

Krzysztof PACHOLSKI¹, Artur SZCZĘSNY¹, Andrzej BUCZYŃSKI², Małgorzata LEWICKA²

¹ POLITECHNIKA ŁÓDZKA, INSTYTUT ELEKTROTECHNIKI TEORETYCZNEJ METROLOGII I MATERIAŁOZNAWSTWA, ul. Stefanowskiego 18/22, 90-924 Łódź

² ZAKŁAD EPIDEMIOLOGII I ZDROWIA PUBLICZNEGO UNIwersYTETU MEDYCZNEGO W ŁÓDZI, ul. Żeligowskiego 7/9, 90-752 Łódź

Ocena wpływu pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitory ekranowe LCD na organizm ludzki

Dr hab. inż. Krzysztof PACHOLSKI

Jest pracownikiem Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej, obecnie zatrudniony jest na stanowisku profesora nadzwyczajnego w Zakładzie Metrologii Elektrycznej i Elektrotechniki Samochodowej. Jest autorem ponad 90 referatów i artykułów naukowych krajowych i zagranicznych. Główne zainteresowania naukowe to wpływ sygnałów odkształconych na właściwości metrologiczne przetworników pomiarowych wielkości elektrycznych.



e-mail: kpacholski@o2.pl

Dr inż. Artur SZCZĘSNY

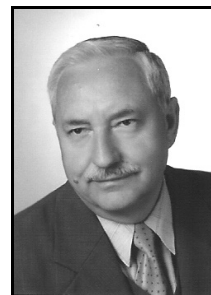
Urodził się w 1979 r. w Łodzi (Polska). Ukończył 5-letnie studia magisterskie na Wydziale Elektrotechniki i Elektroniki Politechniki Łódzkiej, w specjalności Automatyka i Metrologia Elektryczna. Obecnie pracuje w Instytucie Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa P. Ł. Tematem jego zainteresowań i pracy naukowej jest zastosowanie elektronicznych przekładników prądowych do przetwarzania sygnałów odkształconych.



e-mail: aszczesny@o2.pl

Prof. dr hab. n. med. Andrzej BUCZYŃSKI

Studia na Wydziale Lekarskim Wojskowej Akademii Medycznej w Łodzi ukończył w 1977 r. Obecnie jest kierownikiem Zakładu Epidemiologii i Zdrowia Publicznego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Specjalista m. in. z zakresu higieny i epidemiologii, zdrowia publicznego oraz medycyny morskiej i tropikalnej. Aktualnie zajmuje się badaniami nad wpływem pola elektromagnetycznego na metabolizm tlenowy krwinek płytkowych.



e-mail: andrzej.buczynski@umed.lodz.pl

Mgr Małgorzata LEWICKA

Studia magisterskie na Wydziale Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego w Łodzi ukończyła w 2005r. Obecnie jest doktorantką w Zakładzie Epidemiologii i Zdrowia Publicznego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Prowadzi badania nad wpływem promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez monitory ekranowe na metabolizm tlenowy krwinek płytkowych.



e-mail: gosiazmudzinska@wp.pl

Streszczenie

Wpływ promieniowania elektromagnetycznego na organizm człowieka jest w ostatnich latach przedmiotem wielu badań naukowych. Przyczyną podejmowania tych badań są negatywne skutki spowodowane oddziaływaniem ww. pola, których objawem jest między innymi nadmierny przyrost wolnych rodników w organizmie człowieka. Nadmierna liczba wolnych rodników w organizmie człowieka jest przyczyną chorób nowotworowych. Badania autorów artykułu wykazały, że przyczyną wzrostu liczby wolnych rodników w organizmie człowieka mogą być również monitory ekranowe LCD. W pracy zaprezentowano sposób oceny wpływu pola elektromagnetycznego monitorów LCD na organizm człowieka w funkcji odległości od ekranu.

Słowa kluczowe: promieniowanie elektromagnetyczne, monitory LCD, wolne rodniki.

Estimation of the influence of electromagnetic field emitted by LCD monitors on human organism

Abstract

The influence of electromagnetic radiation on the human organism has been a subject of many scientific investigations lately. The reason for taking up these studies are negative results caused by the influence of the field, the symptom of which is, among others, the excessive increase in free radicals in the human organism. The excessive number of free radicals in the human organism causes neoplastic diseases. Effects of electromagnetic radiation depend on its frequency response. Previous publications concern mainly the effects of the electromagnetic radiation of power frequency (50, 60 Hz) as well as the radio and microwave frequency. When researching the low frequency electromagnetic radiation it is necessary to consider the electric and magnetic component independently. In the presented study the electric component has been taken into consideration as a component whose parameters have appeared significant in terms of the influence on living organisms. The investigations performed by the authors show that the reason for increase in the number of free radicals in the human organism can also be LCD monitors. In the paper there is presented the method of estimation of the influence of the LCD monitor electromagnetic field on the human organism as a function of the distance from a screen.

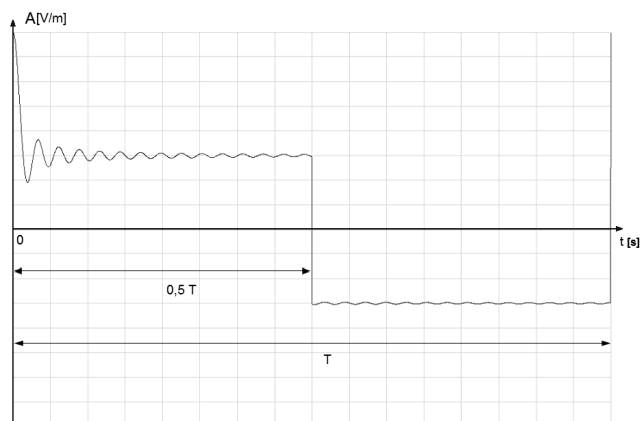
Keywords: electromagnetic radiation, LCD monitors, free radicals.

1. Wstęp

Monitory ekranowe służą do prezentacji informacji w postaci graficznej lub tekstowej oraz kontroli wzrokowej informacji wprowadzanych przez użytkownika w czasie pracy z komputerem lub innym urządzeniem np. sterownikami PLC. Dotychczas najczęściej spotykane były monitory z lampą kineskopową CRT (Cathode Ray Tube) – kolorowe lub monochromatyczne. Obecnie monitory CRT wypierane są przez monitory z ekranami ciekłokrystalicznymi LCD (Liquid Crystal Display) stanowiącymi integralną część komputerów przenośnych.

Ze względu na zasadę działania monitory LCD wytwarzają elektromagnetyczne pola niesinusoidalne, z dominującą składową elektryczną. Znaczące przy tym są pola o częstotliwości pracy zasilaczy impulsowych, z nałożonymi oscylacjami tłumionymi obwodów RLC, które pełnią rolę filtrów wygładzających tętnienia napięcia [1]

Badania autorów wykazały, że monitory z ekranami ciekłokrystalicznymi wytwarzają elektromagnetyczne pola niesinusoidalne, z dominującą składową elektryczną o częstotliwości rzędu 1kHz i natężeniu składowej elektrycznej pola o wartości 150 V/m, odpowiadającemu odległości 30 cm od ekranu monitora i 220 V/m, odpowiadającemu odległości 15 cm od monitora. Dla porównania dopuszczalny i nie zagrażający człowiekowi poziom natężenia składowej elektrycznej elektromagnetycznego promieniowania niejonizującego o częstotliwości od 0.001 do 0.1 MHz nie powinien przekraczać wartości 100V/m [2, 3]. Przebieg składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego emitowanego monitor LCD do strony ekranu przedstawia rys. 1. Do wyznaczenia tego przebiegu wykorzystano oscyloskop cyfrowy typu TDS 210 firmy Tektronix wyposażony w antenę ramową umieszczoną przed centralnym punktem ekranu monitora, zgodnie z zaleceniami procedury TCO (Szwedzka Konferencja Pracowników) [4, 5] oraz procedury MPR (Szwedzka Rada Miernictwa i Testów) [6]. Celem autorów referatu jest określenie wpływu promieniowania elektromagnetycznych na organizm użytkowników monitorów ciekłokrystalicznych.



Rys. 1. Przebieg składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitor LCD

Fig. 1. Electrical component of the electromagnetic field emitted by the monitor

2. Metoda badań

Konsekwencje oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizm człowieka mają złożony charakter. Najbardziej na działanie tego pola narażone są: układ krążenia, układ nerwowy, układ wydzielania wewnętrznego oraz układ limfatyczny [7, 8, 9].

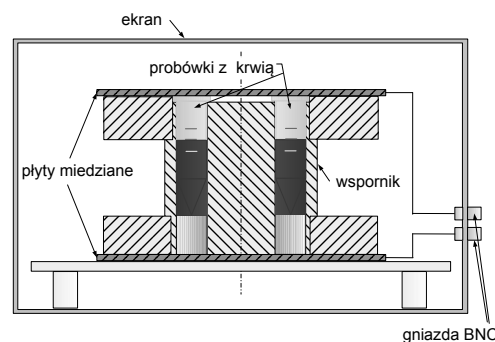
Przeprowadzenie badań, których celem jest określenie wpływu pola elektromagnetycznego na wszystkie wymienione układy organizmu człowieka w praktyce jest bardzo trudne. Z tego względu jako przedmiot eksperymentu wybrano układ krążenia, a w szczególności krwinki płytkowe. Krwinki te jako element morfotyczny krwi biorą czynny udział w procesach homeostazy organizmu człowieka, a pole elektromagnetyczne wpływa na ich aktywność metaboliczną. Skutkiem działania pola jest zachwianie równowagi biologicznej, która istnieje pomiędzy powstawaniem wolnych rodników a ich unieszkodliwianiem. Nastęstwem tego stanu jest powstawanie nadmiernej ilości wolnych rodników tlenowych. Są to atomy lub cząsteczki posiadające na zewnętrznej orbicie pojedynczy elektron. Dążąc do przyłączenia lub oddania elektronu wykazują dużą aktywność chemiczną utleniając każdy związek z którym mają kontakt. Obiektem ataków wolnych rodników w organizmie człowieka są głównie związki posiadające w cząsteczkach wiązania podwójne jak: białka lub nienasycone kwasy tłuszczowe wchodzące w skład błon komórkowych. Błony komórkowe pod wpływem wolnych rodników ulegają uszkodzeniu doprowadzając do nadmiernej paroksydacji lipidów. Jest to proces, który w obecności wolnych rodników ponadtlenowych i hydroksylowych przebiega w sposób lawinowy, przypominający wybuch. Efektem takiego wybuchu tlenowego jest wzmożona synteza nadtlenków lipidów i przekształcenie wielonasyconych kwasów tłuszczowych w substancje biologicznie czynne. Przedstawione zaburzenia mogą inicjować powstanie przedwczesnych zmian miażdżycowych oraz nasilenie procesów zapalnych i zatorowo-zakrzepowych, które mają wpływ na gojenie ran i zrost złamań.

Podczas badań sprawdzano, czy poddanie krwinek płytkowych ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne z dominującą składową elektryczną o przebiegu zbliżonym do pola występującego przed ekranem monitora LCD (rys. 1) spowoduje wybuch tlenowy z jego wszystkimi skutkami.

Badany materiał stanowiła zawieszina ludzkich krwinek płytkowych uzyskana ze stacji krwiodawstwa od honorowych dawców krwi. Były nimi osoby u których wykonano badanie internistyczne, wykluczono przeciwwskazania oraz wykonano badania laboratoryjne krwi typowe dla dawców krwi. Preparat z Banku Krwi do laboratorium transportowano w pojemniku wykonanym z blachy transformatorowej, który ekranował materiał przed polem elektromagnetycznym panującym w kabinie samochodu. Do badań wykorzystano stanowisko laboratoryjne przedstawione poniżej.

3. Stanowisko pomiarowe

W stanowisku pomiarowym, wykorzystywanym do napromieniowania krwinek płytkowych, źródłem pola elektromagnetycznego był kondensator płaski utworzony przez dwie kołiste płyty miedziane umieszczone nad i pod wspornikiem z tworzywa sztucznego, w którego przelotowych otworach umieszcza się 8 próbek polietylenowych z materiałem do badań. Materiałem tym była zawieszina ludzkich krwinek płytkowych o stężeniu 1×10^9 na cm^3 . Probówki rozmieszczone były symetrycznie na obwodzie okręgu o średnicy mniejszej od średnicy płyt kondensatora tak, aby składowa elektryczna pola działającego na próbki miała charakter jednorodny. Sposób rozmieszczenia probówek w stanowisku pomiarowym uwiadcznia rys. 2.

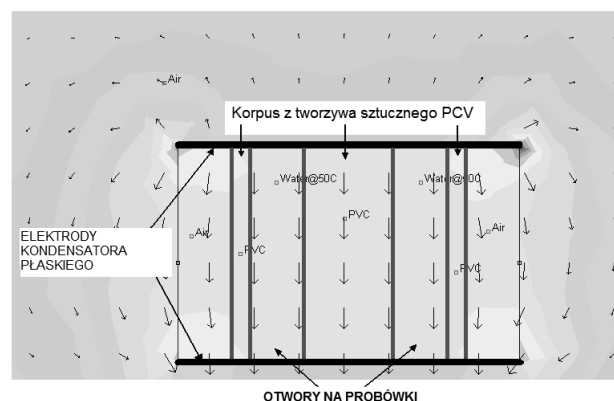


Rys. 2. Stanowisko pomiarowe

Fig. 2. The measuring position

W trakcie badań każda próbka zawierała 3 ml preparatu krwinkowego.

Średnicę płyt kondensatora, ich odległość oraz średnicę okręgu na którego obwodzie rozmieszczono otwory na próbki wyznaczono na podstawie komputerowych badań symulacyjnych wykonanych w środowisku FEM. Uzyskany podczas tych badań rozkład składowej elektrycznej pola uwiadcniającej, jej deformacje na krawędziach płyt kondensatora przedstawia rys. 3.

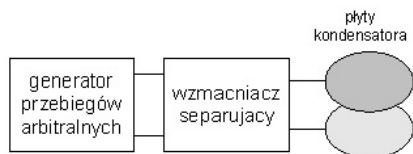


Rys. 3. Deformacja składowej elektrycznej PEM na krawędziach płyt kondensatora

Fig. 3. Deformation of the PEM electrical component on condenser plate edges

W celu wyeliminowania wpływu zewnętrznych i zakłócających badania pól elektromagnetycznych stanowisko pomiarowe zostało odpowiednio ekranowane (rys. 2).

Na elektrody kondensatora pomiędzy, którymi umieszczono próbki z materiałem badawczym podano napięcie ze wzmacniacza separującego. Do wejścia wzmacniacza dołączono natomiast generator sygnałów arbitralnych typu 8010 firmy HAMEG wytwarzający sygnał napięciowy o przebiegu zgodnym z przebiegiem składowej elektrycznej pola emitowanego przez monitor ekranowy (rys. 4).



Rys. 4. Układ elektryczny stanowiska pomiarowego
Fig. 4. The electrical circuit of the measuring position

Do pomiaru wartości natężenia składowej elektrycznej pola występującego pomiędzy płytami tworzącymi w stanowisku pomiarowym kondensator wykorzystano elektrometr typu EF100 firmy TRACER.

4. Wyniki badań laboratoryjnych

Do oceny generacji wolnych rodników wykorzystano zjawisko chemiluminescencji. Taka metoda badania umożliwia określenie ilościowych zmian rodników tlenowych i innych reaktywnych form tlenu powstałych podczas aktywacji krwinek płytkowych. Po zadziałaniu czynnika inicjującego, między innymi pod wpływem pola elektromagnetycznego, następuje aktywacja płytki krwi, która związana jest ze zwiększonym zapotrzebowaniem na tlen. Skutkiem tego procesu następuje wybuch tlenowy podczas, którego powstają reaktywne formy tlenu. Związki te, zawierające niesparowany elektron gotowy do utworzenia wiązania z inną cząsteczką, wchodzi w kaskadową reakcję tworzenia różnych związków wysokoenergetycznych. Powstałe związki tracą swoją energię w formie promieniowania świetlnego (tzw. chemiluminescencji) o długości fali zawartej w przedziale od 200 do 700 nm, natężeniu od 10^4 $\frac{\text{fotonów}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2}$ oraz wydajności kwantowej od

10^{-3} do 10^{-4} fotonów na wzbudzoną cząsteczkę. Wydajność wzbudzanych komórek jest bardzo mała. Na 10^6 - 10^{12} wzbudzonych cząsteczek tylko jedna emituje światło. W trakcie badań, ze względu na małą wydajność wzbudzenia, do związków organicznych dodaje się substancje wzmacniające zjawisko chemiluminescencji. Zadaniem tych substancji jest pobranie energii przez badany produkt i następnie jej wzmocnienie i rozproszenie. Najczęściej stosowanymi stymulatorami chemiluminescencji są:

1. luminol (5-amino-2,3-dihydro-1,4-ftalazynodion),
2. lucigenina (dizaton N,N'-dimetylo-9,9'-dikry-dylo).

Luminol wzmocnia emisję świetlną 1000-krotnie, zaś lucigenina 10-krotnie.

Badanie chemiluminescencji wykonano na dwóch próbkach krwinek.

Jedną z tych próbek była, nie poddana ekspozycji PEM, próbka kontrolna, którą stanowiła zawiesina krwinek płytkowych w zbuforowanym roztworze soli fizjologicznej (tzw. P.B.S) stymulowana domieszką luminolu i trombiny. Drugą próbkę poddano działaniu testującego PEM, którego składowa elektryczna charakteryzowała się natężeniem równym 150 V/m i 220 V/m w czasie 30 i 60min. Próbka ta miała skład zgodnym ze składem próbki kontrolnej. i podczas ekspozycji PEM stymulowana była również za pomocą domieszki luminolu i trombiny.

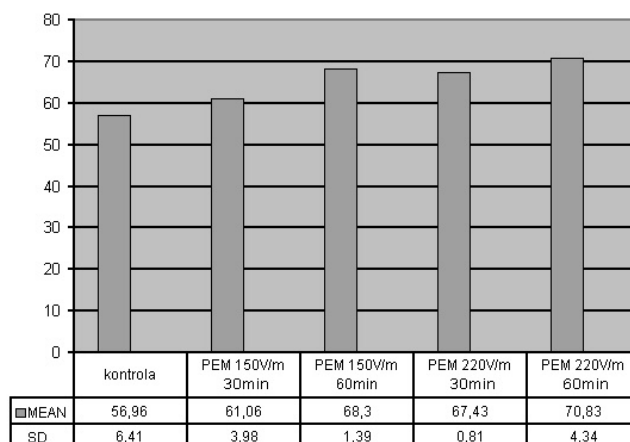
Pomiar chemiluminescencji wymienionych próbek wykonano za pomocą luminometru typu Lumicom firmy HAMILTON współpracującego z komputerem klasy PC [9]. Zasada pomiaru chemiluminescencji tym przyrządem polega na porównaniu emisji świetlnej próbek stymulowanych PEM z emisją świetlną próbki kontrolnej. Wyniki pomiarów poddano obróbce statystycznej. Efekt tej obróbki jest wykres słupkowy przedstawiony na rys. 5.

5. Interpretacja wyników badań

Przedstawione na rys. 5 wyniki pomiaru poziomu generacji wolnych rodników stanowią dowód negatywnego wpływu pola elektromagnetycznego generowanego przez monitory LCD na organizm człowieka. Ma to miejsce gdy podczas pracy z komputerem lub innym urządzeniem wyposażonym w monitor LCD zbliży

się głowę do jego ekranu na odległość mniejszą od 50cm, przy której promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez monitor ma wartość 100V/m [2, 3].

Badania wykazały, że generacja wolnych rodników wzrasta, w stosunku do wartości odniesienia (próbki kontrolnej), zarówno po ekspozycji materiału badawczego na pole, którego składowa elektryczna miała natężenie 150 V/m (występujące w odległości 30 cm od ekranu monitora), jak i dla natężenia 220 V/m (występującego w odległości 15 cm od tego ekranu).



Rys. 5. Wyniki pomiaru generacji wolnych rodników w krwinkach płytkowych ekspozowanych na PEM (wartości wyrażone w tysiącach impulsów/30minut)

Fig. 5. Measurement results of free radicals generation in blood platelets exposed to EM fields (values marked in thousands of impulses/30minutes)

Na wykresie przedstawionym na rys. 5 MEAN oznacza wartość średnią wyniku pomiaru (wysokość słupka) SD jest odchyleniem standardowym rozrzutu tych wyników w stosunku do wartości średniej.

Największy 24% wzrost generacji wolnych rodników w stosunku do próby kontrolnej obserwowano po 60 min. ekspozycji na pole o natężeniu składowej elektrycznej 220 V/m. Po 30-minutowym czasie ekspozycji na pole o takim natężeniu składowej elektrycznej, stwierdzono natomiast wzrost generacji wolnych rodników o 18%.

Najmniejszy 7%, wzrost generacji wolnych rodników w porównaniu z kontrolą odnotowano po 30-minutowym napromieniowaniu polem o natężeniu składowej elektrycznej równym 150V/m. Po 60 min. ekspozycji zaobserwowano wzrost generacji wolnych rodników o 20%.

Obecnie prowadzone są badania mające na celu jednoznaczna odpowiedź na pytania dotyczące oddziaływania pól elektromagnetycznych na organizmy żywe. Szczególną uwagę poświęca się zagadnieniu oddziaływania PEM na powstawanie nowotworów. Bazując na wynikach tych badań oraz im podobnych dotyczących białaczek u dzieci IARC (Międzynarodowa Agencja do Spraw Badań nad Rakiem) zakwalifikowała pola elektromagnetyczne niskiej częstotliwości jako prawdopodobnie powodujące nowotwory u ludzi (Grupa 2B) [10].

6. Podsumowanie

W referacie zaprezentowano wyniki oceny, przeprowadzonej metodą in vitro, wpływu pola elektromagnetycznego emitowanego przez monitory ekranowe LCD na organizm człowieka. W eksperymencie warunki ekspozycji na pole elektryczne odtworzono w układzie kondensatora płaskiego, zaś materiałem badawczym była zawiesina ludzkich krwinek płytkowych.

Przedstawiono również wyniki badań laboratoryjnych z których wynika, że słabe pole elektromagnetyczne występujące w odległości 30 cm do ekranu monitora LCD, o natężeniu składowej elek-

trycznej nie przekraczającym wartości 150 V/m, może być przyczyną tzw. wybuchu tlenowego w krwinkach płytkowych. Jest to gwałtowny wzrost liczby wolnych rodników tlenowych niszczących między innymi błonę komórek człowieka. Na takie negatywne skutki działania pola elektromagnetycznego narażony jest każdy użytkownik komputera.

7. Literatura

- [1] Gryz K., Karpowicz J.: Źródła pól elektromagnetycznych – monitory ekranowe, Bezpieczeństwo Pracy, NR 4 (369) KWIE-CIEŃ 2002.
- [2] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 stycznia 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz. U. nr 4, poz. 36.
- [3] Mosiński F., Wira A.: Ekologiczne problemy przesyłu i użytkowania energii elektrycznej. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1999.
- [4] TCO'99 Certification – TCO The Swedish Confederation of Professional Employees. Report No. 1. Requirements and test methods for environmental labeling of displays (CRTA); Report No. 2. Requirements and test methods for environmental labeling of display (flat), Stockholm, 20.07.1998.
- [5] TCO'95 Certification – TCO The Swedish Confederation of Professional Employees. Report No. 1. Third Edition, Requirements for environmental labeling of personal computers, Stockholm, 5.03.1996; Report No. 2. Third Edition, Test methods for environmental labeling of personal computers, Stockholm, 22.05.1996.
- [6] MPR National Board for Measurement and Testing, Sweden. Report MPR 1990:8, Test methods for Visual Display Units 1990.12.10, MPR 1990:10, Users Handbook for Evaluating Visual Display Units, 1990.12.31.
- [7] Bartosz G.: „Druga twarz tlenu”, PWN, Warszawa 2008.
- [8] Canseven AG, Coskun S, Seyhan N.: Effects of various extremely low frequency magnetic fields on the free radical processes, natural antioxidant system and respiratory burst system activities in the heart and liver tissues. Indian J Biochem Biophys. 2008 Oct;45(5).
- [9] Jankowski W., Henrykowska G., Śmigielski J., Pacholski K., Dziedziczak-Buczyńska M., Kałka K., Buczyński A.: „Wpływ kształtu pola elektromagnetycznego na wybrane parametry metabolizmu tlenowego krwinek płytkowych – badania in vitro”, Pol. Merk. Lek., XXIV, 144, 2008.
- [10] IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Volume 80, non-ionizing radiation, Part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2002.

otrzymano / received: 19.06.2010

przyjęto do druku / accepted: 01.09.2010

artykuł recenzowany

INFORMACJE

Energoelektronika

WORTAL BRANŻOWY

[REKLAMA](#) [MAPA SERWISU](#) [KONTAKT](#)

DACPOL

**Kompleksowa oferta
sprzedaży części
i podzespołów**

PARTNERZY >>>

Strona główna
Rejestracja
Artykuły branżowe
Katalog firm
Oferty B2B
FAQ
Kalendarium
Słownik
Forum

Wyszukaj
1USD 3.163 +0.22% 1EUR 3.8285 +0.3% 1GBP 5.6103 +0.69%

WORTAL BRANŻOWY

+ Nowości, Słownik techniczny

+ Porady specjalistów

+ Przegląd prasy

+ Katalog firm i produktów

+ Opis urzędzeń i podzespołów

+ Kalendarium ważnych wydarzeń

ZAPRASZAMY: www.energoelektronika.pl

Firmy:
Centrum Dystrybucji Norster
więcej >>>

P.W.STOLARZ-LEMPERT
sp.j.
więcej >>>

Produkty:

Kompaktowa dmuchawa grzewcza dużej wydajności
więcej >>>

CR 030
Promienniki podczerwieni do maszyn rozdmuchowych
PET - IRK13213/98F
więcej >>>

ul. Puławska 34 05-500 Piaseczno k. Warszawy

tel. (+48) 22 70 35 290

fax. (+48) 22 70 35 101