field receiving a text message at a distance of 1 cm

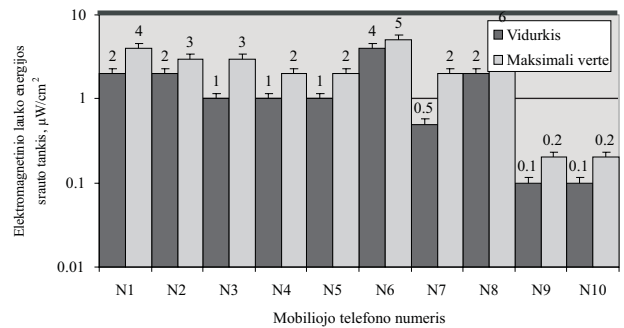


**8 pav.** Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai į mobilųjį telefoną yra siunčiamas SMS iš kito mobiliojo telefono 10 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

**Fig. 8.** Values of the energy flux density of the electromagnetic field receiving a text message at a distance of 10 cm

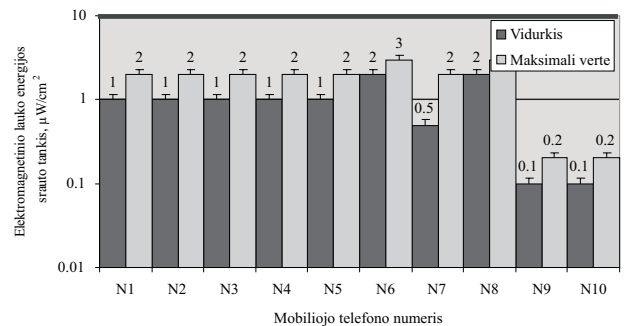
9 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 20 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. Visų mobiliųjų telefonų

elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vidurkio ir maksimumų vertės sumažėjo nuo 1,5 iki 2 kartų, palyginti su 10 cm atstumu. Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės kito nuo  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . 10 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas SMS 30 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. Visų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vidurkio ir maksimumų vertės mažos ir neviršija saugios  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normos ir kinta: vidurkiai nuo  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , o maksimumų vertės nuo  $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki  $3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .



**9 pav.** Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai į mobilųjį telefoną yra siunčiamas SMS iš kito mobiliojo telefono 20 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

**Fig. 9.** Values of the energy flux density of the electromagnetic field receiving a text message at a distance of 20 cm



**10 pav.** Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai į mobilųjį telefoną yra siunčiamas SMS iš kito mobiliojo telefono 30 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

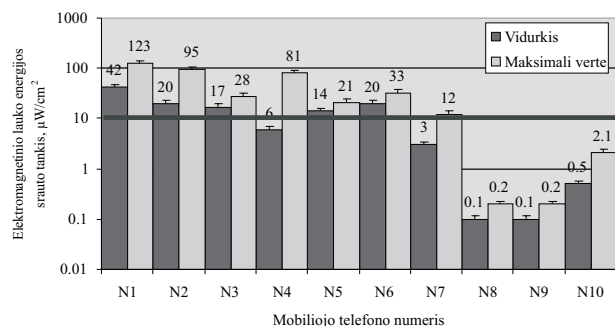
**Fig. 10.** Values of the energy flux density of the electromagnetic field receiving a text message at a distance of 30 cm

11 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 1 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7 elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės stipriai viršija saugią  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normą. N1 ir N2 telefonų maksimumų vertės yra didžiausios ir siekia  $123 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  ir  $95 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . N1, N2 ir N6 telefonų vidurkių vertės yra didžiausios ir siekia  $42 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  ir po  $20 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

N8, N9 ir N10 telefonų vidurkių vertės neviršija saugios ribos ir kinta: vidurkiai nuo 0,1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki 0,5  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , o maksimumas nuo 0,2  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  iki 2,1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

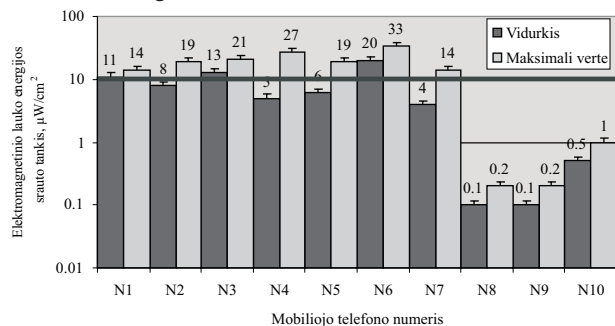
12 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 10 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. N1, N3, N6 vidurkio, o N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7 maksimumo vertės viršija saugią 10  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  normą. N4 ir N6 telefonų maksimumų vertės yra didžiausios ir siekia 27  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  ir 33  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . N3 ir N6 modelių telefonų vidurkių vertės yra didžiausios ir siekia 13  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  ir 20  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . N8, N9 ir N10 telefonų vidurkių vertės neviršija saugios ribos.

13 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 20 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. N1, N2, N3 mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio maksimumo vertės viršija saugią 10  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  normą. N1, N2 ir N3 telefonų maksimumų vertės siekia 21  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  ir po 12  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Kitų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės neviršija saugios 10  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  normos.



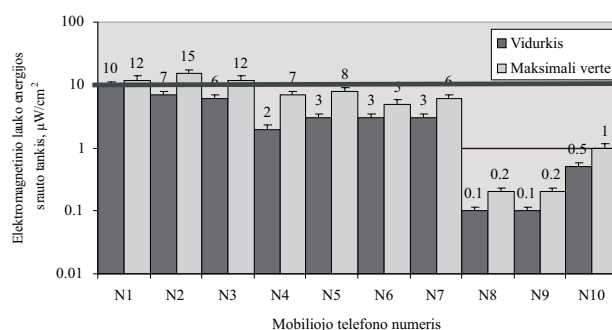
**11 pav.** Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 1 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

**Fig. 11.** Values of the energy flux density of the electromagnetic field connecting to the Internet at a distance of 1 cm



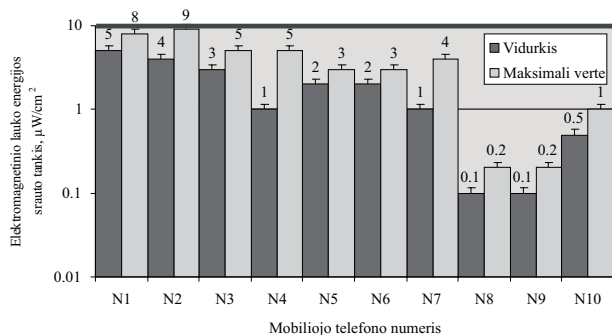
**12 pav.** Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 10 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

**Fig. 12.** Values of the energy flux density of the electromagnetic field connecting to the Internet at a distance of 10 cm



**13 pav.** Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 20 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

**Fig. 13.** Values of the energy flux density of the electromagnetic field connecting to the Internet at a distance of 20 cm



**14 pav.** Elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 30 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos

**Fig. 14.** Values of the energy flux density of the electromagnetic field connecting to the Internet at a distance of 30 cm

14 pav. pavaizduotos 10 skirtingų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 30 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos. Visų mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, palyginti su 1 cm, 10 cm ir 20 cm atstumais, yra mažos ir neviršija saugios 10  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  ribos.

30 cm atstumas nuo mobiliojo telefono – tinkama apsauga nuo elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio viršijimo, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto.

## Išvados

1. Kai kurių mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai iš mobiliojo telefono siunčiamas ar gaunamas SMS 1 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos, viršija saugią 10  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  normą.
2. 10 cm, 20 cm ar 30 cm atstumas nuo mobiliojo telefono rašant ar gaunant SMS – tinkama apsauga nuo elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio viršijimo.

3. Daugumos mobiliųjų telefonų elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio vertės, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto 1 cm atstumu nuo mobiliojo telefono antenos, viršija saugią leistiną  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  normą.
4. 10 cm atstumas iki 10 kartų sumažina elektromagnetinio lauko energijos srauto tankį, tačiau saugi leistina  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  norma vis dar viršijama, kai mobilusis telefonas jungiamas prie mobiliojo interneto.
5. Mobilusis telefonas generuoja stiprų elektromagnetinį lauką, kai yra jungiamas prie mobiliojo interneto, todėl tik 30 cm ir didesnis atstumas nuo mobiliojo telefono apsaugo nuo elektromagnetinio lauko energijos srauto tankio viršijimo.

## Literatūra

- Baltrėnas, P.; Buckus, R. 2009. Kopijavimo aparatų elektromagnetinių laukų tyrimai ir įvertinimas [The exploration and assessment of electromagnetic fields in duplicators], *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 2(17): 89–96.  
<http://dx.doi.org/10.3846/1648-6897.2009.17.89-96>
- Baltrėnas, P.; Buckus, R. 2008. Biuro ir vaizdo įrangos elektromagnetinių laukų tyrimai ir įvertinimai [Electromagnetic fields research and evaluation of bureau and video equipment], iš *Aplinkos apsaugos inžinerija: 11-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“*, įvykusios Vilniuje 2008 m. balandžio 3 d., pranešimų medžiaga. Vilnius, 75–81.
- Baltrėnas, P.; Buckus, R. 2011a. Research and Assessment Safety Distance of TV Electromagnetic Fields, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 17(1): 33–39.
- Baltrėnas, P.; Buckus, R. 2011b. Modelling of the Computer Classroom Electromagnetic Field, *Elektronika ir elektrotechnika* 109(3): 75–80.
- Bergqvist, U.; Friedrich, G.; Hamnerius, Y.; Martens, L.; Neubauer, G.; Thuroczy, G.; Vogel, E.; Wiart, J. 2001. Mobile Telecommunication Base Stations – Exposure to Electromagnetic Fields, *Report of a Short Term Mission Within COST 244bis* [cited 12 January 2011]. Available from Internet: [www.cost281.org](http://www.cost281.org).
- Cicchetti, R.; Faraone, A. 2004. Estimation of the Peak Power Density in the Vicinity of Cellular and Radio Base Station Antennas, *IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility* 46(2): 275–290.  
<http://dx.doi.org/10.1109/TEMC.2004.826885>
- Cicchetti, R.; Faraone, A.; Balzano, Q. 2003. A Uniform Asymptotic Evaluation of the Field Radiated from Collinear Array Antennas, *IEEE Transaction on Antennas and Propagation* 51(1): 89–102.  
<http://dx.doi.org/10.1109/TAP.2003.808540>
- Miclaus, S.; Bechet, P. 2007. Estimated and measured values of the radiofrequency radiation power density around cellular base stations, *Romanian Journal of Physics* 52(3–4): 399–409.
- Olivier, C.; Martens, L. 2005. Optimal Settings for Narrow-Band Signal Measurements used for Exposure Assessment Around GSM Base Stations, *IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement* 54(1): 311–317.  
<http://dx.doi.org/10.1109/TIM.2004.838114>
- Paulauskas, L.; Klimas, R. 2011. Modelling of the spread of motor transport noise in Šiauliai city, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 1(19): 62–70.  
<http://dx.doi.org/10.3846/16486897.2011.557249>
- Poljak, D.; Kovac, N. 2004. A Simplified Electromagnetic-thermal Analysis of Human Exposure to Radiation from Base Station Antennas, *Automatika* 45(1): 11–17.

## RESEARCH AND EVALUATION OF THE ENERGY FLUX DENSITY OF THE MOBILE PHONE ELECTROMAGNETIC FIELD

P. Baltrėnas, R Buckus

### Abstract

The article analyses variations in the energy flux density of the electromagnetic field of 10 mobile phones depending on distance. The studies have been conducted using three modes: sending a text message, receiving a text message and connecting a mobile phone to the Internet. When text messages are received or sent from a mobile phone, the values of the energy flux density of the mobile phone electromagnetic field exceed the safe allowable limit and make  $10 \mu\text{W} / \text{cm}^2$ . A distance of 10, 20 and 30 cm from a mobile phone is effective protection against the energy flux density of the electromagnetic field when writing texts, receiving messages or connecting to the mobile Internet.

**Keywords:** mobile phone, energy flux density of the electromagnetic field, broadband electromagnetic field meter, base station.