

Katarzyna BIERNAT  
Konrad NITA  
Stefan WÓJTOWICZ

## TELETERAPIA MAGNETYCZNA: PRZENOŚNE URZĄDZENIE DO TERAPII MAGNETYCZNEJ

**STRESZCZENIE** *Terapia wolnozmiennym polem magnetycznym jest uznaną metodą stosowaną przy leczeniu wielu schorzeń. Oddziaływanie pól na organizmy żywe oraz stosowanie wyspecjalizowanych urządzeń do wytwarzania tych pól jest przedmiotem badań w kilku ośrodkach medycznych i technicznych w kraju i na świecie. W Zakładzie Systemów Pomiarowo-Diagnostycznych Instytutu Elektrotechniki opracowano mikroprocesorowe przenośne urządzenie „KTM” stosowane w terapii impulsowym polem magnetycznym. Dzięki programowalnym funkcjom urządzenie to może być stosowane w domu pacjenta przez całą dobę, przez co uzyskuje się nowe możliwości terapeutyczne związane z szerszą dostępnością, wydłużeniem sesji, zmniejszeniem kosztu terapii, zdalną komunikacją lekarza z pacjentem. Urządzenie charakteryzuje się stosunkowo niskim kosztem wytwarzania i eksploatacji. Wraz z urządzeniem opracowano instalowany w gabinecie lekarza system informatyczny, który może obsługiwać kilkadziesiąt przenośnych urządzeń.*

**Słowa kluczowe:** *przenośne urządzenia do magnetoterapii, wolnozmiennne pole magnetyczne*

---

**mgr Katarzyna BIERNAT**  
**dr inż. Konrad NITA, dr inż. Stefan WÓJTOWICZ**  
e-mail: k.biernat@ielwaw.pl

Zakład Systemów Diagnostyczno-Pomiarowych  
Instytut Elektrotechniki

## 1. WSTĘP

---

Wpływ pola magnetycznego na organizmy żywe budził od wieków zainteresowanie badaczy. Egipcjanie używali magnesów, uważając je za remedium na wszelkie choroby oraz środek zwiększający odporność na czynniki szkodliwe, a więc przedłużający życie. W czasach nowożytnych, od czasu poznania fizycznej natury pola elektromagnetycznego, podjęto systematyczne badania nad jego oddziaływaniem na organizmy żywe. Dotyczy to badania i wykorzystania możliwości terapeutycznych i profilaktycznych magnetycznego pola wolnozmennego z uwzględnieniem jego negatywnego oddziaływania na organizm ludzki.

W ostatnich latach nastąpił ponowny wzrost zainteresowania powyższą tematyką, spowodowany głównie rozwojem środków technicznych. Urządzenia terapeutyczne stosowane są w dziedzinach, w których działanie wolnozmennych pól magnetycznych zostało potwierdzone na drodze eksperymentu. Korzystne działanie stwierdzono między innymi w leczeniu osteoporozy, złamań, choroby zwyrodnieniowej oraz stanów zapalnych stawów, chorób układu nerwowego, takich jak migrena czy naczyniowo-ruchowe bóle głowy. Zastosowanie zmiennych pól magnetycznych mieści się w specjalizacji medycznej zwanej medycyną fizykalną. Zmienne pola magnetyczne wykorzystywane są również w medycynie sportowej, rehabilitacji, fizykoterapii oraz profilaktyce niektórych chorób. Coraz częściej spotyka się także zastosowania w medycynie estetycznej. Wspomaganie terapii metodami magnetoterapii i magnetostymulacji daje dobre efekty w klasycznym leczeniu. Należy jednak zachować ostrożność, gdyż dla wielu schorzeń korzystne działanie pól magnetycznych nie zostało w pełni potwierdzone doświadczalnie.

Rozwój nanotechnologii wpływa na badania i powstawanie nowych terapii przeciwnowotworowych. Poszukiwane są nanomateriały i nanocząsteczki, w tym również magnetyczne, o określonych właściwościach, które mogą przyspieszyć badania, pomóc w diagnostyce lub terapii przeciwnowotworowej. W związku z tym obserwuje się wzrost zainteresowania oddziaływaniem pól magnetycznych na organizm ludzki.

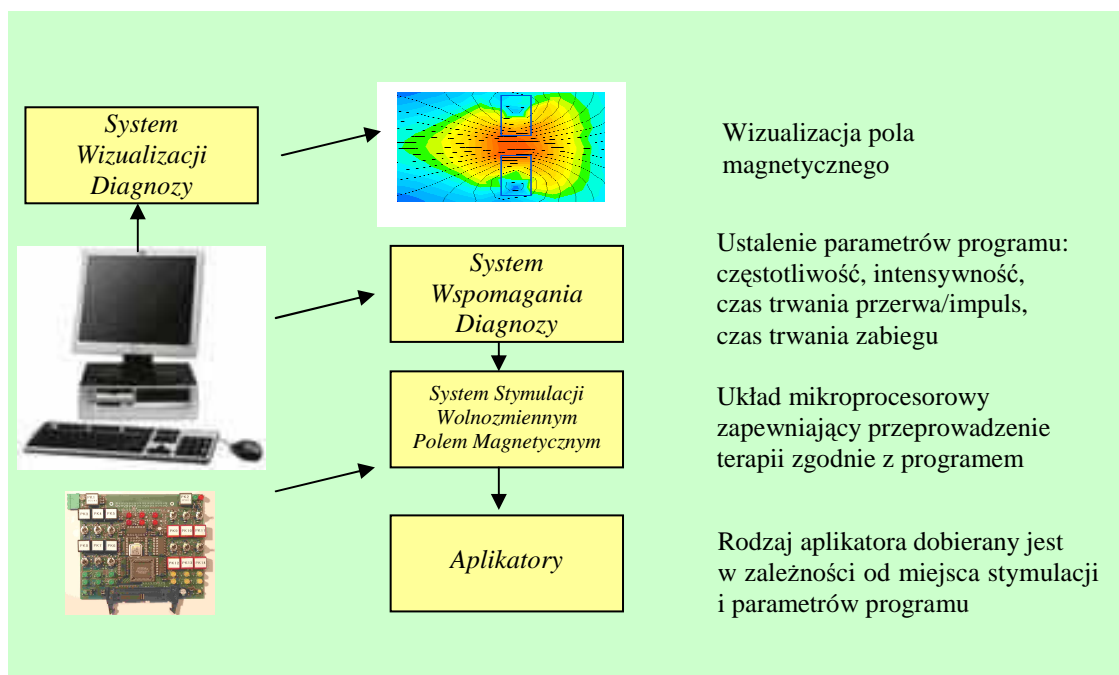
Pola magnetyczne wolnozmienne o małej wartości indukcji odpowiednio dawkowane korzystnie wpływają na przebieg terapii przy leczeniu wielu schorzeń. Stosowane są pola magnetyczne o częstotliwości do 3000 Hz i indukcji do 20 mT. W tym zakresie częstotliwości nie stwierdzono niekorzystnych zjawisk jonizacji i wzbudzenia w organizmie ludzkim.

W magnetoterapii stosowane są pola magnetyczne o częstotliwości mniejszej od 100 Hz i indukcji magnetycznej rzędu 0,1 mT do 20 mT. Jest to pole znacznie większe od naturalnego pola ziemskiego, którego indukcja wynosi 30-70  $\mu$ T.

W magnetostymulacji są stosowane pola magnetyczne o większej częstotliwości przebiegu podstawowego i znacznie mniejszej wartości indukcji magnetycznej (1 pT – 100  $\mu$ T) oraz o złożonych kształtach przebiegu zmian i strukturze czasowej impulsów tworzących sygnał magnetyczny.

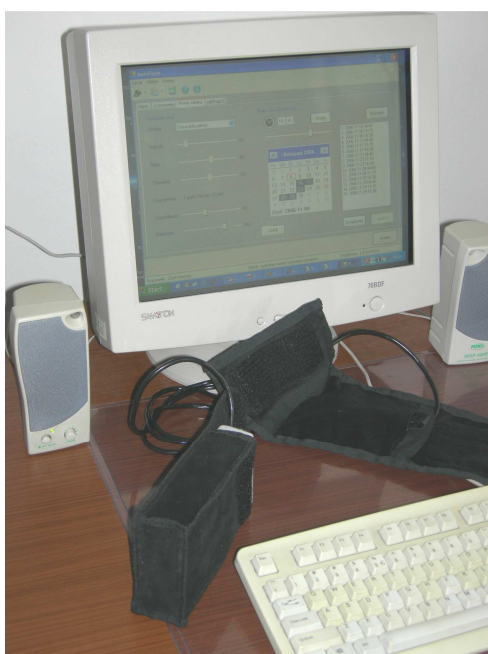
Urządzenia stacjonarne generujące wolnozmiennne pole magnetyczne są dostępne na rynku od lat jako wspomagające w terapii dla medycyny konwencjonalnej. Jednak z uwagi na niewielką liczbę urządzeń, dostęp pacjentów do terapii jest ograniczony.

W Zakładzie Systemów Pomiarowo-Diagnostycznych Instytutu Elektrotechniki, we współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą i Centrum Leczniczo-Rehabilitacyjnym w Krakowie, opracowano prototyp urządzenia do terapii wolnozmiennym polem magnetycznym. Urządzenie zostało opracowane jako lekki przenośny mikroprocesorowy przyrząd stanowiący część systemu KTM<sup>®</sup>, który wspomaga pracę terapeuty. Poniżej załączono schemat zależności w systemie KTM (Klinika Terapii Magnetycznej) (rys. 1).



Rys. 1. Struktura systemu KTM

Opracowany i wykonany w Instytucie prototyp urządzenia do terapii magnetycznej, z uwagi na niewielkie gabaryty, umożliwia po zaprogramowaniu przez lekarza swobodne stosowanie przez pacjenta przez cały czas terapii. Zminiaturyzowany sterownik połączony przewodem zasilającym z odpowiednio dobranym aplikatorem nie ogranicza ruchów pacjenta, przez co terapia może być stosowana przez całą dobę. Opracowano także zestaw mikroprocesorowych programowalnych zasilanych z baterii, lekkich i przenośnych urządzeń do terapii magnetycznej, stanowiących część systemu wspomaganie pracy terapeuty. Dzięki programowalnym funkcjom urządzenie to może być stosowane



**Rys. 2. System informatyczny wspomaganie diagnozy i ewidencji pacjentów KTM**

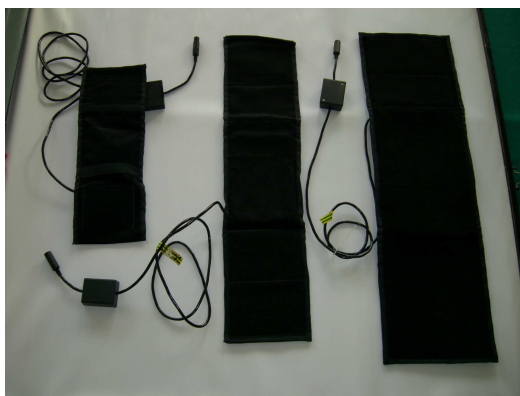
w domu pacjenta przez całą dobę, przez co uzyskuje się nowe możliwości terapeutyczne związane z szerszą dostępnością, wydłużeniem sesji, zmniejszeniem kosztu terapii, zdalną komunikacją lekarza z pacjentem. Na rysunku 2 pokazano system informatyczny wspomaganie diagnozy i ewidencji pacjentów KTM. Urządzenie posiada szereg zalet technicznych, takich jak niski koszt eksploatacji, możliwość wypożyczania zaprogramowanego urządzenia, oszczędność energii. Dzięki opracowanej nowej technologii projektowania aplikatorów uzyskano możliwość generowania pól o pożądanych wartościach w wyznaczonych obszarach. Ma to istotne znaczenie w leczeniu niektórych schorzeń.

Procesem magnetoterapii zarządza sterownik. Jest to mikroprocesorowy układ generujący impulsy prądowe do aplikatorów. Ich kształty, częstotliwość i zależności czasowe są zdefiniowane w odpowiednich programach.

Kształty impulsów wolnozmiennego pola magnetycznego są tak dobrane, by uzyskać odpowiednie efekty biofizyczne: magnetomechaniczny, elektrodynamiczny i jonowego rezonansu cyklotronowego. Sterownik jest wyposażony w gniazdo do podłączenia aplikatorów. Wyboru aktywnego aplikatora można dokonać odpowiednim przyciskiem na sterowniku. Każdy z aplikatorów różni się nie tylko kształtem, ale także wytwarza inne i niejednorodne pola magnetyczne (rys. 3, 4 – przykładowe zestawy aplikatorów; rys. 5, 6 – aplikatory ze sterownikiem). W każdym została umieszczona cewka o innej liczbie zwojów.

Dodatkowym atrybutem urządzenia jest system wizualizacji diagnozy opracowany przez Akademię Górniczą w Krakowie. Dzięki możliwości współpracy urządzenia z notebookiem, operator i pacjent mogą obserwować wpływ pola na tkankę w czasie rzeczywistym.

Programowanie terapii magnetycznej odbywa się przez komputer połączony ze sterownikiem. Osoba upoważniona do obsługi sterownika wprowadza parametry terapii za pośrednictwem przyjaznego oprogramowania (rys. 7-10).



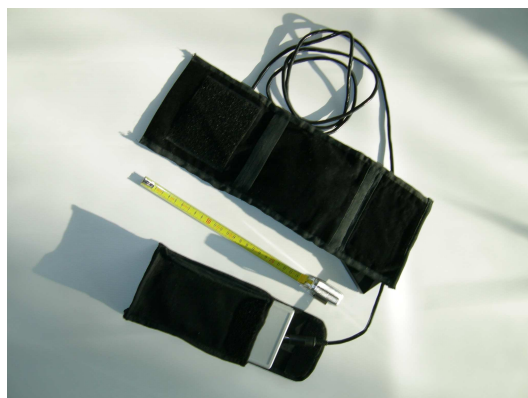
Rys. 3. Zestaw aplikatorów KTM-A. Aplikatory nadgarstka, ramienia i uda



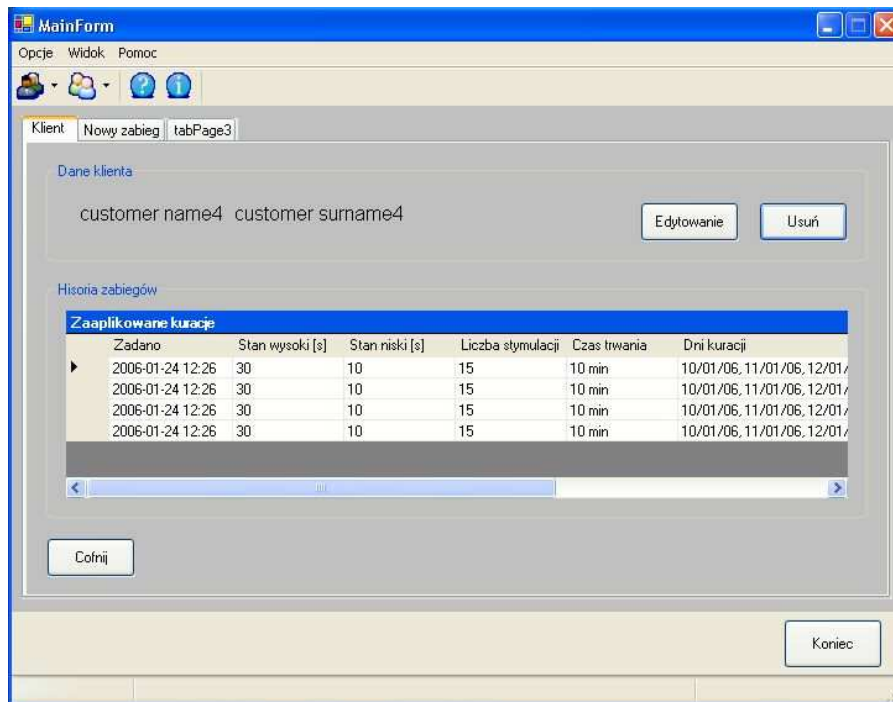
Rys. 4. Zestaw aplikatorów KTM-A. Aplikatory nadgarstka, ramienia i uda



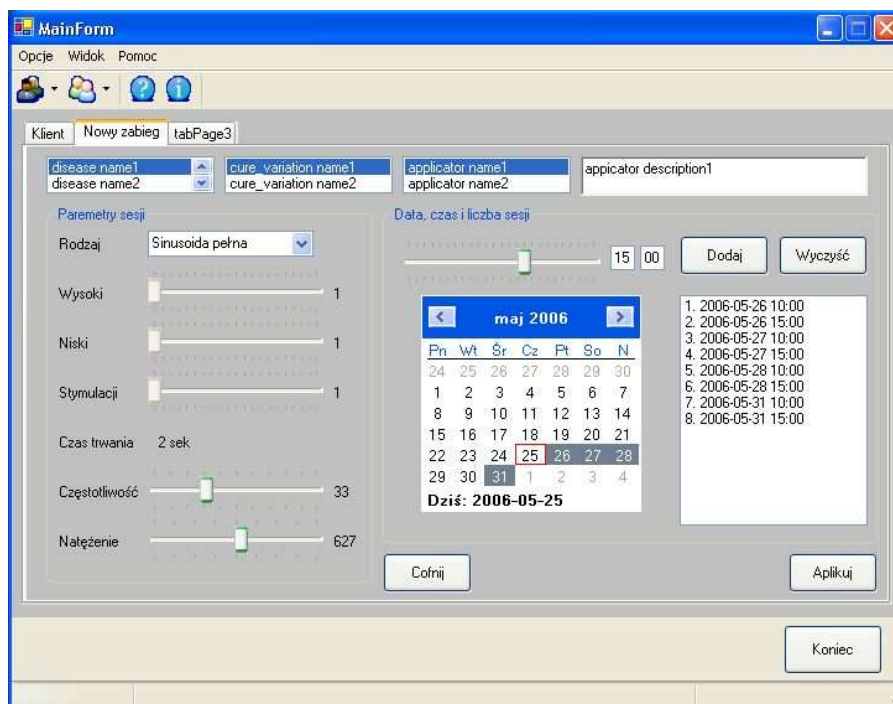
Rys. 5. Sterownik i aplikator ramienia



Rys. 6. Sterownik i aplikator nadgarstka



Rys. 7. Baza danych pacjentów



Rys. 8. Ustalenie parametrów, wybór terapii, czasu trwania zabiegu

Edytowanie danych klienta

Podaj następujące dane

\* Imię  
customer name4

\* Nazwisko  
customer surname4

\* Kod pocztowy  
00-450

\* Miasto  
Warszawa

\* Ulica  
Jana Pawła 15

\* Telefon  
715-28-67

\* - Wymagane pola

Cofnij Zapisz

Rys. 9. Edytowanie z bazy danych okna pacjenta

Edytowanie danych pracownika obsługi

Podaj następujące dane

\* Imię  
Robert

\* Nazwisko  
Langdon

\* Login  
langdon

\* Hasło

\* Potwierdzenie hasła

Kod pocztowy  
00-345

Miasto  
New York

Ulica  
Lexington Avenue 14

Numer telefonu  
788-67-45

\* - Wymagane pola

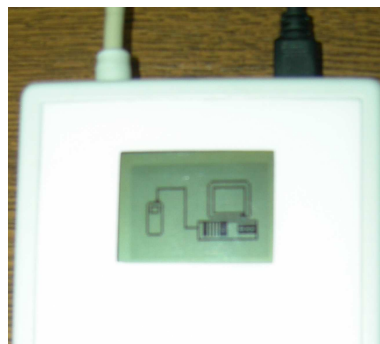
Cofnij Zapisz

Rys. 10. Edytowanie z bazy danych okna lekarza

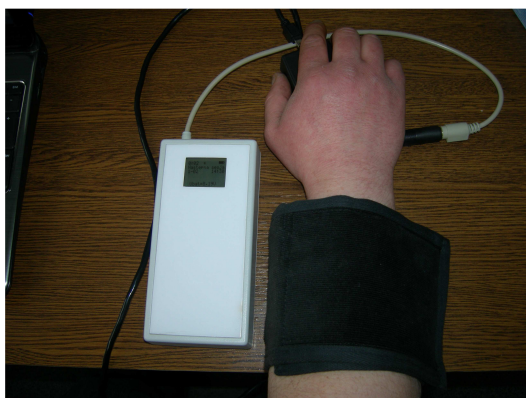
Zewnętrzna strona urządzenia wyposażona jest w wyświetlacz, na którym można zobaczyć między innymi całkowity czas ekspozycji pól magnetycznych i czas pozostały do końca sesji. Wyświetlane są także komunikaty zgodne z wybranym programem ekspozycji pól magnetycznych (rys. 11-14).



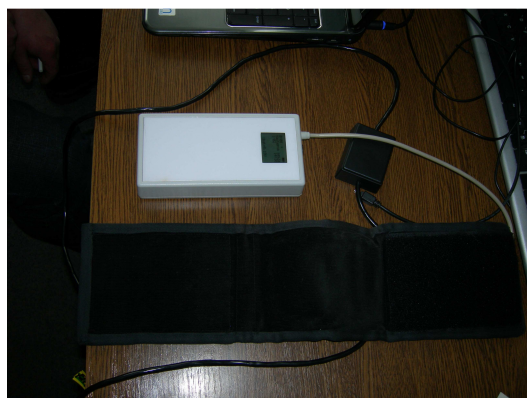
Rys. 11. Programowalny sterownik mikroprocesorowy KTM-S



Rys. 12. Grafika na wyświetlaczu sterownika KTM-S informująca o połączeniu z komputerem



Rys. 13. Sterownik KTM-S połączony z aplikatorem i komputerem w trakcie programowania



Rys. 14. Sterownik KTM-S połączony z rozwiniętym aplikatorem

Pole magnetyczne można ustawiać w zakresie częstotliwości od 0,1 do 3000 Hz i indukcji od 1 pT do 20 mT. Czas terapii jest praktycznie nieograniczony przy systematycznym codziennym uzupełnianiu baterii akumulatorów. Kształt przebiegu pobudzającego w czasie może być dowolny wprowadzony do pamięci sterownika w procesie programowania. Dzięki szerokiemu zakresowi nastaw oraz automatycznej rejestracji parametrów pola urządzenie może być wykorzystywane także jako przyrząd badawczy.

Dzięki współpracy między Instytutem Elektrotechniki a Akademią Górniczo-Hutniczą, możliwe stało się wzbogacenie urządzenia o nowoczesne metody modelowania i symulacji pola magnetycznego oraz metody wirtualizacji kształtu ciała człowieka.



Przenośny, zasilany z baterii przyrząd wprowadzony na rynek zwiększa szanse pacjentów na dostęp do alternatywnych terapii. Wykonane w nowoczesnej technologii urządzenie ma wiele zalet i umożliwia między innymi:

- programowanie z wykorzystaniem dowolnego komputera typu PC;
- programowanie dowolnych przebiegów w czasie;
- dowolne programowe kształtowanie sesji terapeutycznych;
- obniżenie ceny jednostkowej urządzenia;
- niższe koszty eksploatacji;
- możliwość wypożyczania urządzeń przez kliniki;
- możliwość zdalnej komunikacji i kontroli.

Wyposażenie urządzenia w bogaty zestaw aplikatorów jest możliwe dzięki zastosowanej standaryzacji. Można stosować aplikatory dostosowane do różnych części ciała. Pracę lekarza wspomaga system informatyczny, który archiwizuje wszystkie informacje o pacjentach, stosowanych aplikatorach, dawkach, i który umożliwia śledzenie historii stosowanych terapii i wyciąganie statystycznych wniosków.

Celem dalszych prac realizowanych w Zakładzie Systemów Pomiarowo-Diagnostycznych jest opracowanie nowej generacji programowalnych urządzeń do terapii magnetycznej i magnetoterapii. Zgodnie z przyjętą metodyką, kolejne badania stosowane i prace rozwojowe obejmą opracowanie i wykonanie stanowiska badawczego i nowej wersji urządzenia. Planuje się powstanie w Instytucie stanowiska badawczego umożliwiającego badanie i wzorcowanie aplikatorów do terapii magnetycznej. W skład stanowiska wejdą: skaner pola magnetycznego, układ wirtualizacji kształtu obiektów, zestaw aplikatorów wzorcowych, mikroprocesorowy sterownik programowalny, komputer nadrzędny, oprogramowanie uruchomieniowe układów mikroprocesorowych.

Kluczowym zagadnieniem jest optymalizacja kształtu elastycznych aplikatorów impulsowego pola magnetycznego, która zostanie przeprowadzona metodami symulacyjnymi z zastosowaniem fantomów wirtualnych ciała człowieka. Urządzenie będzie składać się z następujących elementów: zestawu aplikatorów przeznaczonych do różnych zastosowań, przenośnego programowalnego mikroprocesorowego sterownika terapii magnetycznej, systemu programowania sterownika terapii magnetycznej umożliwiającego indywidualny dobór parametrów terapii magnetycznej, sprzęt i oprogramowanie umożliwiającego komunikację z laboratorium macierzystym i systemem programowania za pośrednictwem sieci publicznej (GSM). Kolejnym etapem planowanych badań jest rozszerzenie prac nad modelowaniem pól elektromagnetycznych w powiązaniu z rozwiązaniami w dziedzinie nanotechnologii. Pierwsze prace w tym kierunku zostały już rozpoczęte. Dotyczą one kształtowania pola w tkankach przy zastosowaniu zewnętrznych aplikatorów i obiektów wprowadzanych do organizmu.

## LITERATURA

1. Biernat K.: Domowa Klinika Terapii Magnetycznej, Nowa Elektrotechnika, nr 05'2007.
2. Cieśla A., Kraszewski W., Syrek P.: Nowa koncepcja uzwojenia wzbudzającego pole magnetyczne w zastosowaniu do magnetoterapii, Agrolaser 2006, s. 21-25, 5-7 września 2006, Lublin.
3. Dokumentacja techniczna nr NMB/5/2005 Urządzenie do terapii wolnozmiennym polem magnetycznym.
4. Dokumentacja techniczna nr NMB/2/2006 Opracowanie oprogramowania i zestawu aplikatorów do terapii magnetycznej.
5. Dokumentacja techniczna nr NMB/1/2007 Opracowanie modeli aplikatorów do terapii magnetycznej kręgosłupa i biodra.
6. Markov M.S.: Pulsed electromagnetic field therapy history, state of the art and future, Springer Science+Business Media, LLC 2007.
7. Sieroń A.: Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie,  $\alpha$ -medica Press, Bielsko-Biała, 2002.
8. Zborowski M, Midura R.J., i in.: Magnetic field visualization in applications to pulsed electromagnetic field stimulation of tissues, Biomedical Engineering Society 2003, vol. 31, pp.195-206.

Rękopis dostarczono dnia 24.02.2012 r.

## MAGNETIC TELETHERAPY PORTABLE MAGNETOTHERAPY DEVICE

Katarzyna BIERNAT, Konrad NITA  
Stefan WÓJTOWICZ

**ABSTRACT** *Low-frequency magnetic therapy is already well established treatment of the vast range of diseases. The impact of low frequency magnetic field on human's and animals' bodies is the subject to research. In many universities and medical centers. A portable microprocessor device "KTM" used in Pulsed Magnetic Field therapy was developed In the Department of Measurement and Diagnostic Systems at the Electrotechnical Institute. Due to the device potential to use it for home therapy treatment there are new capabilities brought out e.g., increased accessibility, prolonged sessions, limited therapy costs, remote patient-doctor communication system. The device can be specified by low manufacturing and exploitation costs. Along with the "KTM" the specialized software for controlling several KTM devices from doctor's office was created.*

**Keywords:** *portable magnetotherapy device low-frequency magnetic field*