

ZOFIA DRZAZGA, ALEKSANDER SIEROŃ*, GRZEGORZ LISZKA,
JOANNA WÓJCIK

Z ZAKŁADU FIZYKI MEDYCZNEJ INSTYTUTU FIZYKI UNIwersYTETU ŚLĄSKIEGO W KATOWICACH

KIEROWNIK: PROF. DR HAB. ZOFIA DRZAZGA

*Z III KATEDRY I KLINIKI CHOROÓB WEWNĘTRZNYCH ŚLĄSKIEJ AKADEMII MEDYCZNEJ W BYTOMIU

KIEROWNIK: PROF. DR HAB. N.MED. JERZY ŻMUDZIŃSKI

POLA MAGNETYCZNE STOSOWANE W MAGNETOTERAPII

Słowa kluczowe: wolnozmiennie pole magnetyczne, magnetoterapia, magnetostymulacja.

Key words: extremely low frequency magnetic field, magnetotherapy, magnetostimulation.

Wprowadzenie

W ostatnich latach obserwuje się coraz częstsze zastosowanie pól magnetycznych zarówno w diagnostyce, jak i terapii lekarskiej. Niewątpliwie tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego znalazła swoje niekwestionowane miejsce w medycynie. Wykorzystywanie pól magnetycznych w celach leczniczych jest bardziej kontrowersyjne, gdyż mechanizmy oddziaływania pól magnetycznych na organizm żywy nie są dostatecznie znane. Magnetoterapia ma na celu wykorzystanie pozytywnego wpływu pola magnetycznego na organizm żywy. Zwykle stosuje się pola magnetyczne quasi-statyczne, tj. o częstotliwości do 50 Hz, o stosunkowo małej wartości natężenia, o rząd wielkości tylko przewyższającej wartość natężenia pola ziemskiego [4-6].

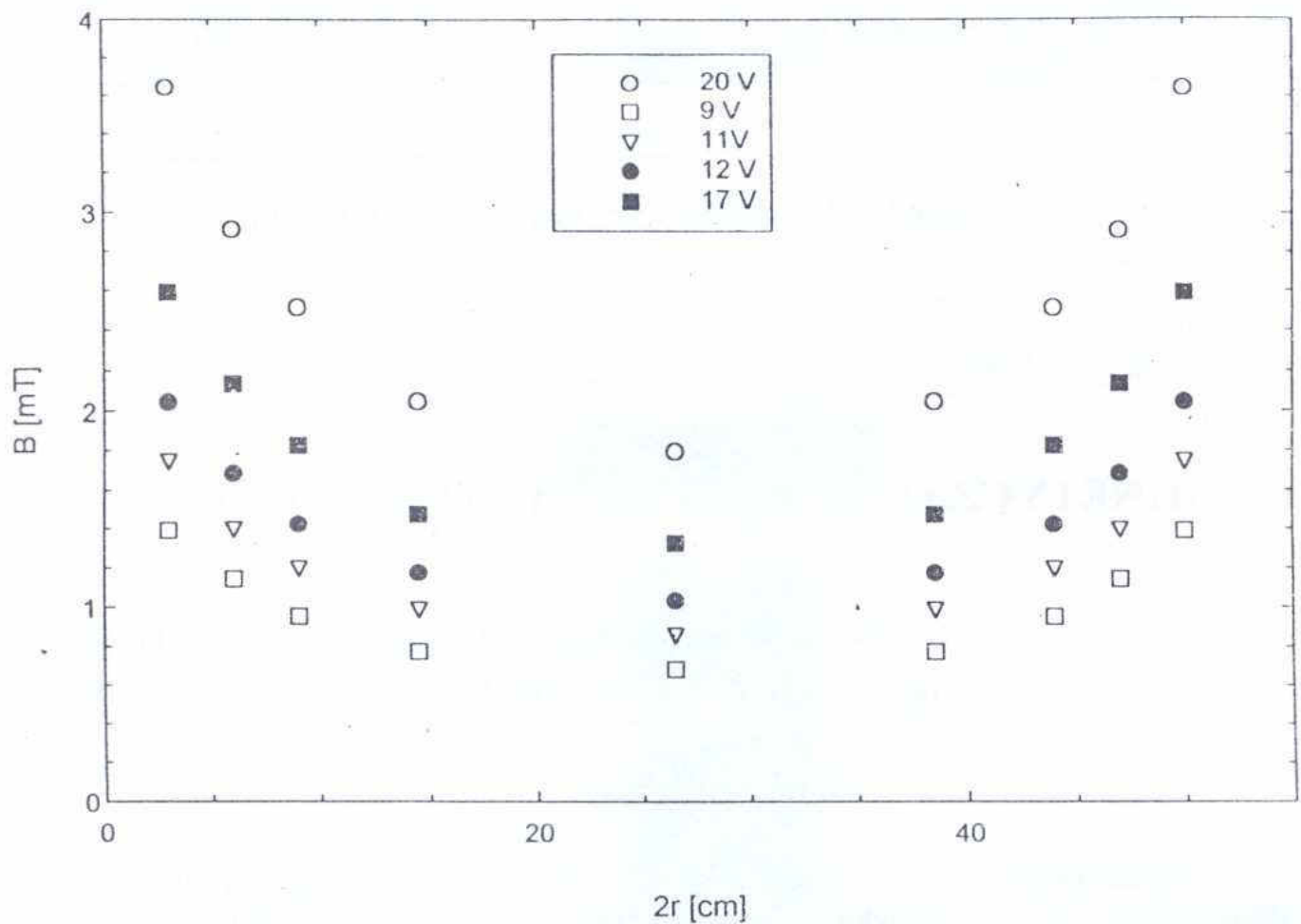
Aparaturę stosowaną do terapii polem magnetycznym stanowią różnego rodzaju cewki prądowe generujące pola magnetyczne stałe lub zmienne o zadanym kształcie impulsu. Do prawidłowej aplikacji pola magnetycznego pacjentom i właściwej analizie wyników konieczna jest znajomość charakterystyk pól magnetycznych wytwarzanych w aparatach magnetoterapeutycznych.

Najważniejsze pojęcia i terminologię związaną z polem magnetycznym rozpatruje się według wielkości określających prąd elektryczny [2]. Ilościowe związki między parametrami charakteryzującymi pole magnetyczne a prąd elektryczny oraz indukowane napięcie elektryczne określają odpowiednio prawo Ampera i prawo Faradaya.

Natężenie pola magnetycznego układu przewodów z prądem można w ogólnym przypadku określić według wzoru Biota-Savarta. Zgodnie z tym wzorem prąd I płynący przez elementarny odcinek $d\mathbf{l}$ wywołuje w odległości r w punkcie P pole magnetyczne o natężeniu $d\mathbf{H}$ równe:

$$d\mathbf{H} = I/4\pi (d\mathbf{l} \times \mathbf{r}) / r^3, \quad (1)$$

gdzie \mathbf{r} jest wektorem skierowanym od $d\mathbf{l}$ do punktu P .



Ryc. 1. Rozkład indukcji pola magnetycznego wzdłuż średnicy aplikatora aparatu AMBIT 2000 (impuls sinusoidalny, częstotliwość 21 Hz)

Gdy prąd płynie wzdłuż obwodu o promieniu R , to natężenie w jego środku wynosi $H = I/2R$.

Można wykazać, że wartość H dla dowolnej odległości d wzdłuż osi prostopadłej i przechodzącej przez środek płaszczyzny przewodu kołowego złożonego z N ściśle przylegających zwojów określa zależność:

$$H = (NI/2R)((1/(1 + d^2 / R^2)^{3/2}) \quad (2)$$

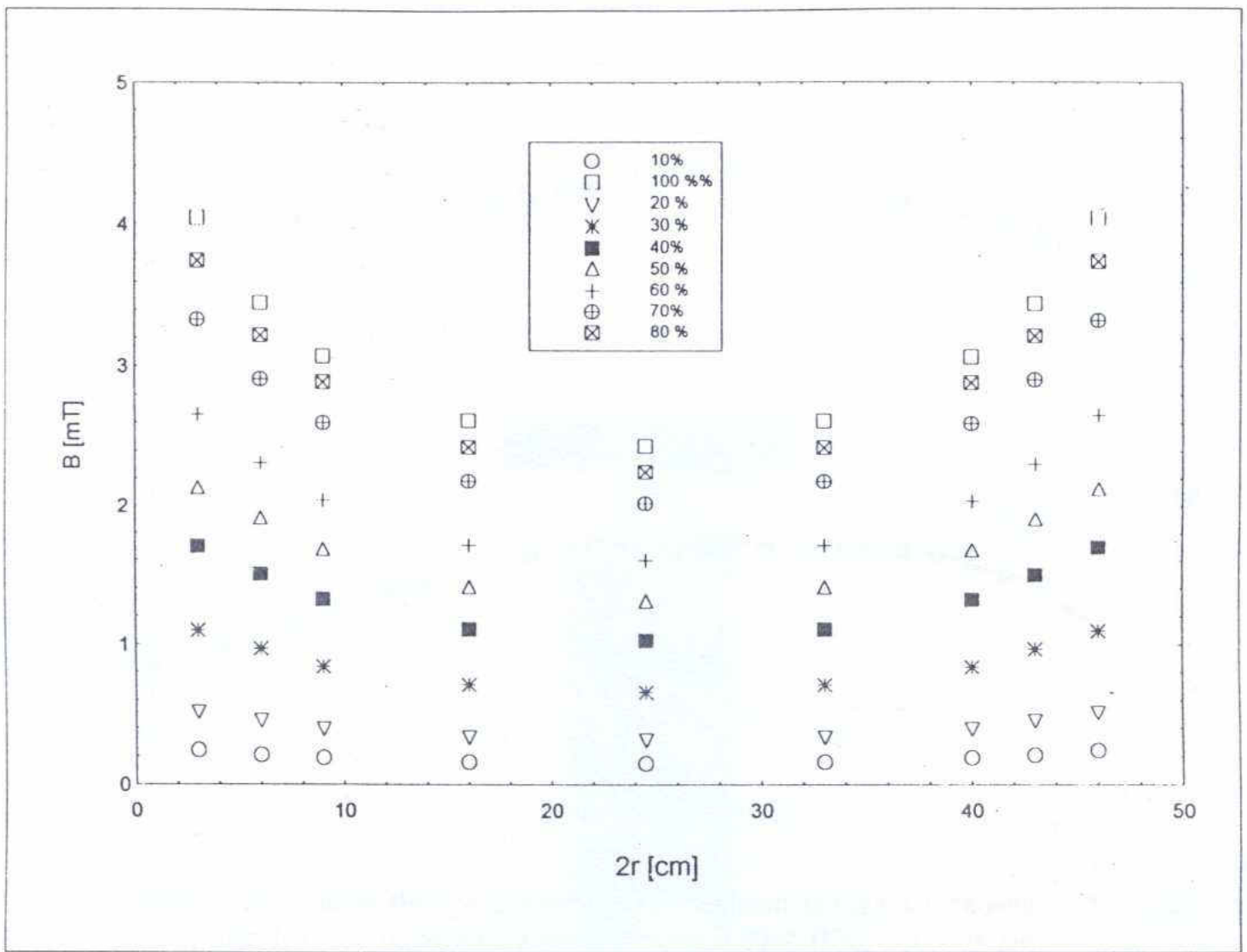
W ogólnym przypadku pole magnetyczne wytworzone przez cewki prądowe zależy od natężenia przepływającego prądu, liczby zwojów i odległości od cewki oraz jej geometrii [2].

Jeśli cewka jest zasilana zmiennym prądem elektrycznym, to staje się źródłem zmiennego pola magnetycznego.

Wytworzone pole magnetyczne w ośrodkach materialnych opisuje się za pomocą indukcji magnetycznej \underline{B} zdefiniowanej jako:

$$\underline{B} = \mu_r \mu_o \underline{H}, \quad (3)$$

gdzie μ_o jest przenikalnością próżni, a μ_r przenikalnością względną ośrodka. Warto tu wspomnieć, że przenikalność ciała ludzkiego jest porównywalna z przenikalnością powietrza. Oznacza to, że pole magnetyczne przenika przez wszystkie struktury ustroju, w prze-



Ryc. 2. Rozkład indukcji pola magnetycznego wzdłuż średnicy aplikatora aparatu ALPHATRON-4100 (impuls prostokątny, częstotliwość 15 Hz)

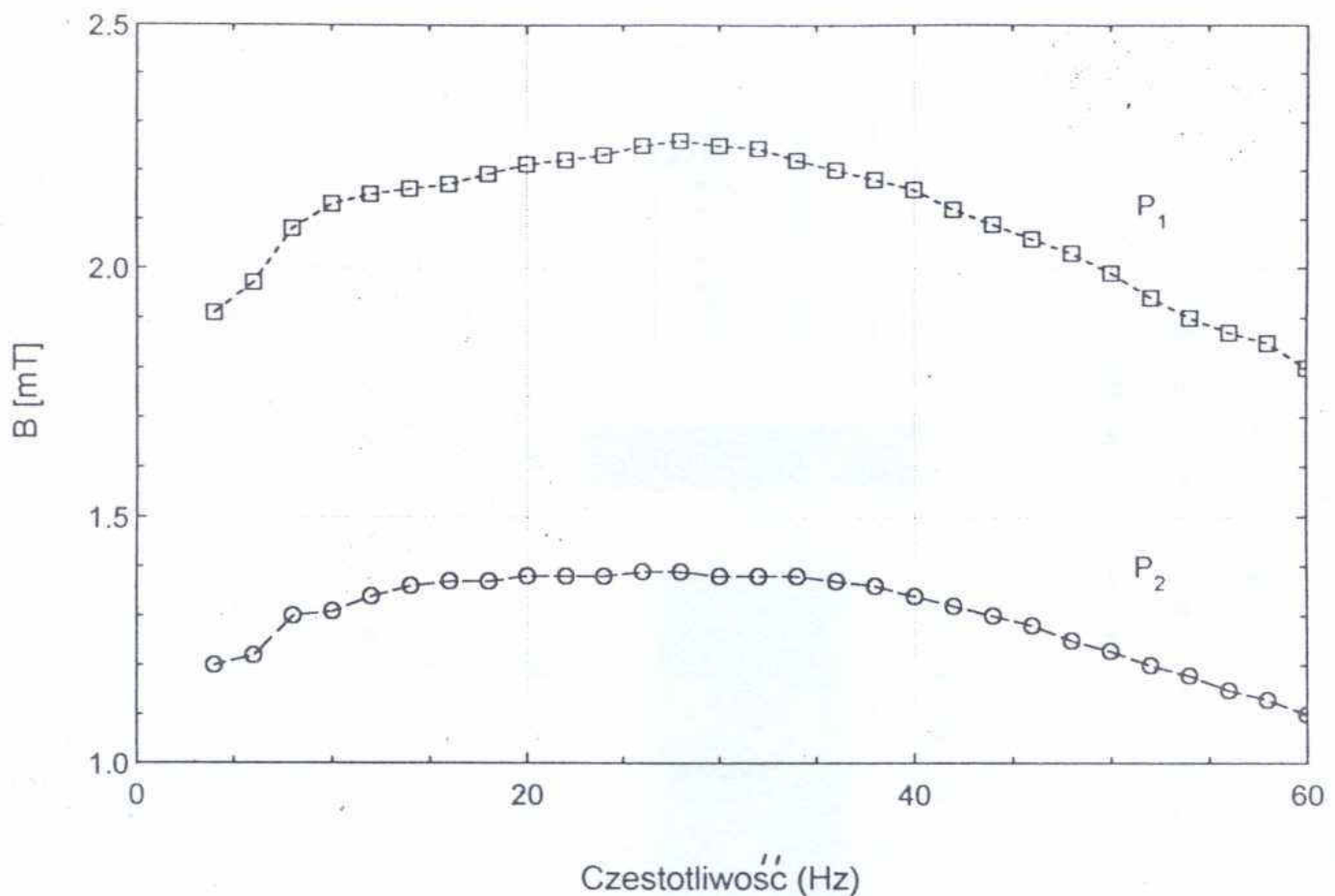
ciwieństwie do innych form energii, które ulegają pochłonięciu w tkankach. Dlatego nie można go pominąć, gdyż pole magnetyczne przenikając przez wszystkie struktury organizmu może wpływać na ich funkcje biologiczne.

Pod wpływem przyłożonego pola magnetycznego we wszystkich strukturach ustroju, za przyczyną mikroskopowych prądów tworzonych przez elektrony i naładowane jądra atomów, indukowane są pola elektryczne i magnetyczne zgodnie z podstawowymi równaniami magnetyzmu, czyli równaniami Maxwella:

$$\text{rot } \underline{E} = -\mu_0 \frac{dB}{dt}, \quad (4a)$$

$$\text{rot } \underline{B} = -\epsilon_0 \frac{dE}{dt}, \quad (4a)$$

gdzie równanie (4a) mówi o efekcie elektrycznym wywołanym zmiennym polem magnetycznym, a równanie (4b) opisuje efekt magnetyczny powstały wskutek zmiennego pola elektrycznego.



Ryc. 3. Wpływ częstotliwości na wartość indukcji pola magnetycznego dla wybranych punktów pomiarowych dla aparatu AMBIT 2000 przy ustalonych pozostałych parametrach

Ponadto, istotną rolę odgrywa też siła Lorentza, która powoduje ruch ładunków elektrycznych (w tym również jonów dodatnich i ujemnych) w przykładanym polu magnetycznym, zgodnie z równaniem:

$$\underline{F} = q \underline{v} \times \underline{B} \quad (5)$$

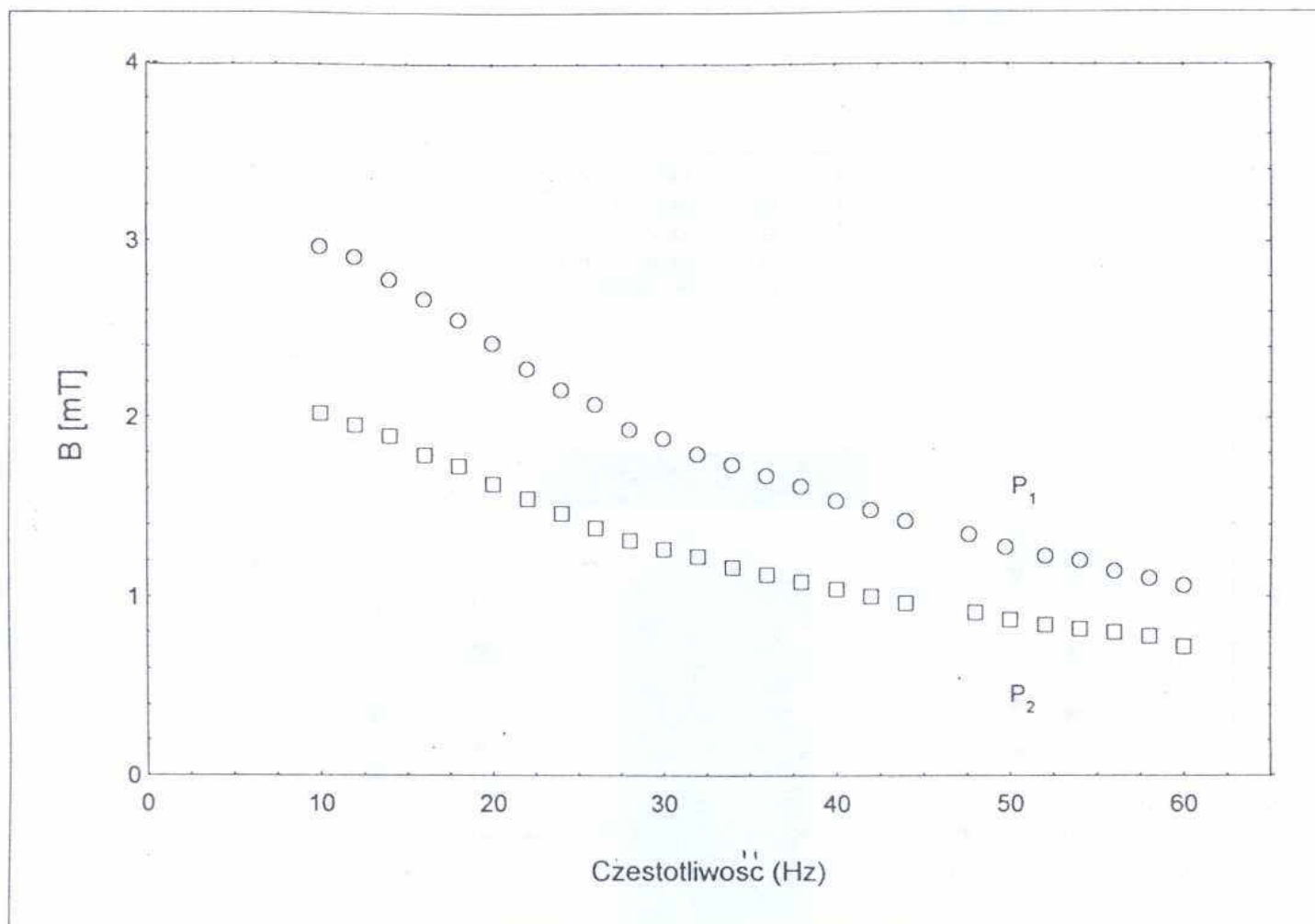
Efekty biologiczne będące skutkiem działania pól elektromagnetycznych są trudne do interpretowania, choć coraz więcej prac jest temu problemowi poświęconych, i wymagają dalszego kompleksowego badania przez specjalistów z różnych dziedzin.

Eksperyment – materiał i metoda pomiaru

Celem pracy doświadczalnej było zbadanie rozkładu pól magnetycznych generowanych przez wybrane aparaty magnetoterapeutyczne dostępne na polskim rynku i używane w praktyce klinicznej (III Klinika Chorób Wewnętrznych ŚIAM w Bytomiu).

Przeprowadzono badania następujących aparatów:

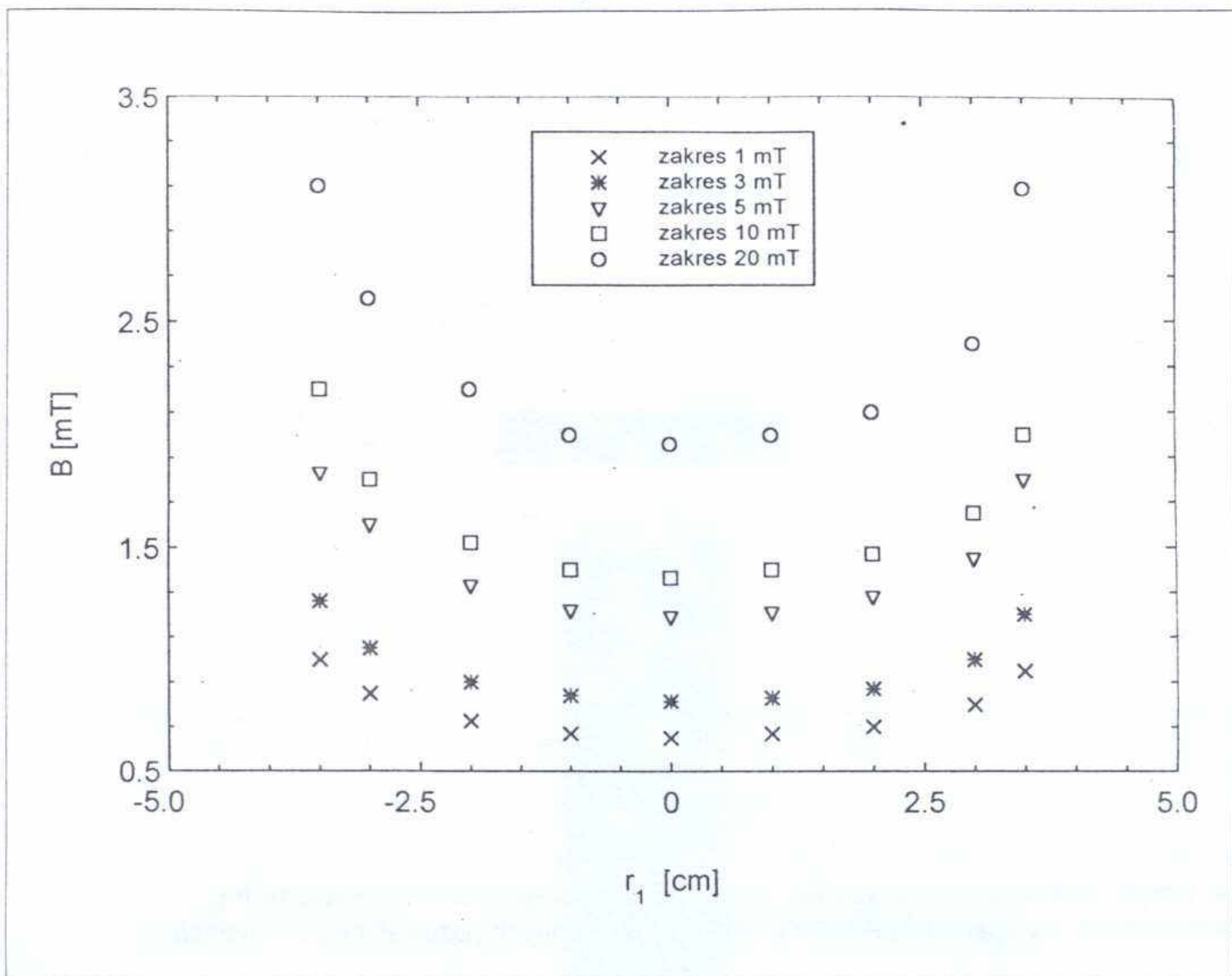
- 1) AMBIT 2000, producent – Zakład Elektromechaniki Medycznej w Bieruniu Starym;
- 2) ALPHATRON-4100, produkcji firmy niemieckiej „Alphaelektronics”;



Ryc. 4. Wpływ częstotliwości na wartość indukcji pola magnetycznego dla wybranych punktów pomiarowych dla aparatu ALPHATRON 4100 przy ustalonych pozostałych parametrach

Wybrane parametry badanych aparatów magnetoterapeutycznych

Nazwa aparatu	Wymiary aplikatora	Maks. indukcja magnetyczna	Częstotliwość	Kształt impulsu na wejściu cewki
AMBIT 2000	cewka długości $d = 0,16$ m i średnicy $\approx 0,5$ m	4,5 mT (15 mT)	0–60 Hz regulacja płynna	sinusoidalny prostokątny trójkątny
ALPHATRON-4100	cewka długości $d = 0,25$ m i średnicy $\approx 0,5$ m	5 mT (8.4 mT)	0–60 Hz regulacja płynna	sinusoidalny prostokątny trójkątny połówkowy
FLORA-2	cewki o eliptycznym przekroju 0,085x0,05 m	2.65 mT (16mT)	regulacja skokowa 5–25 Hz co 5 Hz	sinusoidalny
QUANTRONIC MRS-2000	mata duża 1,8 x 0,6 m mata mała 0,5 x 0,27 m	0.08 mT 0.11 mT	modulowana automatycznie zaprogramowana	złożony



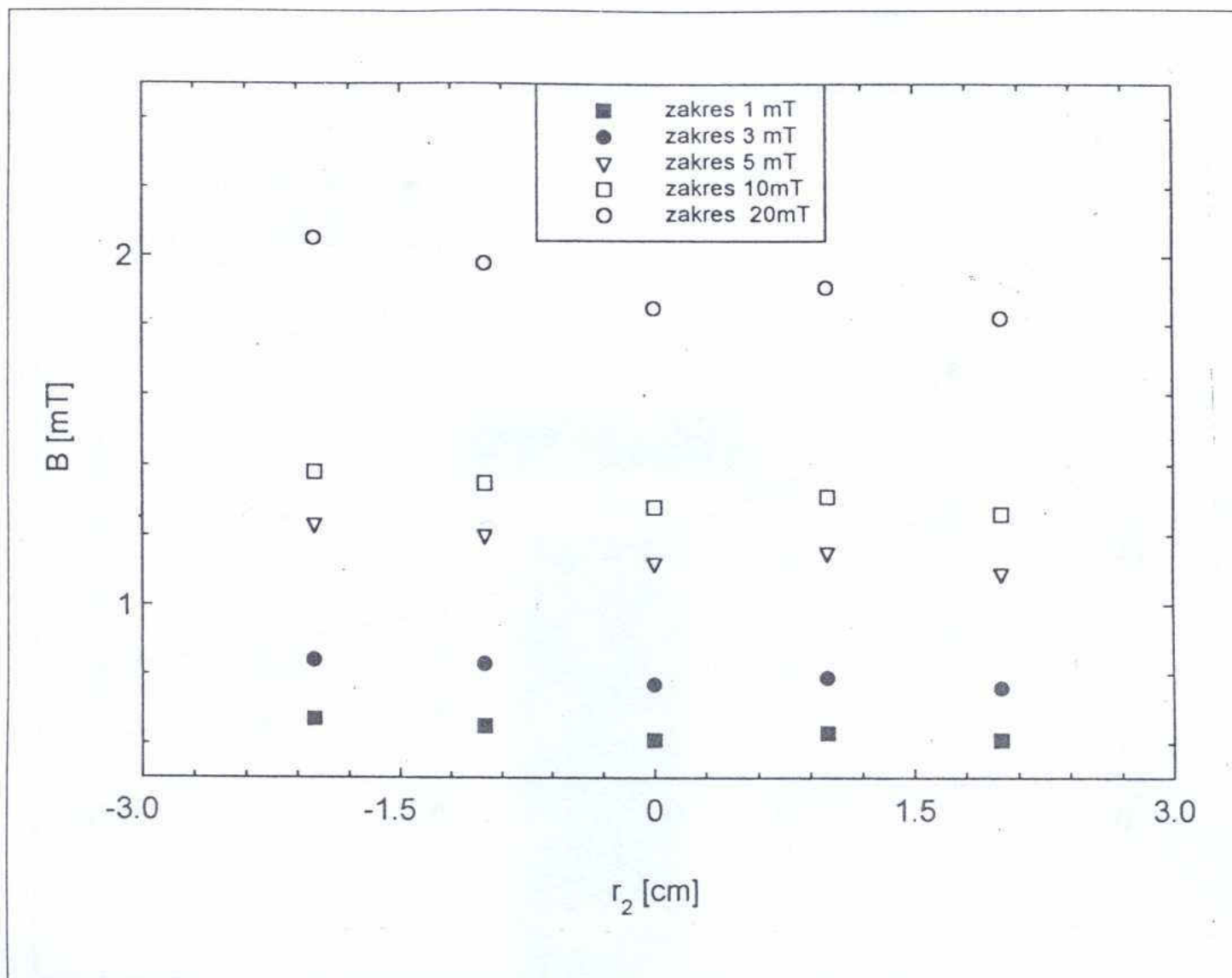
Ryc. 5. Rozkład indukcji pola magnetycznego dla eliptycznej cewki aparatu FLORA-2 wzdłuż dłuższej średnicy

3) FLORA-2, produkcji czeskiej firmy „Dusan Dajca Elkodtrade”, dystrybutor „Kinezja Medical Equipment” w Zabrze;

4) QUANTRONIC MRS-2000, produkcji niemieckiej, dystrybutor „Vita-Life-Polska” z siedzibą w Komorowie.

Do wyznaczania charakterystyk pola magnetycznego użyto miernika pola magnetycznego „Magnet-Physik” FH-35 z zestawem sond hallotronowych produkcji firmy niemieckiej, umożliwiającego zarówno pomiar stałych, jak i zmiennych pól magnetycznych. W przypadku pola zmiennego miernik umożliwia pomiar wartości skutecznej lub szczytowej w zakresie częstotliwości od 10 do 400 Hz z dokładnością do 5% w zakresie od $2\mu\text{T}$ do 2T. Dane pomiarowe można było zbierać automatycznie dzięki połączeniu miernika z komputerem PC za pomocą portu równoległego I/O, co było szczególnie pożyteczne przy pomiarach aplikatora QUANTRONIC MRS-2000.

Do badania kształtów impulsów napięciowych na zaciskach cewek stosowano oscyloskop cyfrowy z pamięcią Hewlett Packard – HD 54601A.

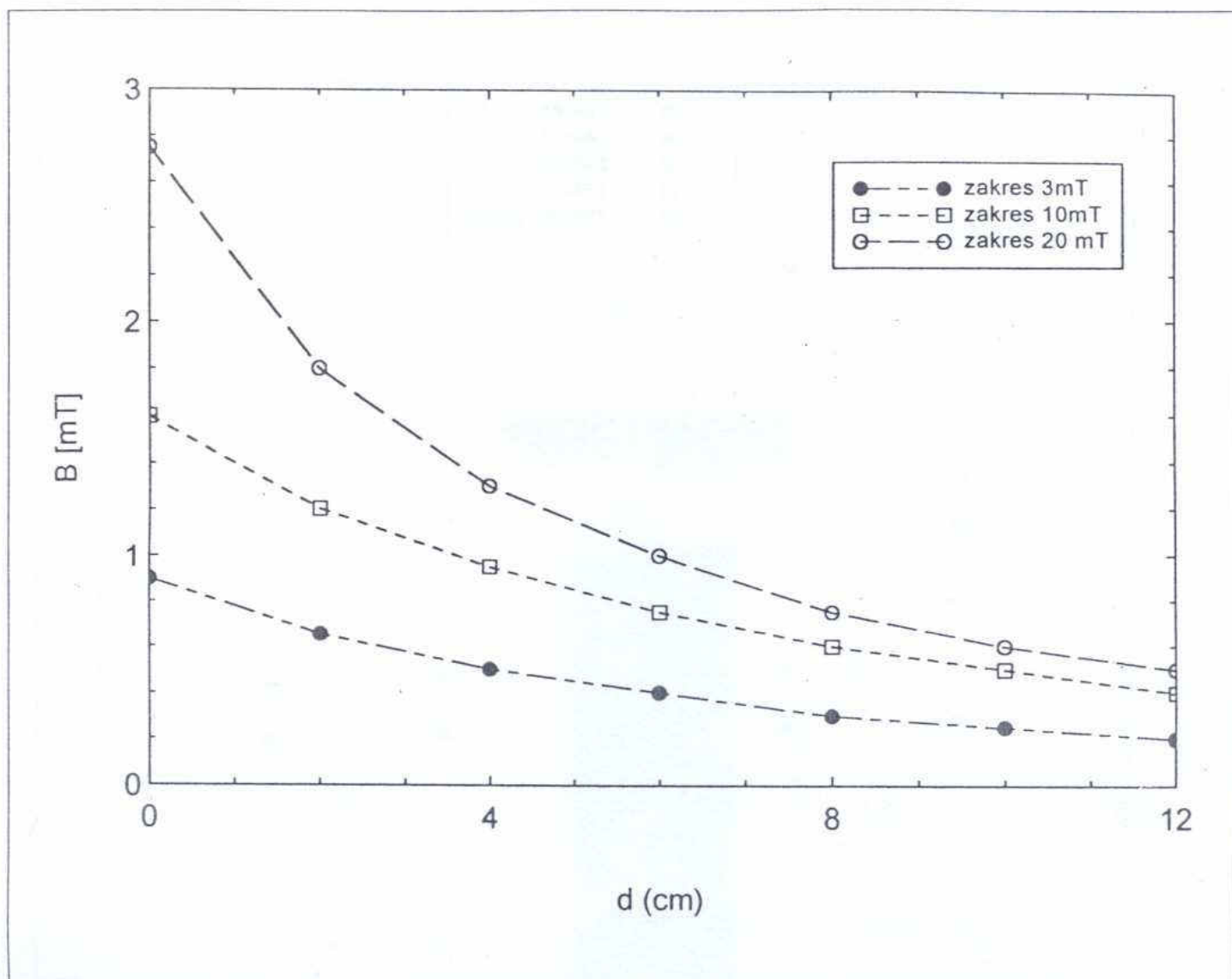


Ryc. 6. Rozkład indukcji pola magnetycznego dla eliptycznej cewki aparatu FLORA-2 wzdłuż krótszej średnicy

Wyniki pomiarów i ich dyskusja

Ze względu na rodzaj aplikatora i sposób, w jaki się poddaje pacjenta działaniu pola magnetycznego aparaty magnetoterapeutyczne można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej, w której aplikatorami są cewki prądowe w postaci solenoidów, można zaliczyć aparaty AMBIT 2000, ALPHATRON-4100, FLORA-2, różniące się między sobą jedynie kształtem, wielkością średnicy i liczbą zwojów cewki oraz rodzajem pracy zasilacza. Aparaty AMBIT 2000 i ALPHATRON-4100 mają podobną konstrukcję aplikatorów, którymi są cewki w kształcie cylindra o dużej średnicy umożliwiającej poddawanie działaniu pola magnetycznego również tułowia pacjenta. FLORA-2 jest przeznaczona przede wszystkim do terapii kończyn. Ma aplikator złożony z 2 cewek: jednej płaskiej, a drugiej wyprofilowanej tak, aby przylegała do kończyny. Wymiary aplikatorów przedstawiono w tabeli.

System QUANTRONIC MRS-2000 należy do nowej generacji aparatów magnetoterapeutycznych. Aplikator ma kształt maty (tab.), w której umieszczone są płaskie, spiralnie nawinięte cewki miedziane, rozmieszczone symetrycznie parami (3x2 w dużej macie i 1x2



Ryc. 7. Zależność indukcji pola magnetycznego od odległości między cewkami aparatu FLORA-2

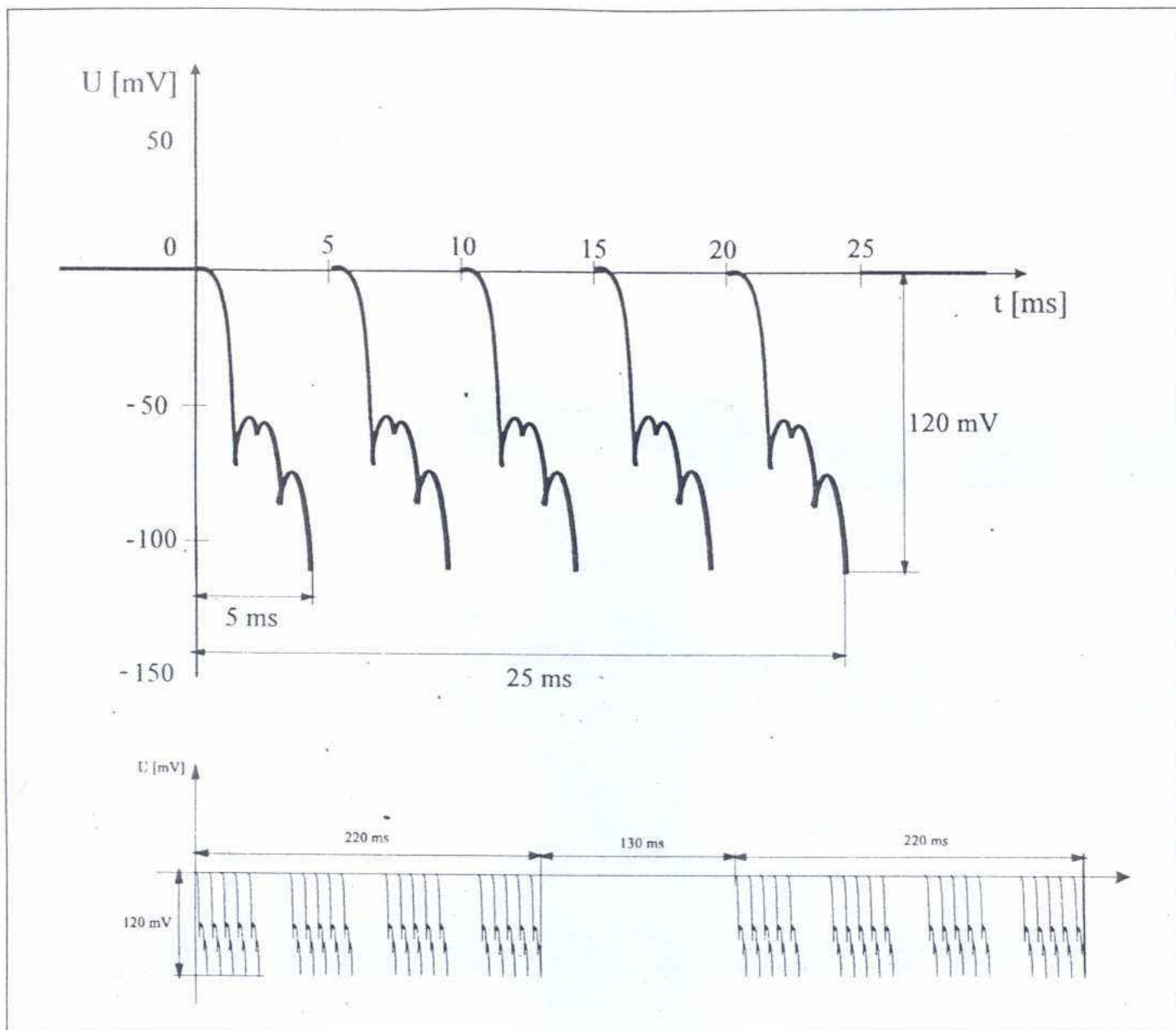
w małej macie). Duża mata umożliwia przeprowadzenie zabiegu w pozycji leżącej, natomiast małej maty używa się przy zabiegach na wybrane części ciała.

Wszystkie aparaty są przystosowane do zasilania sieciowego (220 V, 50 Hz).

Wyniki pomiarów indukcji pola magnetycznego przedstawiono na rycinach 1 i 2 oraz zestawiono w tabeli.

Aparaty magnetoterapeutyczne z cewkami klasycznymi

Na rycinach 1 i 2 przedstawiono przykładowo wartości skutecznej indukcji zmiennego pola magnetycznego, zmierzone w środku cylindrycznej cewki wzdłuż jej średnicy dla aplikatora AMBIT 2000 i ALPHATRON-4100, dla różnych wartości napięć podawanych z generatora na cewkę. Szczegółowe wyniki pomiarów znajdują się w pracy dyplomowej [2]. Generalnie wartości indukcji magnetycznej zwiększają się wraz ze wzrostem podawanego napięcia (mocy). Pole magnetyczne jest jednorodne (prawie) jedynie w środku cewki na długości około 20 cm i wzrasta wyraźnie w miarę zbliżania się do uzwojeń. Mały obszar jednorodności pola wewnątrz cewek związany jest z tym, że długość cewki jest stosunkowo mała w porównaniu z jej średnicą. (Dobrą jednorodność pola uzyskuje się w cewce dłuższej[2].)

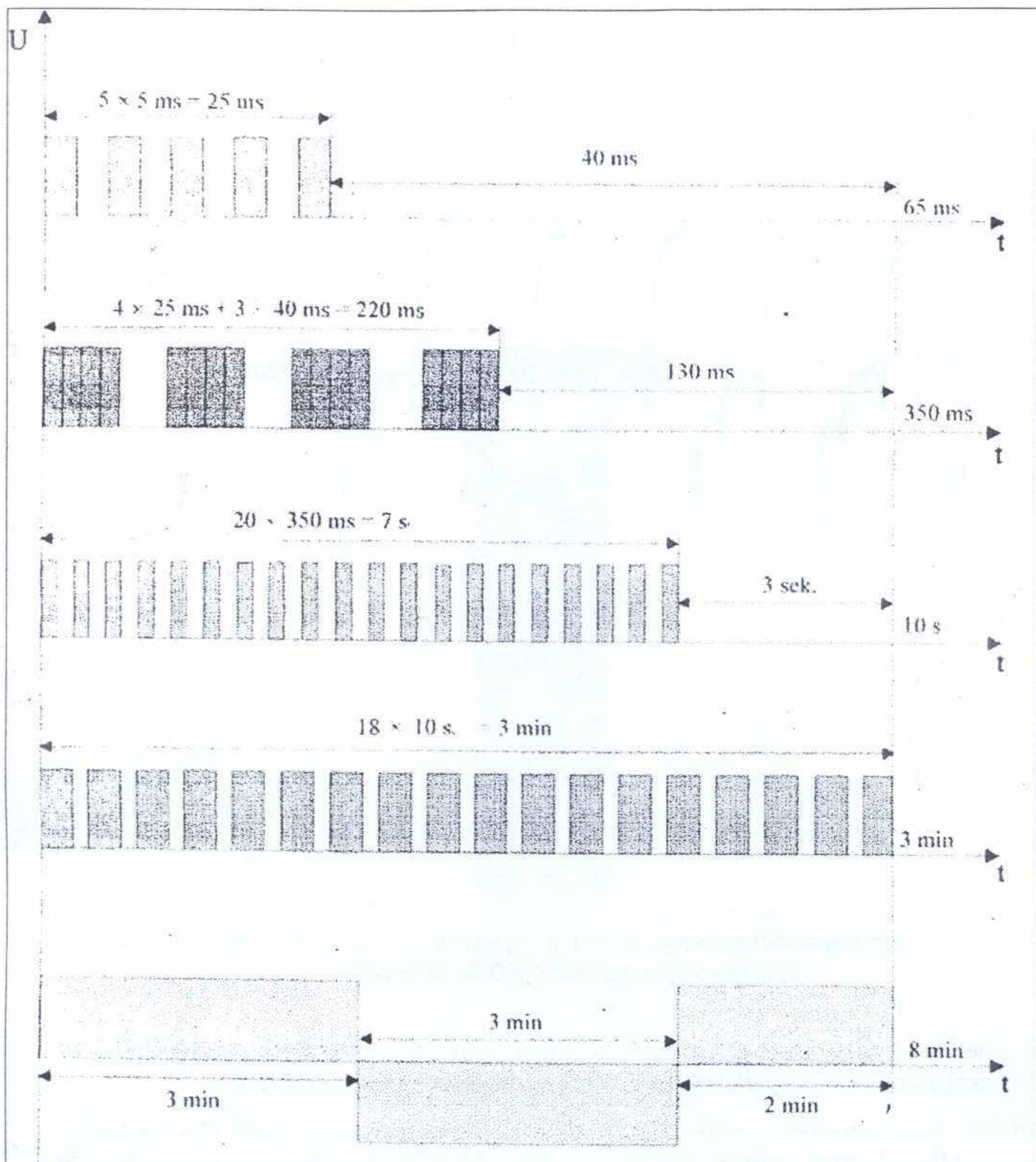


Rys. 8. Charakterystyka podstawowego elementu napięciowego rejestrowanego na zaciskach aplikatora systemu QUANTRONIC MRS-2000

Ponadto, jak widać z pomiarów (ryc. 3), wyniki liczbowe wartości indukcji pola dla ustalonych parametrów wejściowych są funkcją częstości i kształtu impulsu.

Podobne charakterystyki indukcji pola magnetycznego wewnątrz cewek otrzymano dla aparatu FLORA-2, co przedstawiono na rycinach 4 i 5. Zbadano również zależność pola w środku obszaru ograniczonego dwoma cewkami aparatu FLORA-2 w funkcji odległości między nimi (ryc. 6). Zgodnie z przewidywaniami (wzór 3) pole magnetyczne maleje wraz z rozsunieniem od siebie cewek, co jest zależne od wielkości kończyny poddawanej terapii.

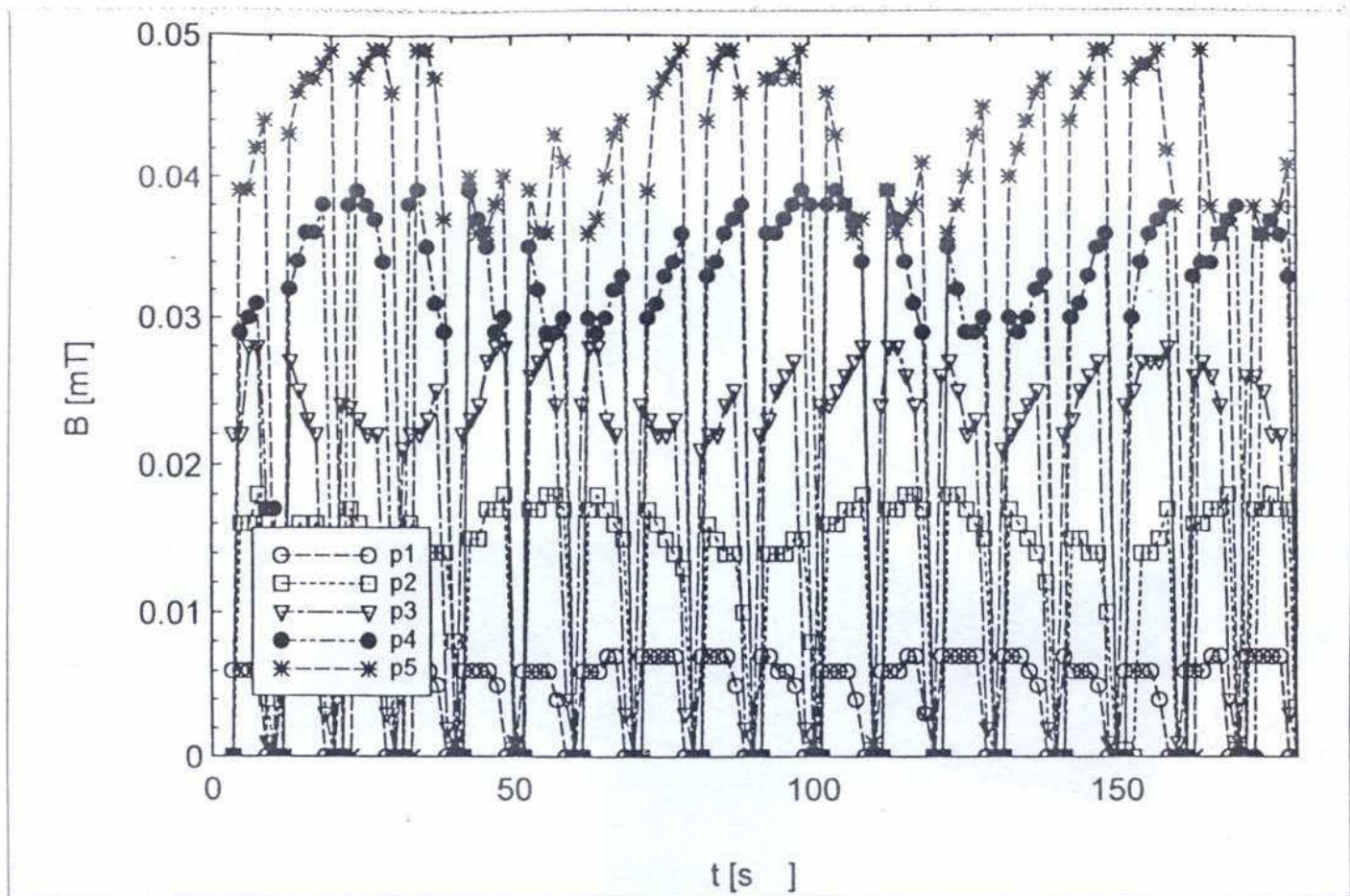
W tabeli zestawiono maksymalne wartości skutecznej wartości indukcji magnetycznej, uzyskane w badanych aparatach, oraz dla porównania (w nawiasach) podano dane deklarowane przez producenta. Widać duże rozbieżności, zwłaszcza dla aparatu FLORA-2 (o rząd wielkości), czego nie można wytłumaczyć eksploatacją. Ponadto, dla tego aparatu obserwowano małą stabilność pola magnetycznego w czasie. Z zestawienia w



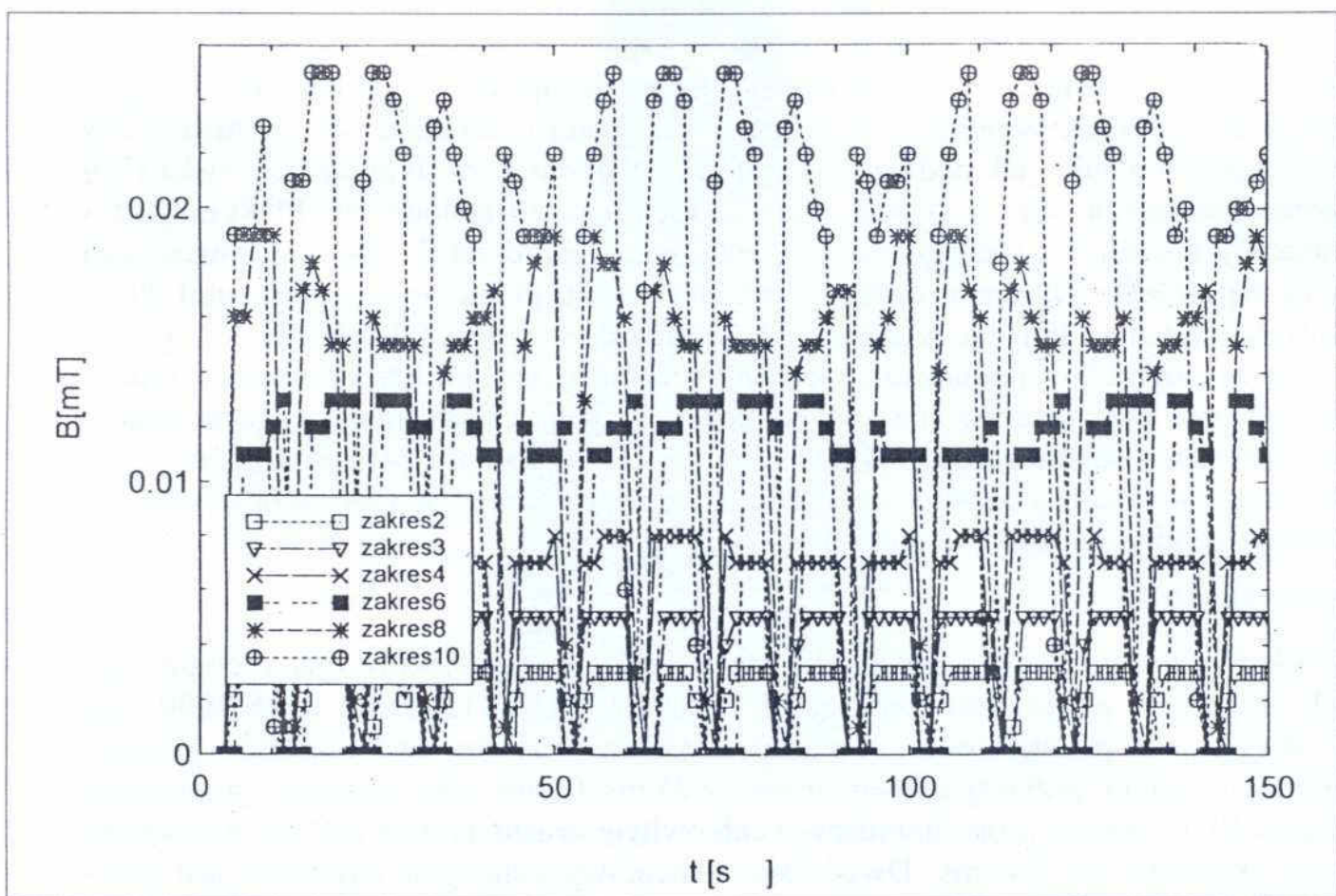
Ryc. 9. Zmiany czasowe napięcia na wejściu cewek aplikatora QUANTRONIC MRS-2000 w trakcie trwania całego zabiegu

tabeli wynika, że najniższe pola magnetyczne generowane są przez QUANTRONIC MRS-2000, ale wynika to z jego przeznaczenia.

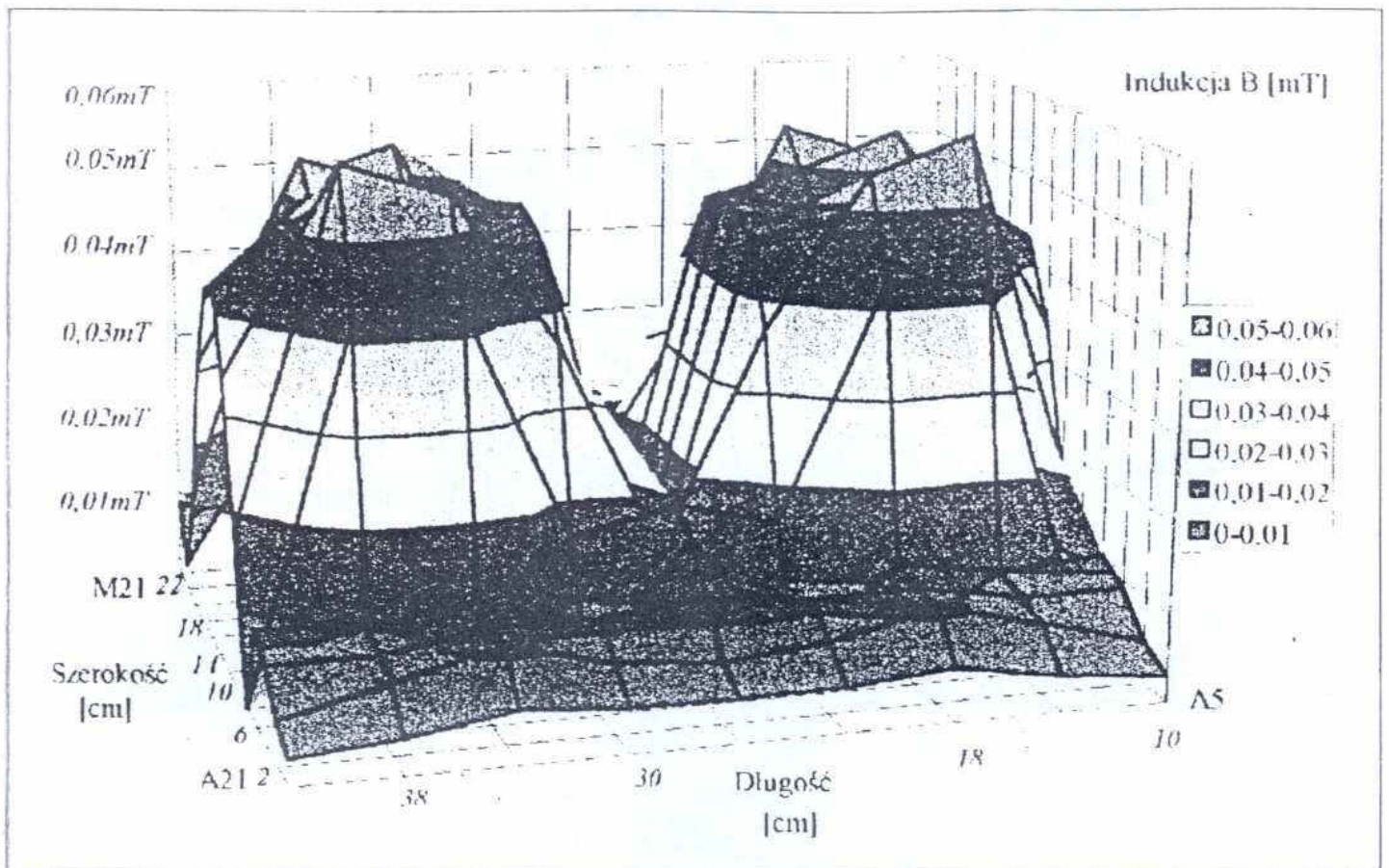
QUANTRONIC MRS-2000 jest bowiem urządzeniem do magnetostymulacji, tzn. urządzeniem generującym pola powodujące w organizmie zmiany identyczne z tymi, które obserwuje się podczas aktywności fizycznej, czyli wspomagające procesy regeneracji [1, 6]. Uważa się, że regeneracja jest ściśle związana z ruchem. To właśnie ruch wpływa ko-



Ryc. 10. Przebiegi czasowe indukcji pola magnetycznego dla różnych punktów leżących na jednej linii na wysokości $h_1 = 5$ cm nad małą matą „B” w tym samym czasie



Ryc. 11. Przebiegi czasowe indukcji pola magnetycznego dla ustalonego punktu nad dużą matą „A” zmierzone dla różnych zakresów systemu QUANTRONIC MRS-2000

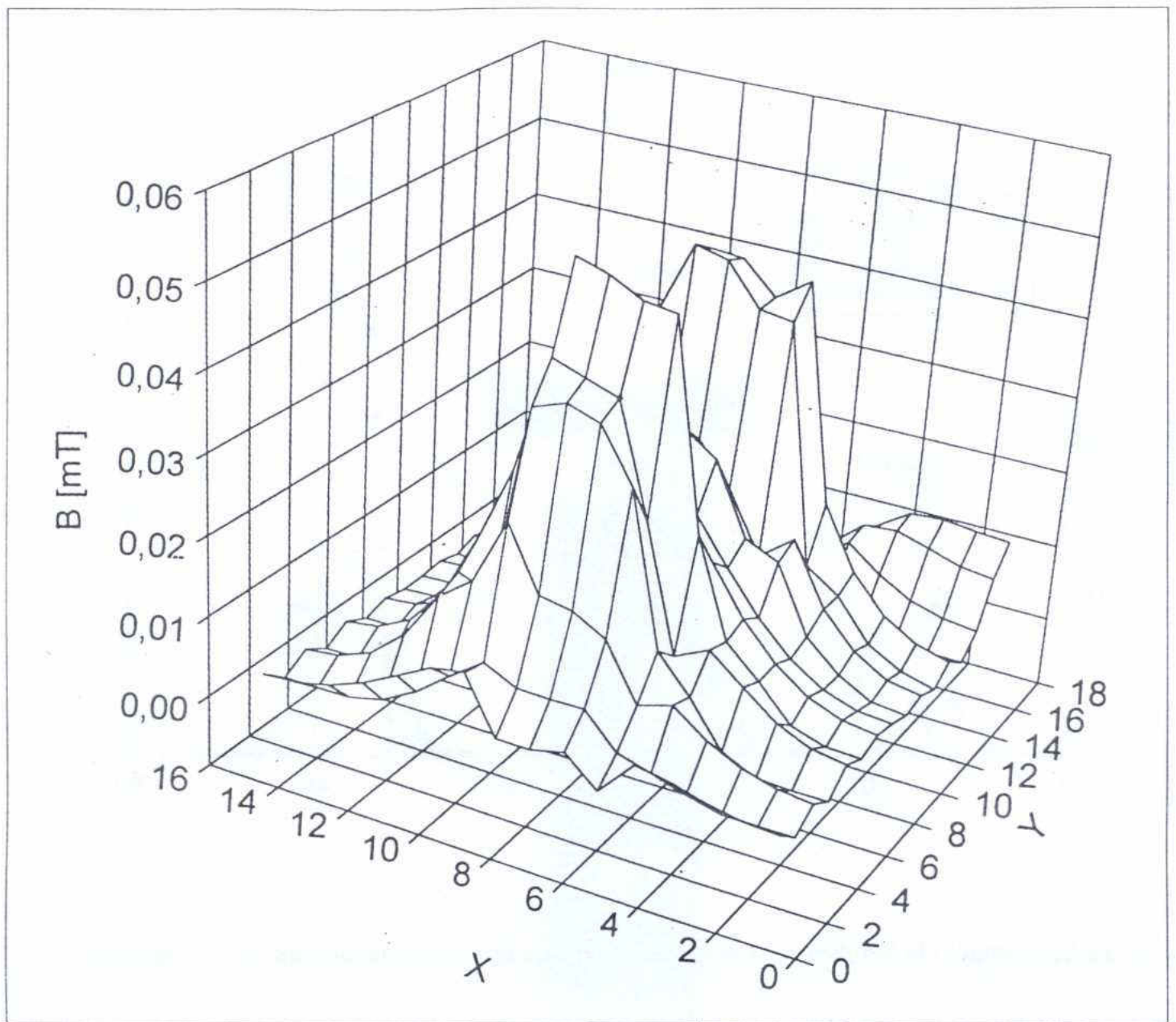


Ryc. 12. Rozkład pola magnetycznego nad powierzchnią małej maty „B”

rzystnie na stan zdrowia człowieka. Podobną rolę przypisuje się zmiennemu polu magnetycznemu. Przykładane zmienne pola magnetyczne potrafi wzbudzać w organizmie siły elektromotoryczne, takie jak pod wpływem ruchów wykonywanych przez człowieka i odpowiednio dobrane, a także korzystnie stymulować procesy fizjologiczne. Efekt magneto-mechaniczny może mieć szczególnie duże znaczenie, jeśli częstość drgań wymuszonych pokrywa się z częstością drgań własnych struktur ustroju [3] (hipoteza Dorfmana). Przeprowadzone badania kliniczne wskazują, że rezonansowy system QUANTRONIC powoduje między innymi [6]: pobudzenie mechanoreceptorów naczyń krwionośnych, zmniejszenie wartości pH, rozszerzenie naczyń krwionośnych, usprawnienie termoregulacji, wzrost ciśnienia parcjalnego tlenu w tkankach, zmiany w polaryzacji błon komórkowych oraz ich mikrowibracje, a także wzrost stężenia wolnego wapnia. W efekcie obserwuje się korzystne wyniki w leczeniu wielu stanów chorobowych.

Kształt impulsów

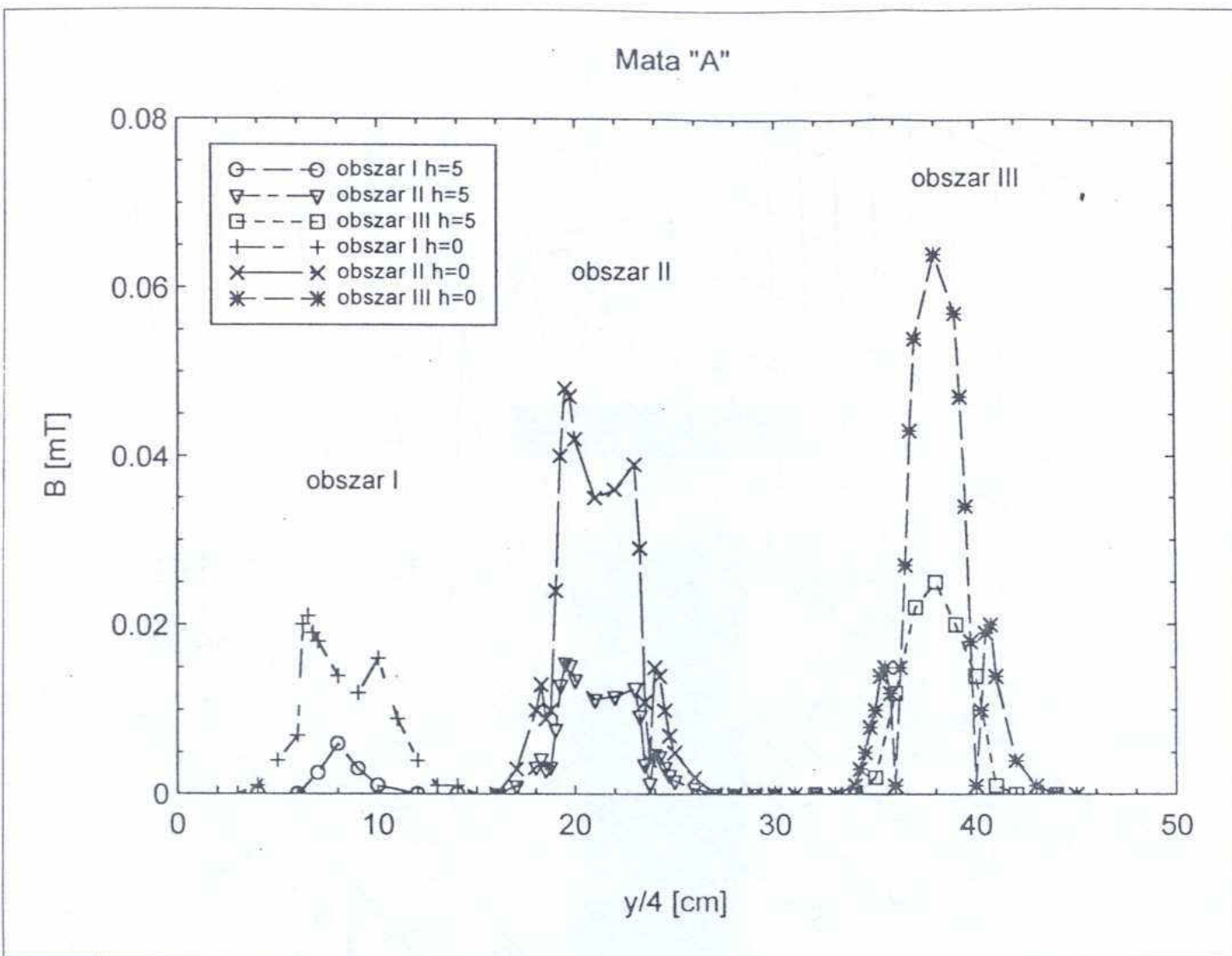
Wieloletnie badania doprowadziły konstruktorów do zaprojektowania nietypowego kształtu impulsów prądowych zasilających aplikator QUANTRONIC MRS-2000. Jak widać na rycinie 7, podstawowym impulsem jest element złożony z 5 impulsów piłokształtnych z 3-krotnym przytrzymaniem, trwający 25 ms. Cztery takie elementy powtarzane w odstępie 40 ms tworzą grupę impulsów o całkowitym czasie trwania 220 ms, która powtarza się okresowo co 130 ms. Dwudziestoelementowy ciąg tych impulsów jest powtarzany 18-krotnie, dając cykl terapeutyczny trwający 3 minuty. W trakcie zabiegu cykl zmienia polaryzację na następne 3 minuty, aby powrócić do pierwotnej polaryzacji na



Ryc. 13. Rozkład pola magnetycznego nad powierzchnią dużej maty w części III

okres 2 minut. Całkowity przebieg czasowy napięcia zarejestrowany na zaciskach cewek aplikatora przedstawiono na rycinie 8.

Następnie spiralnie nawinięte cewki miedziane rozmieszczone symetrycznie parami (3x2 w dużej macie „A” i 1x2 w małej macie „B”) stają się źródłem pola magnetycznego o niekonwencjonalnym charakterze, co zostało zilustrowane na rycinach 9 i 10. Próbkowanie pola odbywało się automatycznie co 0,5 s. Rycina 9 ilustruje przebiegi czasowe dla różnych punktów leżących na jednej prostej w tym samym czasie. Na rycinie 10 przedstawiono czasowe zmiany skutecznej wartości indukcji pola dla wybranego punktu dla różnych zakresów pomiarowych. Wyraźnie widać podwójną modulację drgań o okresie $T_1 = 10$ s i $T_2 = 60$ s. Taki złożony charakter pola magnetycznego ma zapewnić, według konstruktorów, powstawanie efektów rezonansowych w całym organizmie lub wybiórczo w określonej tkance w zależności od potrzeb.

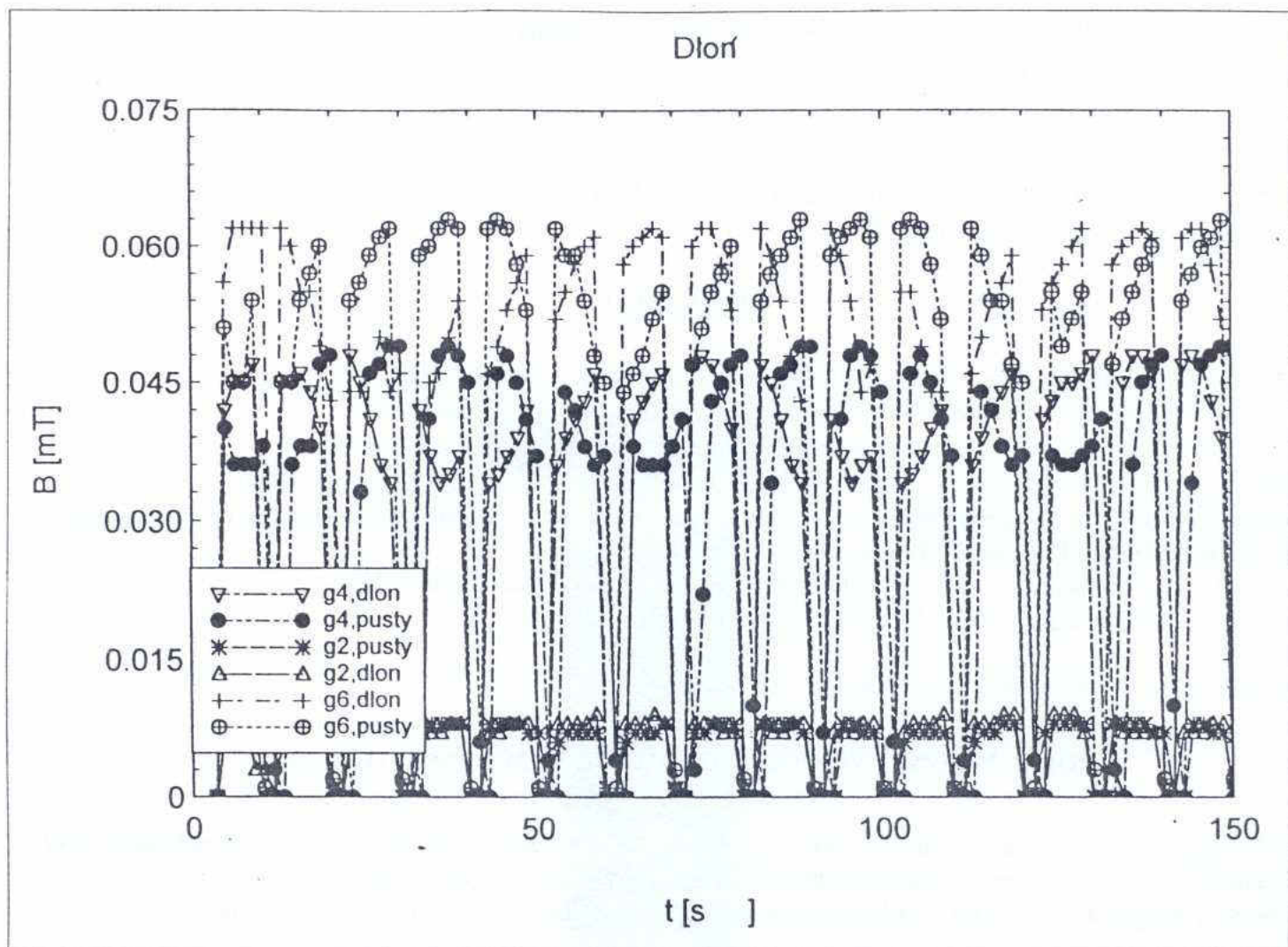


Ryc. 14. Zmiany amplitudy indukcji pola magnetycznego wzdłuż wybranej linii dla dużej maty dla h_0 i h_1

Rozkład przestrzenny pola magnetycznego

Zbadano też przestrzenny rozkład pola magnetycznego generowanego przez aparaturę (ryc. 11-13). W przypadku małej maty „B” występują dwa wyraźne maksima nad środkami cewek spiralnych, szybko zanikające przy krawędziach maty (ryc. 11). Dla dużej maty „A” można określić 3 obszary charakteryzujące się podobnym kształtem pola magnetycznego (ryc.12), ale różniące się zasadniczo amplitudą (ryc. 13). W obszarze I, przewidzianym dla ekspozycji górnych części ciała, głównie głowy, amplituda dla największego zakresu nad powierzchnią maty nie przekracza 0,025 mT, a dla II obszaru przewidzianego na tułów 0,05 mT. Największe wartości indukcji pola magnetycznego osiągane w III obszarze (0,08mT) są zarezerwowane dla kończyn dolnych. Pozytywną cechą aplikatora QUANTRONIC MRS-2000 są niskie pola rozproszone, praktycznie równe zero poza obrębem maty.

Pomiar pola magnetycznego przeprowadzono nad powierzchnią maty dla h_0 , na wysokości $h_1 = 5$ cm i $h_2 = 15$ cm, a więc jakby w obrębie ciała pacjenta, co przedstawiono na rycinach 9-13. Zaobserwowano prawie dwukrotny spadek amplitudy pola dla h_1 w porównaniu z h_0 . Na wysokości h_2 przykładane zmienne pole magnetyczne nie przekraczało wartości 0,03 mT i było na granicy czułości miernika.



Ryc. 15. Badanie zmian indukcji pola magnetycznego po przejściu przez dłoń dla wybranych punktów

Zbadano również amplitudę indukcji przyłożonego pola magnetycznego po przejściu przez rękę oraz łokieć (ryc. 14). Zgodnie z oczekiwaniami nie zauważono istotnych zmian amplitudy.

Podsumowanie

Magnetoterapia jest dziedziną, która szybko rozwija się w ostatnim czasie. Na rynku pojawiają się coraz to nowe aparaty stosowane zarówno w praktyce klinicznej, jak i w prywatnych gabinetach. Konieczne jest więc badanie zjawisk fizycznych odnośnie stosowanych urządzeń oraz dokonywanie analizy efektów terapeutycznych na większą skalę. Sprawdzanie parametrów fizycznych aparatów do magnetoterapii wydaje się nieodzowne w świetle uzyskanych wyników.

QUANTRONIC MRS-2000, w porównaniu z klasycznymi aparatami służącymi do magnetoterapii, generuje znacznie słabsze pola magnetyczne, ale o bardziej złożonym impulsie, gdyż jego głównym zadaniem jest wywoływanie efektów rezonansowych w tkankach organizmu. Interesujące mogłoby być przeprowadzenie badań porównawczych

ze względu na skuteczność efektów terapeutycznych przy stosowaniu klasycznych cewek i QUANTRONIC MRS-2000.

Adres Autorów:

III Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych ŚIAM
41-902 Bytom, ul. Batorego 15

LITERATURA

1. Fischer G.: Grundlagner Quanten-Therapie. Hcataeus Verlagsanstalt 1996.
2. Nałęcz M., Jaworski J.: Miernictwo magnetyczne. WNT, Warszawa 1968.
3. Presman A. S. : Pole elektromagnetyczne a żywa przyroda. PWN, Warszawa 1971.
4. Sieroń A., Cieślak G., Adamek M.: Magnetoterapia i laseroterapia. ŚIAM, Katowice 1994.
5. Sieroń A., Cieślak G., Żmudziński J.: Pięcioletnie doświadczenia w stosowaniu zmiennych pól magnetycznych. Balneologia Polska, 1994, tom XXXVI, zeszyt 2.
6. Warnke U.: Quantronic – system rezonansowy. Wykład – Poczdam/Glindow, 1994.
7. Wójcik J.: Praca dyplomowa . Instytut Fizyki UŚI, Katowice, 1997.

Z. DRZAZGA, A. SIEROŃ, G. LISZKA, J. WÓJCIK

POLA MAGNETYCZNE STOSOWANE W MAGNETOTERAPII

Streszczenie

W pracy przedstawiono wartości indukcji w używanych w terapii wolnozmiennym polem magnetycznym aplikatorach. Przedstawiono również przebiegi indukcji w aplikatorze do magnetostymulacji. Zwrócono uwagę na różnicę między wartościami indukcji podanymi przez producenta a rzeczywistymi wartościami indukcji.

Z. DRZAZGA, A. SIEROŃ, G. LISZKA, J. WÓJCIK

MAGNETIC FIELDS USED IN MAGNETOTHERAPY

Summary

The report presents the magnetic induction in some of the ELF-MF devices. The authors present also the courses of magnetic induction in magnetostimulation devices. The difference between the values of magnetic induction presented by the producers and the measured values is expressed.

Spis treści

REHABILITACJA CHOROÓB UKŁADU KRĄŻENIA

Stanisław Rudnicki	
Rola i miejsce rehabilitacji wybranych chorób układu krążenia w warunkach uzdrowiskowych	7
Piotr Dylewicz	
Miejsce farmakoterapii w rehabilitacji i wtórnej prewencji po zawale serca	17
Włodzisław Kuliński	
Prewencja choroby wieńcowej w praktyce klinicznej	21
Aleksander Sieroń	
Leczenie i rehabilitacja chorób układu krążenia w warunkach wybranych oddziałów chorób wewnętrznych	28
Stanisław Rudnicki, Leszek Wojtulewicz, Grażyna Sass	
Rehabilitacja uzdrowiskowa pacjentów po zawale serca	31
Michał Szygula, Aleksander Sieroń, Andrzej Ślęzak, Janina Mrowiec	
Częstość występowania wybranych czynników ryzyka choroby wieńcowej wśród pacjentów hospitalizowanych z powodu zawału mięśnia sercowego w III Katedrze i Klinice Chorób Wewnętrznych Śląskiej Akademii Medycznej	37
Jadwiga Wolszakiewicz, Witold Pikto-Pietkiewicz, Stanisław Rudnicki, Leszek Wojtulewicz, Dariusz Nowicki, Beata Radomska	
Rola echokardiografii wysiłkowej w ocenie rehabilitacji II etapu	44
Elżbieta Tylka, Jadwiga Wolszakiewicz, Dariusz Nowicki, Beata Radomska, Stanisław Rudnicki	
Ocena czynników somatycznych i psychicznych u mężczyzn w rok po przebytych zawale serca	49
Barbara Olszewska, Mirosław Garlicki, Antoni Dziatkowiak	
Nadciśnienie tętnicze podczas rehabilitacji pacjentów po przeszczepie serca	55
Zbigniew Łątkowski	
Psychologiczne aspekty rehabilitacji kardiologicznej	64
Barbara Wolniczek, Jerzy Rybicki, Ewelina Kosiewicz-Nosowicz, Krystian Oleszczyk	
Sposoby radzenia sobie ze stresem jako jednym z głównych czynników ryzyka zawału	73
FIZYKOTERAPIA	
Zofia Drzazga, Aleksander Sieroń, Grzegorz Liszka, Joanna Wójcik	
Pola magnetyczne stosowane w magnetoterapii	79
Wojciech Paweł Kasprzak, Paweł Dominik Kasprzak, Agata Mańkowska	
Pulsujące pole magnetyczne a ciśnienie tętnicze u normotrofików i w chorobie nadciśnieniowej	95
Anna Jurowska, Wiesław Chudzik, Lech Trochimiak, Beata Kaczorowska, Jan Czernicki	
Fizykalne metody leczenia zaburzeń krążenia w układzie kręgowo-podstawnym – ocena wpływu pola magnetycznego na niektóre parametry przepływu krwi (doniesienie wstępne)	101
Lech Trochimiak, Jan Czernicki, Marta Woldańska-Okońska, Anna Jurowska, Andrzej Żytkowski	
Pole magnetyczne w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa	107
Marta Woldańska-Okońska, Jan Czernicki	
Pole magnetyczne w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa	112
Andrzej Misztela, Włodzisław Kuliński, Ireneusz Kantor, Robert Szamborski*	
Zastosowanie zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości w terapii zapaleń zatok przynosowych	118
Aleksander Sieroń, Grzegorz Cieślak, Marcin Kamiński, Maria Teister, Anna Laitl-Kobierska, Piotr Konieczny	
Oddziaływanie zmiennego pola magnetycznego na aktywność wybranych enzymów błonowych i mitochondrialnych w hepatocytach u szczurów	124
Remigiusz Sedlaczek, Grzegorz Żydowicz, Zenon P. Czuba, Wojciech Król, Henryk Brylka, Grzegorz Cieślak, Wioletta Filipczyk-Sedlaczek	
Pole elektromagnetyczne jako czynnik wpływający na przeżywalność myszy z wysiękowym rakiem Ehrlicha	131

POLSKIE TOWARZYSTWO
BALNEOLOGII, BIOKLIMATOLOGII
I MEDYCYNY FIZYKALNEJ

Ciechocinek



BALNEOLOGIA
POLSKA

TOM
XXXIX
z. 3-4