

MONITORIŲ ELEKTROMAGNETINIO LAUKO TYRIMAI DARBO VIETOJE PRIE KOMPIUTERIO

Rimantas Kasperavičius, Gintaras Šakinis, Edmundas Širmulis, Saulius Vainauskas, Kęstutis Zamkauskas
Higienos instituto Darbo medicinos centras

Santrauka

Pateikiami kompiuterių monitorių, turinčių elektrovakuuminius vamzdelius, elektrinio (E) ir magnetinio (H) laukų pasiskirstymo darbo vietoje matavimo rezultatai. Tokios rūšies monitoriai, dėl elektroninių grandinių ypatumų galintys spinduliuoti į aplinką gana stiprų elektromagnetinį lauką, šiuo metu dar labai plačiai naudojami. Dėl šių priežasčių elektromagnetinės spinduliuotės tyrimai tokių monitorių aplinkoje yra aktualūs siekiant įvertinti ir prognozuoti profesinę riziką. Darbe eksperimentiškai parodyta, jog monitorių sklaidžiamų H ir E laukų erdvinis pasiskirstymas žemesnių dažnių ruože yra nesimetriškas monitoriaus geometrinės ašies atžvilgiu, todėl įrengiant darbo vietas būtina atsižvelgti į pasiskirstymo diagramos kryptingumą. Nustatyta, jog laukų pasiskirstymo diagrama priklauso nuo dažnio. Eksperimentiškai parodyta, jog elektrinio lauko stiprį galima sumažinti naudojant metalinį monitoriaus gaubtą.

Raktažodžiai: profesinė rizika, kompiuteriai, monitorius, elektromagnetinė spinduliuotė.

IVADAS

Vertinant profesinę riziką viena aktualiausių tyrimo kryptių šiuo metu yra radijo dažnio ir mikrobangų elektromagnetinės spinduliuotės poveikio analizė. Nejonizuojančiosios spinduliuotės poveikio tyrimai ir įvertinimai pirmiausiai buvo pradėti ekonomiškai stipriose industrinėse šalyse, tačiau šiuo metu ši problema jau tapo visuotinė. Spartus elektros ir elektronikos įrenginių plitimas kelia nuolat didėjančią gyvenamosios aplinkos ir darbo vietų „elektromagnetinę taršą“, nes elektromagnetines bangas sklaidžia visi kintamąją elektros srovę naudojančios, generuojantys ir perduodantys įrenginiai. Išskirtinę vietą užima ir asmeniniai kompiuteriai, šiuo metu naudojami daugelyje darbo vietų beveik visose žmogaus veiklos srityse.

Darbo vietoje prie kompiuterio elektromagnetinį lauką gali spinduliuoti visi kompiuterinės įrangos elementai: sisteminis blokas, klaviatūra, monitorius. Senesnės kartos kompiuterių monitoriuose vaizdą fosforescuojančiame ekrane kuria elektronų pluoštelis, kuriam valdyti kompiuterio elektroninėse grandinėse generuojamos žemo dažnio (iki 2 kHz) ir aukšto dažnio (iki 400 kHz)

elektros srovės. Šios srovės ir yra elektromagnetinės spinduliuotės, sklindančios iš monitoriaus, šaltinis. Naujosios kartos kompiuteriuose, turinčiuose skystųjų kristalų ekranus, tokios problemos nebelieka. Tačiau reikia pabrėžti, jog senojo modelio monitoriai dar tebėra labai plačiai naudojami, todėl jų sklaidžiamos elektromagnetinės spinduliuotės tyrimai yra aktualūs siekiant įvertinti profesinę riziką darbo vietose prie kompiuterių.

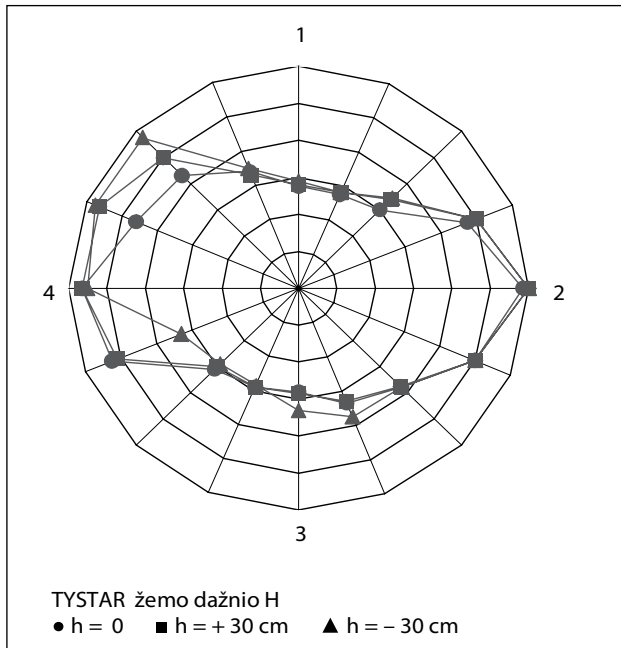
Šiuo metu atliekant profesinės rizikos vertinimą monitorių elektrinio lauko stipris ir magnetinio lauko srauto tankis darbo vietoje tiriami pagal Lietuvos higienos normoje HN 32:1998 [1] ir techninėje normoje TN 01:1998 [3] aprašytą metodą, t. y. matavimai atliekami tik priešais ekraną. Tačiau šitaip išmatavus negaunama išsamios informacijos apie E ir H stiprį monitoriaus aplinkoje, pvz., prie monitoriaus šonų arba užpakalinės sienelės. Akivaizdu, jog tokie duomenys gali būti svarbūs, kai darbo vietos įrengiamos greta viena kitos.

Šio darbo tikslas – eksperimentiškai ištirti monitorių, turinčių elektrovakuuminius vamzdelius, sklaidžiamų H ir E laukų erdvinį pasiskirstymą monitorių aplinkoje ir nustatyti laukų pasiskirstymo diagramų priklausomybę nuo dažnio. Taip pat bus tiriama monitoriaus metalinio gaubto įtaka į aplinką sklaidžiamų laukų stiprumui.

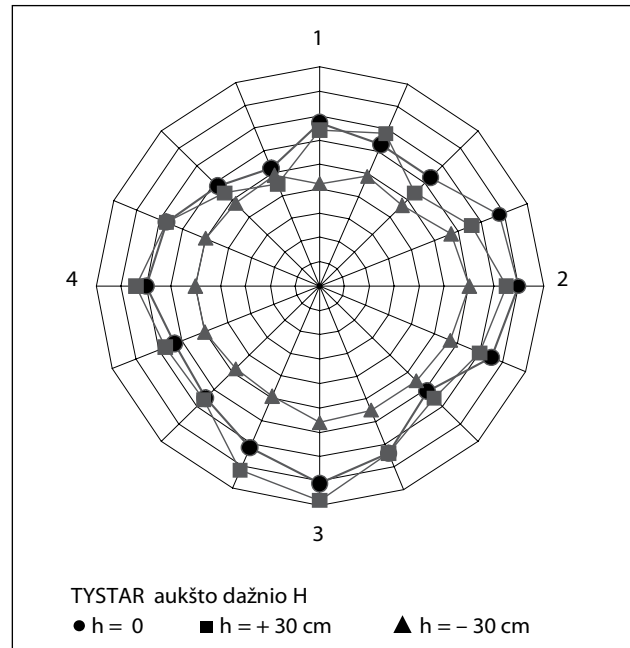
TYRIMO METODAI

Matavimai buvo atliekami taikant [2] dokumente aprašytą metodą. Šio dokumento reikalavimus iš dalies

*Adresas susirašinėti: Edmundas Širmulis,
Higienos instituto Darbo medicinos centras,
Etmonų g. 3/6, 01128 Vilnius.
El. p. sirmulis@delfi.lt*



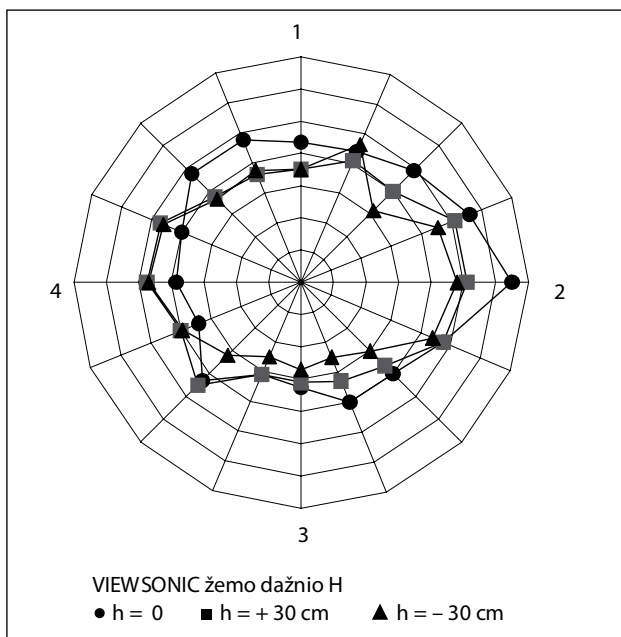
1 pav. Tystar monitoriaus magnetinio srauto tankio diagrama 5 Hz – 2 kHz dažnių ruože



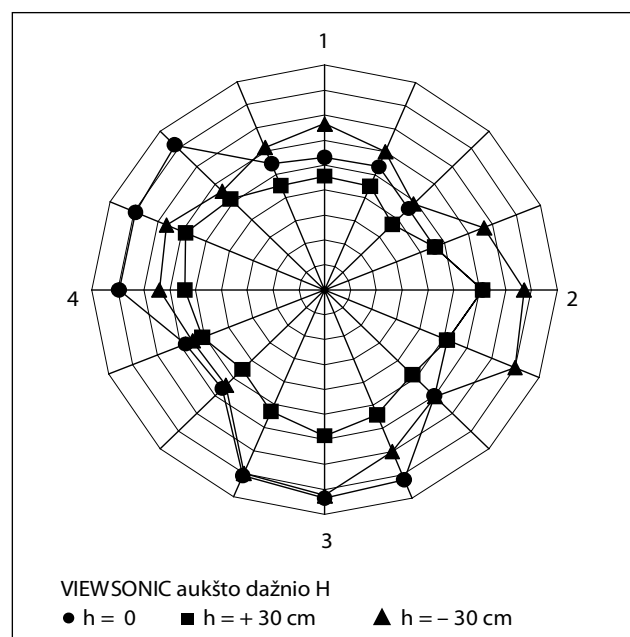
2 pav. Tystar monitoriaus magnetinio srauto tankio diagrama 2–400 kHz dažnių ruože

apima Lietuvos higienos norma HN 32:1998 [1], taip pat techninė norma TN 01:1998 [3]. Kintamojo elektrinio lauko stipris (V/m) ir kintamojo magnetinio srauto tankis (nT) buvo matuojami dviejuose dažnių ruožuose: 5 Hz – 2 kHz ir 2–400 kHz. Matavimai atlikti sukant monitorių apie jo geometrinę ašį atitinkamais kampais (1–4 pav.). Pagal [2], magnetinio srauto tankis (H), sukant monitorių 360°, matuojamas 16 taškų (kampas tarp gretimų matavimo padėčių $\varphi = 25,5^\circ$), tuo tarpu elektri-

nio lauko stipris (E) matuojamas 4 taškuose ($\varphi = 90^\circ$). Be to, H matavimai atliekami 3 aukščiuose, t. y. jutiklio geometrinei ašiai esant horizontalioje plokštumoje, kertančioje monitoriaus centrą ($h = 0$), jutiklį pakėlus aukštyn ($h = 30$ cm) ir nuleidus žemyn ($h = -30$ cm). Visais atvejais prieš pradėdant sukuti monitorių pirmajame matavimo taške (1–4 pav.) atstumas nuo matavimo prietaiso jutiklio iki monitoriaus ekrano buvo 50 cm. Matavimo taškai išdėstyti taip, kad 3 taškas



3 pav. Viewsonic monitoriaus magnetinio srauto tankio diagrama 5 Hz – 2 kHz dažnių ruože



4 pav. Viewsonic monitoriaus magnetinio srauto tankio diagrama 5 Hz – 400 kHz dažnių ruože

yra priešais monitoriaus ekraną, o 1 taškas yra monitoriaus užpakalinės sienelės pusėje. Šiame darbe tyrimams naudoti *Viewsonic* ir *Tystar* monitoriai, turintys elektrovakuuinius vamzdelius. Kaip jau buvo minėta, tokių modelių monitoriai dėl elektroninių grandinių ypatumų į aplinką gali spinduliuoti gana stiprų elektromagnetinį lauką. Šiame darbe eksperimentiškai įvertinta monitoriaus metalinio gaubto įtaka elektromagnetinės spinduliuotės erdviniam pasiskirstymui. Gaubto aukštis ir kontūro forma buvo artimi monitoriaus aukščiu ir formai, jis buvo pagamintas iš 0,5 mm storio plieninio lakšto. Monitorius buvo apgaubiamas iš trijų pusių, paliekant neuždengtą ekraną ir monitoriaus viršutinę bei apatinę dalis. Atstumas tarp ekrano ir monitoriaus korpuso buvo apie 30–50 mm. Matavimai atlikti naudojant elektrinio lauko matuoklį EMM-4 ir magnetinio lauko matuoklius BMM-5 bei BMM-3000. Visi šie prietaisai, pagaminti *EnviroMentor* (Švedija) [4–6], yra skirti monitorių spinduliuotės matavimams atlikti pagal [1] reikalavimus. Elektrinio lauko stipris ir magnetinio srauto tankis kiekviename matavimo taške apskaičiuoti suvidurkinus trijų matavimų rezultatus. Matavimo tikslumas yra ne blogesnis kaip 10 proc. Matavimo metu monitorius buvo įžemintas.

TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Magnetinio srauto tankio matavimo rezultatai parodyti 1–4 paveiksluose. Išmatuotos H reikšmės diagramose pateiktos santykiniais vienetais – ašių susikirtimo taške $H = 0$, o didžiausia srauto tankio reikšmė siekia 120–130 nT žemų dažnių ruože (1 ir 3 pav.) ir 10–15 nT aukštų dažnių ruože (2 ir 4 pav.). Nesunku pastebėti, jog žemų dažnių ruože (5 Hz – 2 kHz) abiejų modelių monitorių H pasiskirstymo diagramos yra išštos monitorių šoninių sienelių kryptimis, t. y. ekrano ir užpakalinės sienelės pusėse magnetinis laukas yra silpnesnis negu prie monitoriaus šonų. Ši tendencija ypač ryški vertinant *Tystar* monitorių (1 pav.). Reikia pažymėti, jog H pasiskirstymo diagramos forma visose matavimo plokštumose ($h = 0$, $h = 30$ cm ir $h = -30$ cm) lieka beveik nepakitusi. Aukštesnių dažnių ruože (2–400 kHz) magnetinis laukas pasiskirsto beveik tolygiai, tačiau ekrano pusėje (3 taškas) H yra šiek tiek stipresnis negu kituose taškuose.

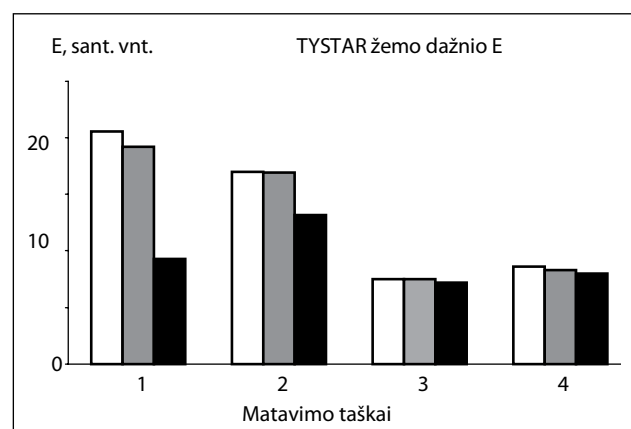
Galima teigti, jog diagramos formų įvairovę labiausiai sąlygoja monitorių konstrukcija ir technologiniai ypatumai, tačiau nereikia atmesti ir tokio fakto, kad elektromagnetinių bangų sklaidimo aplinkoje savitumai priklauso nuo dažnio [7].

Reikia pabrėžti, jog identifikuojant ir tiriant profesinę riziką darbo vietose prie kompiuterio [2] metodas teikia išsamesnės informacijos negu Lietuvos higienos normoje

HN 32:2004 [1] aprašytasis metodas, nes galima įvertinti spinduliuotės lygį ne tik viename taške priešais ekraną [3], bet ir monitoriaus aplinkoje. Tai gali būti labai svarbu greta viena kitos įrengtose darbo vietose, kuriose dirbama su senojo modelio monitoriais, turinčiais elektrovakuuinius vamzdelius. Kadangi skleidžiamų H ir E laukų erdvinis pasiskirstymas yra nesimetriškas monitoriaus geometrinės ašies atžvilgiu, įrengiant darbo vietas būtina atsižvelgti į pasiskirstymo diagramų kryptingumą.

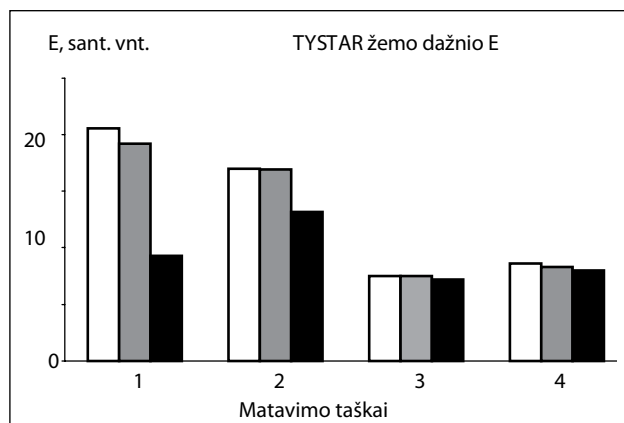
Elektrinio lauko stiprio matavimo rezultatai pateikti 5 ir 6 paveiksluose. Matome, jog abiejuose dažnių ruožuose *Tystar* monitoriaus skleidžiamo elektrinio lauko stipris matavimo taškuose pasiskirstęs netolygiai (5 ir 6 pav., balti diagramų stulpeliai). Panašūs duomenys gauti ir atliekant *Viewsonic* monitoriaus skleidžiamo elektrinio lauko tyrimus. Šie rezultatai patvirtina mintį, jog spinduliuotės lygį svarbu įvertinti ne tik priešais ekraną, bet ir aplink monitorių. Todėl, autorių nuomone, Lietuvos higienos normą HN 32:2004 būtų tikslinga papildyti atsižvelgiant į [2] pateiktą E ir H matavimo metodiką.

Tiriant monitoriaus metalinio gaubto įtaką paaiškėjo, jog gaubtas beveik neturi įtakos nei magnetinio lauko stiprumui, nei erdviniam pasiskirstymui. Tuo tarpu gaubto įtaka elektrinio lauko stipriui ir erdviniam pasiskirstymui yra akivaizdi (5 ir 6 pav.). Nustatyta, jog abiejuose dažnių ruožuose gaubto efektyvumas gerokai padidėja, kai jis įžemintas (pilki ir juodi stulpeliai diagramose). Monitoriaus ir kitų kompiuterio elementų įžeminimo įtaką tyrinėjo ir jo svarbą pabrėžė ir kiti autoriai [7, 8]. Mūsų tyrimų metu buvo naudojamas įžeminimo laidas iš elektros tinklo paskirstymo skydo, įžeminimo elektrinė varža nematuota.



5 pav. *Tystar* monitoriaus elektrinio lauko stipris 5 Hz – 2 kHz dažnių ruože

Baltas stulpelis – be gaubto;
pilkas stulpelis – neįžemintas gaubtas;
juodas stulpelis – įžemintas gaubtas.



6 pav. Tystar monitoriaus elektrinio lauko stipris 2 Hz – 400 kHz dažnių ruože

Baltas stulpelis – be gaubto;

pilkas stulpelis – neįžemintas gaubtas;

juodas stulpelis – įžemintas gaubtas.

IŠVADOS

1. Identifikuojant ir tiriant profesinę riziką darbo vietoje prie kompiuterio matavimai, atlikti taikant MPR 1990:8 pateiktą metodą, teikia išsamesnės informacijos negu HN 32:2004 aprašytuoju metodu gauti rezultatai.
2. Monitorių, turinčių elektrovakuuinius vamzdelius, sklaidžiamų H ir E laukų erdvinis pasiskirstymas yra nesimetriškas monitoriaus geometrinės ašies atžvilgiu, todėl įrengiant darbo vietas būtina atsižvelgti į pasiskirstymo diagramos kryptingumą.
3. Nustatyta, jog laukų pasiskirstymo diagrama priklauso nuo dažnio.
4. Eksperimentiškai parodyta, jog elektrinio lauko stiprį galima sumažinti naudojant metalinį monitoriaus gaubtą.

Straipsnis gautas 2009-03-09, priimtas 2009-09-15

Literatūra

1. Lietuvos higienos norma HN 32:2004. „Darbas su videoterminalais. Saugos ir sveikatos reikalavimai“. Žin., 2004, Nr. 32-1027.
2. MPR 1990:8, Test Methods for Visual Display Units, issued by SWE-DAC, 1990. TCO'95 Certification. Requirements for Environmental Labeling of Personal Computers, Stockholm, 1990; 68.
3. Techninė norma TN 01:1998. „Displėjai. Leidžiami spinduliuojamo elektromagnetinio lauko lygiai“. Žin., 1998, Nr. 58-1631.
4. Electric Field Meter EMM-4. Instruction Manual. EnviroMentor AB, Goteborg, 1998; 18.
5. Magnetic Field Meter BMM-3000. Instruction Manual. EnviroMentor AB, Goteborg, 1998; 29.
6. Magnetic Field Meter BMM-5. Instruction Manual. EnviroMentor AB, Goteborg, 1998; 26.
7. Tishchenko VA, Luk'yanov VI, Tokatly VI. Investigation of the of the electromagnetic fields excited by visual display units. Measurement Techniques. 1997;40(9):53-5.
8. Kanapeckas P, Maciulevičius S, Otas A, Petrauskas V, Valys A. Electromagnetic radiation at computerized workplaces. Information technology and control. 2007;36(4):348-52.

Investigation of electromagnetic field excited by visual display units at computerized workplaces

Rimantas Kasperavičius, Gintaras Šakinis, Edmundas Širmulis, Saulius Vainauskas, Kęstutis Zamkauskas
Occupational Medicine Centre, Institute of Hygiene

Summary

The results of investigation of the spatial distribution of the electric and magnetic fields excited by Cathode Ray Tube (CRT) type video display units (VDU) at computerized workplaces are presented. Because of peculiarities of internal electronic circuits the VDUs can emit strong electromagnetic field, however CRT-type devices are in wide-ranging use still. By this reason a closer examination of surrounding area of CRT-type displays is very helpful for evaluation and prognosis of occupational hazard. In this work we have reported experimental observation of asymmetry of spatial distribution of electric and magnetic field excited by a visual display unit. The frequency dependence of the diagram was observed too. These facts should be taken into account when planning and arranging

computerized workplaces. It was shown experimentally that the magnitude of emitted electric field can be reduced by the use of metal shell.

Keywords: occupational risks, workplaces, electromagnetic radiation, computers, visual display units, electrical and magnetic field

Correspondence to Edmundas Širmulis,
Occupational Medicine Centre of the Institute of Hygiene,
Etmonų 3/6, LT-01128 Vilnius, Lithuania.
E-mail: sirmulis@delti.lt

Received 09 March 2009, accepted 15 September 2009