

## Elektromagnetyzm w polityce ochrony zdrowia osób starszych

**Abstract.** Aging of the population has direct influence on implementation of healthcare policies, especially concerning older people. The development of healthcare services is an important issue when we consider progressive extend of life expectancy and development of technological solutions available. It results in growing use of software and hardware solutions in the prevention of falls of older people. The paper presents a brief overview of technology solutions for prevention of falls and the concept of a novel system in the context of monitoring and acquisition of signals in the electromagnetic environment. (**Electromagnetism in elderly healthcare policy**).

**Streszczenie.** Starzenie się populacji wyphywa bezpośrednio na realizację polityki ochrony zdrowia i polityki wobec ludzi starszych. Rozwój usług opiekuńczych w świetle postępującego wydłużania się trwania życia oraz rozwój postępu technologicznego skutkują aktywnym wykorzystaniem rozwiązań programowych i sprzętowych w profilaktyce upadków osób starszych. W pracy przedstawiono krótki przegląd rozwiązań technologicznych związanych z zapobieganiem upadków osób starszych oraz koncepcję systemu autorskiego w kontekście monitorowania i akwizycji sygnałów w środowisku elektromagnetycznym.

**Słowa kluczowe:** technologia bezprzewodowa, profilaktyka upadków, seniorzy.

**Keywords:** wireless technology, fall prevention, elderly.

### Wprowadzenie

Starzenie się populacji i wydłużanie się trwania życia jest wspierane poprzez elementy systemu polityki społecznej – politykę ochrony zdrowia i politykę wobec ludzi starszych. Szacuje się [1], że do 2030 roku populacja osób w wieku powyżej 65 roku życia – mieszkańców Europy, wzrośnie o 12% (w stosunku do roku 2013). Na dziesięciu obywateli, czterech z nich będzie w wieku 65+. Połowa populacji Europy (50,16%) osiągnie wiek senealny w 2060 roku.

Rozwój usług opiekuńczych w świetle postępującego wydłużania się trwania życia, obejmuje również tzw. wielkie problemy geriatryczne. Należy do nich m.in. problem upadków i zachowania równowagi u osób starszych. Rozwiązania wykorzystujące wszelkiego rodzaju alarmy, bądź uruchamiane przez osoby starsze, bądź automatycznie uruchamiające procedurę wezwania pomocy, elementy telerehabilitacji, monitorowanie aktywności osób starszych to elementy wykorzystania rozwiązań technologicznych w zapobieganiu upadkom i świadczeniu usług opiekuńczych dla osób starszych.

W pracy krótko przedstawiono wybrane rozwiązania wykorzystywane w opiece osób w podeszłym wieku w kontekście wykrywania upadków oraz omówiono autorski system wspomagający automatyczną detekcję stanów zagrożenia seniora. Przedyskutowano potencjalne zagrożenia w zakresie akwizycji oraz transmisji danych w warunkach rzeczywistych pod kątem bezpieczeństwa systemowego.

### Wspieranie usług opiekuńczych

W realizacji różnorodnych usług opiekuńczych obecnie szeroko stosowane są systemy i urządzenia, pozwalające na przynajmniej częściowe odciążenie opiekunów z ich obowiązków. Jest to szczególnie istotne w świetle wzrostu liczby osób wymagających częściowej lub całkowitej opieki.

Jednym z istotnych przykładów zastosowań systemów wspierających usługi opiekuńcze są rozwiązania, służące do wykrywania faktu wystąpienia upadku danego pacjenta. Zagrożenia płynące z wystąpienia takiej sytuacji są różnorodne i w większości uznawane za istotne dla funkcjonowania osoby. Sprawowanie osobistej i ciągłej opieki nad osobami zagrożonymi upadkiem jest czynnością żmudną i odpowiedzialną, stąd zrozumiała potrzeba wspierania takiej pracy systemami elektronicznymi.

Spotyka się różnorodne rozwiązania tej klasy, zazwyczaj dedykowane i optymalizowane do wykrywania upadków osób starszych [2].

Jednym z podejść jest wyposażenie urządzenia

noszonego przez pacjenta w przycisk alarmu i układy łączności radiowej, pozwalające seniorowi przywołać pomoc w sytuacji, gdy uzna to za potrzebne (np. Philips Lifeline Medical Alert System [3]).

Innym podejściem jest wykorzystanie urządzenia noszonego przez pacjenta, które posiada funkcję automatycznego wyzwalania sygnału alarmowego lub przywoławczego w chwili wykrycia sytuacji uznanej za wymagającą interwencji [4].

Odmianą klasą rozwiązań, przeznaczonych do wykorzystania w dedykowanych pomieszczeniach są systemy oparte na analizie obrazu [5] lub danych z sensorów wibracji podłoża [6]. Ich wykorzystanie daje pewniejsze wyniki, jednak są to rozwiązania stosunkowo kosztowne i możliwe do wykorzystania w wyznaczonych do tego obiektach czy pomieszczeniach.

### Polityka ochrony zdrowia osób zagrożonych upadkiem

Jak wspomniano, przedstawiane urządzenia pozwalają na podniesienie efektywności i jakości usług opiekuńczych, lecz należy pamiętać, że wykrywanie upadków nie jest tożsame z profilaktyką i zapobieganiem takim zdarzeniom. Upadki stanowią istotne niebezpieczeństwo dla osób nimi zagrożonych. Często upadek jest zarówno skutkiem pewnego rodzaju dysfunkcji, jak i przyczyną dalszego pogorszenia stanu pacjenta.

W odróżnieniu od sytuacji osób młodszych, gdzie fakt wystąpienia upadku bez działania czynników zewnętrznych jest mało prawdopodobny a ewentualne skutki rzadko mają niebezpieczne konsekwencje, w gronie seniorów upadek lub sam fakt podwyższonego prawdopodobieństwa jego wystąpienia powoduje nie tylko szereg komplikacji zdrowotnych (np. złamanie szyjki kości udowej i długotrwała rekonwalescencja), ale również związany jest z istotnym i szkodliwym ograniczeniem aktywności fizycznej. Przyczynami mogą być: strach przed upadkiem, obawa przed zaistnieniem sytuacji wstydlivej (bezzradność czy konieczność prośzenia o udzielenie pomocy). W efekcie obserwuje się pogorszenie codziennego funkcjonowania takich osób, brak chęci opuszczania mieszkania nawet w towarzystwie innych osób, co w sposób negatywny wpływa na stan psychiczny i fizyczny pacjentów i prowadzi do istotnego ograniczenia ich samodzielności [7,8]. Istotne więc, staje się zaplanowanie i odpowiednie prowadzenie systemowej, konsekwentnej i powszechnej polityki ochrony zdrowia osób zagrożonych obecnie lub w przyszłości możliwością narażenia na podobne niebezpieczeństwa.

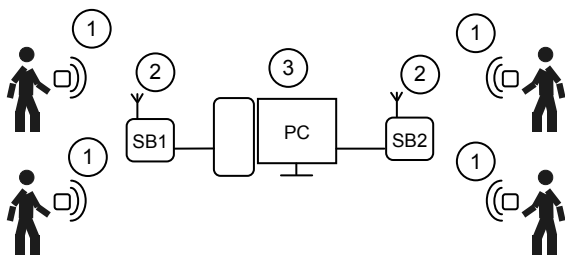
### Problemy systemów wspierania usług opiekuńczych

Obserwuje się dynamiczny rozwój systemów, urządzeń i rozwiązań technologicznych, związanych ze wspieraniem usług opiekuńczych, leczniczych czy rehabilitacyjnych. W większości ich działanie opiera się na monitorowaniu różnych form aktywności, głównie ruchowej. Działanie tej klasy urządzeń wiąże się z koniecznością akwizycji, przechowywania, przesyłania i przetwarzania danych.

Różnorodność rozwiązań sprawia, że mogą one być wykorzystywane nie tylko w warunkach i lokalizacjach dobrze kontrolowanych, jak np. wyznaczone obszary obiektów opieki medycznej, dedykowane oddziały szpitalne, specjalizowane ośrodki, itp., ale również w warunkach otwartych (przestrzeń publiczna, warunki domowe). Z tego względu bardzo ważne jest zapewnienie zarówno spełnienia wymagań kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń i systemów, ale także zapewnienie poprawności całego procesu gromadzenia, przesyłu, przechowywania i przetwarzania danych.

### Przykład systemu wspierania opieki

Na rys. 1. przedstawiono autorską koncepcję konstrukcji systemu wspierania usług opiekuńczych, przeznaczonego do monitorowania motoryki ciała człowieka.



Rys. 1. Koncepcja systemu analizy motoryki ciała człowieka

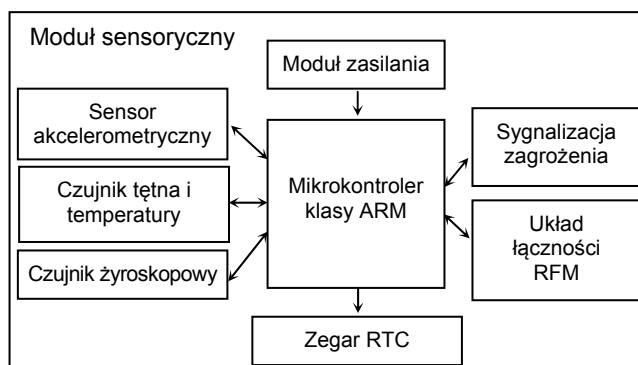
Zaproponowany system zawiera trzy główne elementy:

- moduł sensoryczny (1) - urządzenie bezpośrednio monitorujące dane motoryczne, wyposażone w zespół sensorów kinetycznych i interfejsy komunikacyjne; system może zawierać jeden lub więcej takich modułów,
- moduł stacji bazowej (2) - gromadzący informacje z modułów sensorycznych, realizujący zadanie bezpośredniego monitoringu określonej liczby modułów sensorycznych; moduł ten posiada interfejsy do komunikacji sieciowej z centralą dozoru; system może zawierać jeden lub więcej modułów stacji bazowej, np. odrębnie na poszczególnych piętrach budynku,
- centrala dozoru (3) - odpowiednio wyposażony, specjalistyczny komputer PC, gromadzący dane z powiązanych stacji bazowych, wyposażony w dedykowaną aplikację, umożliwiającą bieżące monitorowanie i gromadzenie danych w bazie danych, wielopoziomowy dostęp do danych archiwalnych, prowadzenie wielokryterialnych analiz wybranych grup danych, wielokryterialne opracowywanie wyników (np. poszczególnych pacjentów, grup pacjentów o podobnej charakterystyce, itd.), bezpośredni dostęp indywidualny do poszczególnych stacji bazowych oraz modułów sensorycznych.

Moduł sensoryczny składa się z następujących elementów (rys. 2):

- zespołu trójwymiarowych czujników akcelerometrycznych,
- zespołu trójwymiarowych czujników żyroskopowych,
- czujników pomiaru temperatury,
- czujników pomiaru pulsu człowieka,
- układ referencji czasu rzeczywistego,

- mikrokontroler klasy ARM,
- układy łączności radiowej RFM,
- układ energooszczędnego zasilania bateryjnego,
- zespół sygnalizatorów zagrożenia.



Rys. 2. Struktura modułu sensorycznego

Układ mikrokontrolera ARM nadzoruje pracę modułu sensorycznego. Gromadzi on dane pomiarowe z poszczególnych czujników i realizuje analizę bezpośrednią uzyskanych danych. Pozwala to na wnioskowanie o kinetyce ruchu ciała monitorowanej osoby i wykrywanie sytuacji potencjalnego lub stwierdzonego zagrożenia oraz uruchomienie alarmu. Układ referencji czasu rzeczywistego pozwala na dokładne odniesienie do czasu zarejestrowanych zdarzeń i poszczególnych danych kinetycznych. W obecnej postaci systemu dane te mają zastosowanie jako informacje referencyjne osi czasu, mogą także służyć do kojarzenia zajścia określonego zdarzenia z wystąpieniem zewnętrznych zjawisk, mających wpływ na człowieka: zjawiska pogodowe (burza, zmiany ciśnienia), zdarzenia środowiskowe (nagłe dźwięki, zdarzenia emocjonujące, itp.). W dalszej ścieżce rozwoju systemu dane te będą wykorzystane do synchronizacji czasu wystąpienia określonych zachowań/zdarzeń w funkcji lokalizacji przestrzennej osoby, po rozbudowie systemu o zestaw pozycjonowania przestrzennego GPS/IPS. Warto zaznaczyć, że rozbudowa taka istotnie rozszerzy funkcjonalność systemu o bardzo ważną z punktu widzenia bezpieczeństwa funkcjonalność szybkiej lokalizacji monitorowanej osoby.

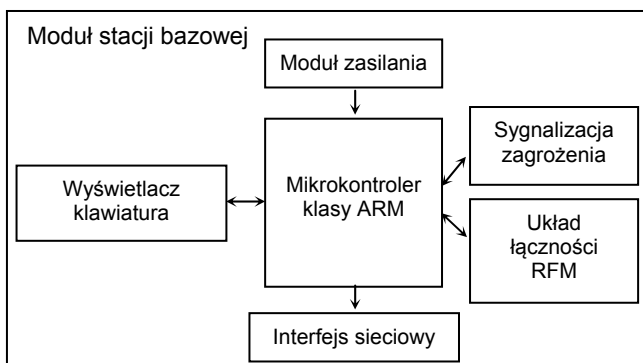
Układy łączności radiowej realizują komunikację ze stacjami bazowymi w jednym z trzech trybów. Podstawowy tryb to komunikacja okresowa, wykorzystywana do okresowego transferu danych zgromadzonych w pamięci urządzenia, jak również do raportowania przez urządzenie poprawności pracy. Drugi tryb to komunikacja ciągła, polegająca na utrzymaniu nieprzerwanego kanału radiowego. Pozwala to na monitorowanie w trybie rzeczywistym, zarówno stanu pacjenta, jak i urządzenia sensorycznego. Trzeci tryb ma charakter oszczędny, w którym transmisja realizowana jest na skutek wyzwolenia przez zdefiniowane zdarzenie, np. wykrycie sytuacji zagrożenia pacjenta lub odpowiedź na żądanie komunikacji generowane przez centralę dozoru.

Moduł stacji bazowej składa się z następujących elementów (rys. 3):

- interfejs łączności radiowej RFM z modułami sensorycznymi,
- mikrokontroler klasy ARM,
- interfejs graficzny LCD z klawiaturą,
- moduł sygnalizacji,
- interfejs łączności sieciowej z centralą dozoru.

Układ mikrokontrolera, sterujący pracą stacji bazowej realizuje operacje:

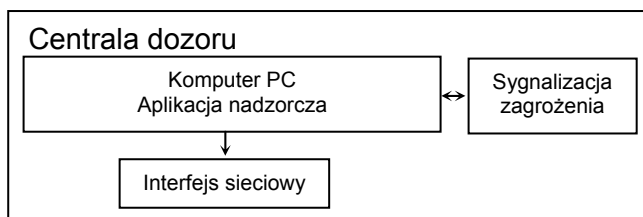
- nawiązywania i utrzymywania łączności z przyporządkowanymi mu modułami sensorycznymi,
- gromadzenia i przekazywania do centrali dozoru danych z modułów sensorycznych,
- obsługi żądań pobrania danych z wybranych modułów sensorycznych,
- sygnalizacja sytuacji niebezpiecznych.



Rys. 3. Struktura modułu stacji bazowej

Centrala dozoru pełni funkcję centralnego punktu sterującego i kontrolnego (rys. 4). Składa się on z następujących elementów:

- komputer klasy PC,
- system zarządzania bazą danych,
- aplikacja nadzorcza, realizująca monitorowanie danych, ich archiwizację i analizy, wyszukiwanie wielokryterialne, wnioskowanie itp.
- sygnalizator sytuacji niebezpiecznych.



Rys. 4. Struktura centrali dozoru

### Problemy elektromagnetyki

Zaprezentowany system zaprojektowano by w maksymalnie niezawodny i bezpieczny sposób pełnił funkcję wspomaganie realizacji usług opiekuńczych. Jak wspomniano wcześniej, problem ten przybiera na znaczeniu. Ponieważ system projektowany jest do funkcjonowania pozaklinicznego, np. w obiektach opiekuńczych, mieszkaniach pacjentów czy na otwartej przestrzeni, jak i w warunkach szpitalnych, niezbędne jest zidentyfikowanie zagrożeń, jakie mogą mieć wpływ na poprawność jego funkcjonowania oraz funkcjonowania innych urządzeń z jego bezpośredniego otoczenia.

Jak można oczekiwać w przypadku tak złożonego systemu, czynników zagrożenia jest wiele. Jako najważniejsze można zidentyfikować:

- wpływ oddziaływania elektromagnetycznego innych urządzeń na funkcjonowanie projektowanego systemu i odwrotnie,
- zakłócenia transmisji łączami radiowymi pomiędzy elementami systemu,
- wzajemna interferencja między podobnymi urządzeniami w systemie,
- zakłócanie poprawności działania systemu (celowe lub przypadkowe działania osób trzecich),

- zagrożenie kradzieży danych medycznych oraz niebezpieczeństwo przejmowania kontroli nad systemem przez niepowołane osoby.

### Podsumowanie

Wsparcie opiekunów osób starszych i seniorów rozwiązaniami technologicznymi stanowi ważny element jakości życia i polityki wobec ludzi starych oraz ochrony zdrowia.

Postęp technologiczny generuje wzrost poziomów pola elektromagnetycznego w środowisku, a omawiane rozwiązania technologiczne wspierania opieki nad seniorami funkcjonują w realnym, dynamicznym środowisku nasyconym PEM. Pojawia się szereg problemów związanych m.in. z zabezpieczeniem ciągłego i prawidłowego funkcjonowania projektowanych systemów wspierania opieki w różnych „zakresach” pola elektromagnetycznego (jak np. urządzenia telekomunikacyjne), czy też zasięgu tychże systemów w przypadku wykorzystania bezprzewodowej transmisji danych.

Obszar badań przedstawiony w artykule jest ważny ze względu na uporządkowanie istniejącego stanu wiedzy w zakresie możliwości wykorzystania systemów wspierania opieki nad osobami starszymi w środowisku nasyconym PEM oraz ewentualnego unikania zagrożeń z tego płynących.

### LITERATURA

- [1] European Commission Eurostat, Statistics Explained, Population structure and ageing, pozyskano z: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/), ostatni dostęp: czerwiec 2014.
- [2] Gibson J., Andres R., Isaacs B., Radebaugh T., Worm-Petersen J., The prevention of falls in later life. A report of the Kellogg International Group on the Prevention of Falls by the Elderly, *Danish Medical Bulletin*, 34(Suppl4), 1987, 1-24.
- [3] Philips Lifeline Medical Alert Service, How the Lifeline Medical Alarm System Works, pozyskano z: <http://www.lifelinesys.com/content/lifeline-products/how-lifeline-works>, ostatni dostęp: czerwiec 2014.
- [4] Tunstall portal, pozyskano z: [http://www.tunstallamerica.com/3\\_2\\_2falldetector.htm](http://www.tunstallamerica.com/3_2_2falldetector.htm), ostatni dostęp: czerwiec 2014.
- [5] Sixsmith A., Johnson N., A smart sensor to detect falls of the elderly, *IEEE Pervasive Computing*, 3(2), 2004, 42-47.
- [6] Zigel Y., Litvak D., Gannot I., A method for automatic fall detection of elderly people using floor vibrations and sound – proof of concept on human mimicking doll falls, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 56(12), 2009, 2858-2867.
- [7] Wieczorowska-Tobis K., Specyfika pacjenta starszego, *Fizjoterapia w geriatrici (red. Wieczorkowska-Tobis K., Koesta T., Borowicz A.)*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2011, 18-27
- [8] Skalska A., Ograniczenie sprawności funkcjonalnej osób w podeszłym wieku, *Zdrowie Publiczne i Zarządzanie*, 1, 2011, 50-59.

**Authors:** dr inż. Anna Pławiak-Mowna, Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji, ul. Licealna 9, 65-246 Zielona Góra, E-mail: [a.mowna@iie.uz.zgora.pl](mailto:a.mowna@iie.uz.zgora.pl); dr inż. Wojciech Zając, Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji, ul. Licealna 9, 65-246 Zielona Góra, E-mail: [w.zajac@iie.uz.zgora.pl](mailto:w.zajac@iie.uz.zgora.pl); dr inż. Grzegorz Andrzejewski, Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji, ul. Licealna 9, 65-246 Zielona Góra, E-mail: [g.andrzejewski@iie.uz.zgora.pl](mailto:g.andrzejewski@iie.uz.zgora.pl).