

**Anna PŁAWIAK-MOWNA, Kamil MIELCAREK**

UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI, INSTYTUT INFORMATYKI I ELEKTRONIKI,  
ul. Licealna 9, 65-417 Zielona Góra

## Dostosowanie funkcjonalności systemu edukacji w zakresie kardiointeraktywacji do potrzeb osób z dysfunkcjami

Dr inż. Anna PŁAWIAK-MOWNA

Autorka pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Informatyki i Elektroniki na Uniwersytecie Zielonogórskim. W 2005 roku otrzymała tytuł doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika (Instytut Elektrotechniki w Warszawie). Wraz z zespołem lekarzy elektrofizjologów oraz naukowcami zajmującymi się elektromagnetyzmem, prowadzi badania elektromagnetycznych implantów kardiologicznych ekspozowanych na sztucznie generowane pole elektromagnetyczne.



e-mail: A.Mowna@iie.uz.zgora.pl

Dr inż. Kamil MIELCAREK

Absolwent i pracownik (obecnie adiunkt) Instytutu Informatyki i Elektroniki Uniwersytetu Zielonogórskiego. Zajmuje się zastosowaniem grafów doskonałych w procesach automatycznej syntezy i optymalizacji układów cyfrowych. Serwerowymi systemami sieciowymi opartymi o system OpenBSD, bezpieczeństwem, oprogramowaniem oraz rozwiązaniami sieciowymi. Prowadzi prace związane z technologiami budowy stron www.



e-mail: K.Mielcarek@iie.uz.zgora.pl

### Streszczenie

W artykule została przedstawiona problematyka zdalnej edukacji pacjentów wspomaganych kardiointeraktywacjami. Ten rodzaj edukacji pozwala na efektywne kształcenie społeczeństwa z ominięciem barier społecznych, geograficznych i organizacyjnych. Przedstawiono możliwości praktycznego zwiększenia dostępności systemu przez wspomaganie obsługi aplikacji od strony użytkownika specjalizowanymi urządzeniami wejścia-wyjścia oraz właściwe zaprojektowanie szaty graficznej, co pozwala na włączenie w edukację pacjentów z różnego rodzaju dysfunkcjami (np. osoby niedowidzące, ze schorzeniami narządów ruchu).

**Słowa kluczowe:** podnoszenie świadomości pacjentów, elektroniczne implanty kardiologiczne, specjalistyczny sprzęt, urządzenia I/O.

### Adaptation of functionality of education system in the field of electronic cardiac implants for people with disabilities

#### Abstract

The paper presents problems of distance and remote education of physically handicapped cardiac implant patients. According to the data available on the website of the National Consultant in the field of cardiology [5], the annual number of cardiac rhythm device implanted in Poland is on the increase. The data of the Government Plenipotentiary for Physically Handicapped People [10] shows that in 2002 the number of people with disabilities in general was close to 5.5 million. The designed website ePacemaker [11] is dedicated for use by cardiac implant patients and their families, physicians (cardiac electrophysiologist). By using new technology it is possible to exchange expert information and realize remote physically handicapped patient education. The scopes of ePacemakers are (Fig. 1): (1) to educate for better understanding of EMF-cardiac implant device interaction (cardiac implant wearers, their families and physician), (2) to collect data from questionnaires (volunteers interview for examination of pacemaker implanted in the human body, volunteers interview for other study related to EMI in daily lives, and so on.), (3) to educate medical staff, (4) to cooperate in scientific research. Application of special equipment (e.g. IntelliKeys, Maltron, IntegraMouse or BlinkIt) and special website design for the handicapped persons expanding a group of portal ePacemaker users are presented in Subsection 2.3 (Figs. 2-6) and Subsection 2.4, respectively. The presented service will be installed and tested at one of implantation centers.

**Keywords:** remote/distance education, cardiac medical electronic implants, specialized equipment, I/O device.

## 1. Wprowadzenie

Rośnie liczba pacjentów wspomaganych elektroniczną aparaturą medyczną (implantami kardiologicznymi). Szacuje się, że w Polsce żyje ponad 300 000 osób z implantowanymi stymulatorami serca. Według danych udostępnionych na stronie internetowej Krajowego Konsultanta w dziedzinie kardiologii [5], w 2006 roku łącznie procedurze wszczęcia stymulatora serca poddano

19430 pacjentów, 1503 osoby wyposażono we wszczepialne kardiowertery-defibrylatory. Nastąpił rozwój elektroterapii i utrzymuje się tendencja wzrostowa procedur implantacji medycznych urządzeń kardiologicznych.

Z danych Pełnomocnika Rządu ds. Osób Niepełnosprawnych [10] wynika, że w 2002 roku liczba osób niepełnosprawnych ogółem wynosiła blisko 5,5 miliona (co stanowi 14% ogółu społeczeństwa). Najczęstszą przyczyną niepełnosprawności stanowią schorzenia układu krążenia, narządów ruchu oraz schorzenia neurologiczne. Relatywnie niższy jest udział procentowy osób z uszkodzeniami narządu wzroku i słuchu. Pacjenci przed procedurą wszczęcia stymulatora serca, jak i osoby, po implantacji poszukują podstawowych informacji związanych z użytkowaniem tych urządzeń, wskazaniemi dotyczącymi ich bezpiecznego użytkowania oraz informacji związanych z procedurą implantacji, czy też funkcjonalnością implantów. Informacji poszukują również rodziny pacjentów-nosicieli implantów kardiologicznych. Projektowany serwis internetowy ePacemaker [11] dedykowany do użytkowania przez pacjentów nosicieli implantów oraz ich rodziny, jak i samych lekarzy elektrofizjologów – będzie umożliwiał weryfikację i dobór szczegółowości informacji przeznaczonych dla poszczególnych grup odbiorców. W artykule przedstawiono i zweryfikowano praktyczne zastosowywanie specjalizowanych urządzeń wejścia-wyjścia do rozszerzenia funkcjonalności systemu interaktywnej edukacji pacjentów wspomaganych implantami kardiologicznymi, nie pominięto problematyki właściwego podejścia do projektowania szaty graficznej systemu. Co siódmy Polak to osoba niepełnosprawna, część pacjentów, bądź ich rodzin boryka się z różnego rodzaju dysfunkcjami. Wykorzystanie specjalizowanych urządzeń wejścia-wyjścia, pozwoli na zwiększenie grona użytkowników systemu zdalnej edukacji. Pod uwagę wzięto zastosowanie urządzeń wejścia-wyjścia dedykowane dla osób niepełnosprawnych ruchowo i z uszkodzeniami narządu wzroku. Projektowany system zostanie pilotażowo wdrożony w jednym z ośrodków wszczęcia rozruszników serca. Na chwilę obecną rozwijana jest wersja prototypowa systemu.

## 2. Edukacja pacjentów wyposażonych w kardiointeraktywację

Dzięki wykorzystaniu nowych technologii możliwa jest wymiana specjalistycznych informacji, w tym zdalnej edukacji pacjentów. Kształcenie „na odległość” wspomaga wykształcenie świadomości pacjentów w związku ze skutkami ich ekspozycji na oddziaływanie pola elektromagnetycznego. Istotne jest tutaj upowszechnienie rzetelnej wiedzy związanej nie tylko z profilaktyką i sposobami leczenia schorzeń układu bódźcôtworczo – przewodzącego serca oraz informacji związanymi z zaleceniami dotyczącymi prowadzenia trybu życia np. po zabiegu implantacji, ale również z zakresu natury pola elektromagnetycznego, obowiązku-

jących norm ekspozycji, czy wyników badań naukowych w tym obszarze.

Zdalna edukacja jest również efektywną formą kształcenia dla środowiska medycznego, szczególnie w obszarach leżących na styku nauk medycznych i techniki. Ponadto, będzie miała zastosowanie dla pacjentów, środowiska medycznego i technicznego w aspekcie edukacji związanej z naborem i przygotowaniem do badań wpływu PEM na funkcjonowanie kardioimplantów. Badań, które realizowane są z udziałem pacjentów. Wprowadzona w systemie możliwość weryfikacji wiadomości (testy) dedykowana jest w szczególności procedurze kwalifikacji i naboru do udziału w badaniach z udziałem pacjentów.

Przy formułowaniu wstępnych założeń dotyczących projektu zdalnej edukacji pacjentów (i ich rodzin) w aspekcie oddziaływania pola elektromagnetycznego na elektromedyczne implanty kardiologiczne wykorzystano doświadczenia uzyskane przez Autorkę przy bezpośredniej współpracy z pacjentami wyposażonymi w rozruszniki serca [4, 6] oraz przy współpracy ze środowiskiem medycznym (m.in. lekarze elektrofizjology ze Szpitala Klinicznego Akademii Medycznej w Warszawie przy ul. Banacha).

## 2.1. Zdalna edukacja pacjentów – system ePacemaker

Rozwijające się gwałtownie sieci komputerowe i dostęp do systemów informacyjnych, poprzez globalną sieć Internet, daje możliwość dotarcia do wielu osób, które do tej pory były pozbawione dostępu do dotyczących ich informacji. Zarówno komputery jak i systemy mobilne - zdolne do przedstawiania treści stron WWW - pozwalają nie tylko na dotarcie do szerszego grona osób, ale także na dotarcie do osób z różnego rodzaju dysfunkcjami, umożliwiając czynny udział w wymianie informacji oraz na kontakt z ekspertami (niezależnie od lokalizacji, sprzętu czy strefy czasowej).

Omawiany (projektowany) serwis internetowy dedykowany będzie do użytkowania przez pacjentów nosicieli implantów kardiologicznych oraz ich rodziny, jak i samych lekarzy elektrofizjologów. Będzie umożliwiał weryfikację i dobór szczegółowości informacji przeznaczonych dla poszczególnych grup odbiorców (rys. 1).

Podstawowe założenia omawianego systemu [11]:

### 1. edukacja (e-learning):

- pacjentów nosicieli-stymulatorów serca i ich rodzin;
- dla lepszego zrozumienia interakcji implantu eksponowanego na oddziaływanie pola elektromagnetycznego; dostarczanie informacji o zaburzeniach pracy implantu eksponowanego na działanie pola EM;
- kontrolowanie poziomu wiedzy pacjentów i ich rodzin;

2. przeprowadzanie ankiet i analiza danych (np. ankietyzacja pacjentów wolontariuszy biorących udział w badaniach dotycząca wiedzy na temat interakcji pola elektromagnetycznego i elektromedycznych implantów kardiologicznych w codziennym życiu, itp.);

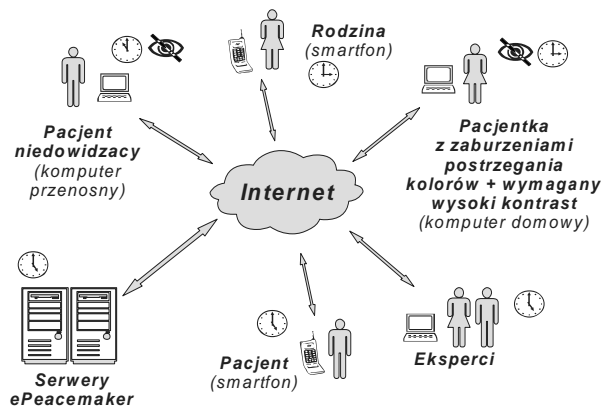
3. edukacja (e-learning) środowiska medycznego;

4. współpraca w badaniach naukowych.

Materiały informacyjne, zamieszczone w serwisie, mogą być wykorzystywane przez środowisko medyczne do zaprezentowania pacjentom problemu ekspozycji pacjentów na oddziaływanie pola elektromagnetycznego w sposób dostosowany do poziomu wiedzy pacjentów (poprzedzone badaniem ankietowym).

Przeglądanie serwisu będzie możliwe przez osoby, które są zainteresowane tematyką portalu. Jednak docelowo materiały głównie są udostępnione dla pacjentów danego ośrodka(ów) implanta-

cyjnego(ych) (osoby postronne będą miały limitowany dostęp do informacji zawartych w serwisie).



Rys. 1. Model komunikacji w systemie ePacemaker  
Fig. 1. Model of ePacemaker user communication

Istotnym aspektem serwisu jest kompleksowa obsługa generowanych kursów przez ekspertów - lekarzy elektrofizjologów/kardiologów, czy też osób przez nich delegowanych. To te osoby decydują o tym, jakie treści materiałów mają się znaleźć na stronie WWW i dla jakiej grupy osób (w tym pacjentów) będą one udostępnione. Lekarze, opiekunowie pacjentów mają możliwość wglądu i weryfikacji m.in. tematów i liczby lekcji, z którymi zapoznał się pacjent oraz kontroli nad poziomem przyswojonej wiedzy z udostępnionych materiałów edukacyjnych na podstawie wyników rozwiązanych testów kontrolnych. Lekarz, który posiada odpowiednie uprawnienia dysponuje możliwością zarządzania kontami swoich pacjentów.

## 2.2. Założenia sprzętowe i programowe portalu ePacemaker

System portalu ePacemaker w założeniu powinien być systemem elastycznym, nie wymagającym wielkich nakładów tak na sprzęt, administrację oraz koszty. Realizacja zakłada wykorzystanie języków HTML, CSS jako nośników danych i części wizualnej, języka PHP (zalecana wersja 5.1 lub wyższa) do opisanego mechanizmów portalu. Jako nośnik informacji wykorzystana zostanie powszechnie dostępna baza MySQL (zalecana wersja powyżej 4.1 z uwagi na zmienioną w stosunku do wersji poprzednich obsługę kodowania znaków). Zestaw ten pozwoli bez problemów uruchomić portal zarówno na komercyjnie dostępnych serwerach (kolokacja serwerów czy serwery dedykowane w ramach pracy w „chmurze”) jak i na niedrogich, lokalnych serwerach klasy PC z darmowym oprogramowaniem (system klasy unix, serwer WWW apache).

Projekt portalu powinien oddzielać część merytoryczną od części związanej z mechanizmami i wyglądem stron. Tego rodzaju rozdzielanie pozwoli na łatwą publikację i wymianę danych (na zasadach systemów CMS - ang. Content Management System). Dostosowanie i zmianę kolorystyki oraz rozmiarów elementów portalu poprzez odpowiednie wersje arkuszy stylu (ang. Cascade Style Sheet) oraz ich dynamiczną podmianę np. poprzez osadzone skrypty JavaScript.

Elastyczny pod tym kątem projekt pozwoli na dostosowanie jego wyglądu do różnych wielkości ekranów (komputery stacjonarne, mobilne czy np. smartfony) i w każdym z przypadków dostosować do potrzeb poszczególnych dysfunkcji. Z uwagi na rodzaj urządzeń periferyjnych w znaczącej ilości przypadków nie będzie potrzebna innego dostosowywania portalu. Jest to spowodowane używaniem typowych złączy klawiatury czy urządzeń wskaźnikowych (np. trackball czy mysz).

W przypadku innych urządzeń może wystąpić potrzeba znalezienia sterownika albo oprogramowania dodatkowego. W takim przypadku może się zawęzić docelowa ilość platform sprzętowych jednak w dostępnej platformie powinna pozostać możliwość używania/dostosowania portalu.

Do elementów zależnych od interfejsu graficznego projektowanego systemu ePeacemaker będą należały kolorystyka, rozmiar i położenie opisane w arkuszach CSS. Dodatkowo portal powinien być w pełni skalowalny w osi poziomej, wypełniając 100% szerokości ekranu. Bloki tematyczne powinny pozwalać na załamanie z prawej strony, pozwalając łatwo uzyskać wygląd dostosowany do urządzeń przenośnych. W miarę możliwości należy unikać dużych elementów grafiki rastrowej.

Zastosowanie urządzeń specjalistycznych pozwoli na zwiększenie dostępności portalu, przy rozsądnie niewielkiej skali ingerencji w portal. Z uwagi na specyfikę urządzeń, które w większości starają się zastępować tradycyjne urządzenia wejściowe jak klawiatura czy mysz, zmiany będą wprowadzane poprzez modyfikacje wyglądu portalu (arkusze CSS). Kluczem będzie właściwie przemyślana konstrukcja szablonu generowanego portalu.

Zastosowanie najpopularniejszych systemów dostępnych na rynku (Windows, Unix) powoduje, że dostosowanie systemu operacyjnego użytkownika (w odróżnieniu od systemu ePeacemaker) w dużej mierze jest wbudowane i pozwala na dostosowanie samego systemu operacyjnego pod kątem dysfunkcji użytkownika.

### 2.3. Obsługa portalu ePacemaker przez osoby z dysfunkcjami narządu wzroku

Zadanie dostosowania serwisu internetowego ePacemaker do wymagań osób z dysfunkcjami narządu wzroku należy podzielić w zależności od wielkości dysfunkcji. W pierwszej kolejności portal będzie dostosowany do osób słabo widzących oraz niedowidzących, wrażliwych na kolorystykę czy kontrast. Etapem kolejnym może być dostosowanie pod kątem stosowania urządzeń dla osób niewidomych (np. syntezatorów mowy).

W przypadku osób słabo- oraz niedowidzących dostosowanie przebiegać będzie poprzez odpowiednie zaprojektowanie mechanizmów portalu. Oddzielenie warstwy merytorycznej i wizualnej od mechanizmów samego portalu pozwala opracować różne wersje szat graficznych oraz wprowadzenie możliwości ich dynamicznej zmiany podczas przeglądania portalu. Możliwość wyboru wersji szaty graficznej przy rozpoczęciu pracy z portalem, pozwoli osobom z dysfunkcjami narządu wzroku bezproblemowo dostosować szatę graficzną portalu. Opracowanie zestawów graficznych należy przeprowadzić w oparciu o badania i testy oraz konsultować ze specjalistami oraz z samymi zainteresowanymi, osobami z dysfunkcjami narządu wzroku.

Realizacja zmian kolorystyki, kontrastu czy rozmiarów będzie możliwa poprzez dostosowanie różnych wersji arkuszy CSS (ang. Cascade Style Sheet) wczytywanych zgodnie z wyborem pacjenta.

Dla osób niewidomych można zastosować klawiaturę opartą o bezprzewodową łączność bluetooth o nazwie BraillePen [1], która umożliwi niewidomym dostęp do masowo produkowanych komputerów kieszonkowych (np. palmtop, Pocket PC). Konstrukcja zapewnia niespotykane dotąd możliwości. Oprogramowanie w komputerze kieszonkowym „odczytuje” zgromadzone dane za pomocą mowy syntetycznej. Klawiatura może się łączyć z wieloma innymi urządzeniami dostępnymi teraz i w przyszłości na rynku.

### 2.4. Obsługa portalu ePacemaker przez osoby z dysfunkcjami narządów ruchu

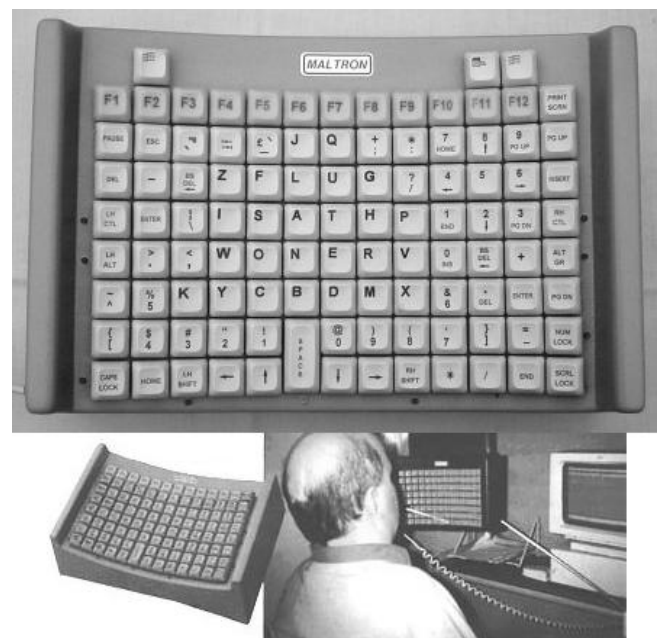
Klawiatura IntelliKeys posiada wiele wbudowanych funkcji ułatwiających używanie jej przez osoby z dysfunkcjami (w szczególności z czterokończynowym porażeniem mózgowym), np.

regulowany czas reakcji i trwałe klawisze, umożliwiające naciskanie kombinacji klawiszy sekwencyjnie. IntelliKeys (rys. 2) posiada w komplecie sześć standardowych nakładek zaprojektowanych tak, żeby jak najszerzej grupie niesprawnych osób pomóc w używaniu komputera.



Rys. 2. Klawiatura specjalna IntelliKeys [3]  
Fig. 2. Special IntelliKeys Keyboard [3]

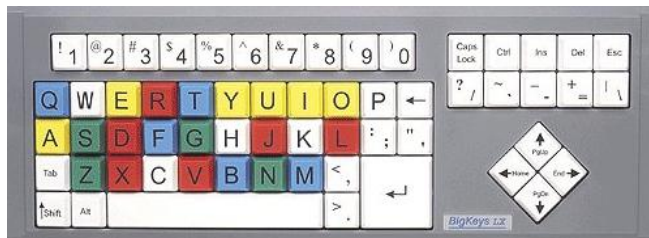
Do sterowania komputerem przy użyciu głowy lub ust nadaje się np. klawiatura Matron (rys. 3). Kształt i układ oraz możliwość zamocowania tej klawiatury na statywie powoduje, że stanowi najwygodniejsze narzędzie dla osób posługujących się wskaźnikiem do pisania.



Rys. 3. Klawiatura Maltron obsługiwana z użyciem głowy lub ust [9]  
Fig. 3. Maltron keyboard operated with the head or mouth [9]

W innych sytuacjach można stosować np. klawiatury z rodziny Big Keys (rys. 4). W tych klawiaturach klawisze są cztery razy większe niż na standardowej klawiaturze, a napisy dziesięć razy większe, mimo to Big Keys zajmuje taką samą powierzchnię

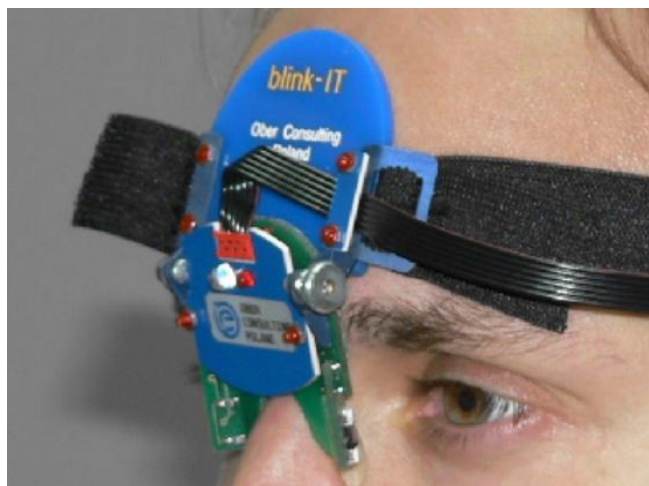
roboczą. Duże klawisze (2.54 cm) oraz kontrastowe znaki na białym lub kolorowym tle sprawiają, że mogą być one szczególnie pomocna dla osób słabowidzących czy też dla osób mających problemy z obsługą tradycyjnej klawiatury ze względu na niedowład czy porażenia.



Rys. 4. Klawiatura specjalna BigKeys [2]  
Fig. 4. Special BigKeys Keyboard [2]

Osoby, które nie mają możliwości obsługi komputera rękami można wyposażyć w dostępne na rynku urządzenia umożliwiające sterowanie komputerem oraz komunikację alternatywną osób niepełnosprawnych, które zachowały możliwość kontroli ruchów powiek.

Przykładem może być system BlinkIt (rys. 5), w którym czujnik optoelektroniczny obserwuje ruch powiek oświetlonych w podczerwieni i zamienia go na sygnał przekazywany do komputera.



Rys. 5. Sterowanie komputerem z systemem BlinkIt [8]  
Fig. 5. System BlinkIt computer control



Rys. 6. System sterowania ustami Integra Mouse [7]  
Fig. 6. Integra Mouse control system operated with mouth [7]

Stosując specjalizowane produkty dostęp do systemu można zapewnić osobom obsługującym komputer używając wyłącznie ust. System Integra Mouse (rys. 6) został stworzony dla osób z cztero kończynowym porażeniem, cierpiących na postępujący zanik mięśni, po amputacjach kończyn oraz sparaliżowanych, również po urazach kręgosłupa.

System Integra Mouse nie wymaga oprogramowania oraz dodatkowego zasilania z zewnątrz. Wielką zaletą jest to, że żadna część nie jest mocowana do ciała użytkownika, co zapewnia pełną swobodę i niezależność.

### 3. Podsumowanie

Różne zapotrzebowanie społeczne usługi zdalnej edukacji pacjentów. Przy czym istotne jest, aby materiały były dostosowane do potrzeb i możliwości pacjenta. Ważnym elementem projektowanego systemu jest wskazanie praktycznego zastosowania specjalizowanych urządzeń wejścia/wyjścia (np. IntelliKeys, Maltron, IntegraMouse czy BlinkIt) i rozszerzenia dostępności systemu o grupę osób z różnego rodzaju dysfunkcjami narządów ruchu i narządu wzroku. Serwis ePacemaker będzie pilotażowo wdrożony i testowany przy jednym z ośrodków implantacyjnych.

### 4. Literatura

- [1] BraillePen, <http://www.braillepen.com/index.html>, dostęp: styczeń 2011.
- [2] Greystone Digital Inc, BigKeys Keyboard, <http://www.bigkeys.com/productcart/pc/viewCategories.asp?idCategory=2>, dostęp: styczeń 2011.
- [3] IntelliTools, Inc., <http://www.intellitools.com/>, dostęp: styczeń 2011.
- [4] Koźluk E., Piątkowska A., Kiliszek M., Pławiak-Mowna A., Kubacki R., Zawadzka-Byśko M., Łodziński P., Pieniak M., Krawczyk A., Opolski G.: Wpływ pola elektromagnetycznego stacji bazowych telefonii komórkowej na układ stymulujący serce, *Folia Cardiologica Excerpta* - 2007, T. 2, supl. C, s. 111.
- [5] Krajowy Konsultant w dziedzinie kardiologii – internetowa strona informacyjna, <http://www2.wum.edu.pl/kkk/>, ostatni dostęp: styczeń 2011.
- [6] Krawczyk A., Pławiak-Mowna A., Koźluk E.: Czy telefony komórkowe zakłócają pracę kardioimplantów? , *Bezpieczeństwo Pracy* - 2006, nr 12, s. 16--19.
- [7] Life Tool, Computer Aide Communication, [http://www.lifetool.at/show\\_content.php?sid=218](http://www.lifetool.at/show_content.php?sid=218), dostęp: styczeń 2010.
- [8] Ober Consulting sp z o.o., <http://www.ober-consulting.com/info/Blink-It%20leaflet.pdf>, dostęp: styczeń 2011.
- [9] PCD Matron Ltd, <http://maltron.com>, dostęp: styczeń 2011.
- [10] Pełnomocnik Rządu ds. Osób Niepełnosprawnych, strona internetowa - <http://www.niepełnosprawni.gov.pl/niepełnosprawnosci-w-liczbach/>, ostatni dostęp: styczeń 2011.
- [11] Pławiak-Mowna A., Krawczyk A., The electromagnetic awareness and education of cardiac pacemaker patients, *Przegląd Elektrotechniczny*, 2009, nr 12, s. 131—133.

otrzymano / received: 18.10.2011

przyjęto do druku / accepted: 01.12.2011

artykuł recenzowany / revised paper