

INTEGRACJA NARZĘDZI GIS ORAZ CAD W OPARTYM NA WIEDZY KSZTAŁTOWANIU WARUNKÓW PRACY W JEDNOSTKACH OPIEKI ZDROWOTNEJ

Joanna BARTNICKA

Streszczenie: W artykule przedstawiono sposób integracji narzędzi GIS oraz CAD w doskonaleniu warunków pracy w jednostkach opieki zdrowotnej. Przedstawiono problem negatywnego wpływu niewłaściwie ukształtowanych warunków pracy w wymiarze organizacyjnym, technicznych oraz społeczno-ekonomicznym.

Celem zastosowania narzędzi GIS jest graficzna prezentacja infrastruktury szpitala i wspomaganie zadań związanych z przestrzenną organizacją pracy. Ponadto system GIS pełni funkcję graficznego interfejsu użytkownika, z poziomu którego możliwy jest dostęp do zasobów wiedzy na temat kształtowania warunków pracy. Wiedza ta jest prezentowana w szczególności w postaci modeli komputerowych i symulacji tworzonych w systemach CAD.

Słowa kluczowe: szpital, kształtowanie warunków pracy, zarządzanie wiedzą, repozytorium wiedzy, CAD, GIS.

1. Wprowadzenie

Warunki pracy w organizacjach opieki zdrowotnej charakteryzują się dużym stopniem złożoności. Wynika ona z takich czynników, jak:

- różnorodność przypadków chorobowych,
- różnorodność sprzętu medycznego, w tym elementów wyposażenia sal chorych, gabinetów, sal zabiegowych, sprzętu specjalistycznego, oprzyrządowania, sprzętu jednorazowego użytku itd.,
- adaptowanie tzw. „starego budownictwa” do pomieszczeń szpitalnych,
- różnorodność pacjentów pod względem cech antropometrycznych,
- różnorodność pacjentów pod względem sprawności ruchowej i samodzielności,
- zmienna liczba personelu medycznego w ciągu doby,
- niejednorodne metody pracy,
- niejednorodne zakresy czynności leczenia i opieki nad pacjentem,
- brak jednolitych i jasnych kryteriów jakościowych doboru sprzętu medycznego.

Biorąc pod uwagę wymienione czynniki można mówić o zmiennych warunkach pracy w organizacjach opieki zdrowotnej. W takich zmiennych warunkach realizowane są procesy leczenia i opieki nad pacjentem przez grupy zawodowe wyższego i średniego personelu medycznego, reprezentowane odpowiednio przez personel lekarski i personel pielęgniarski.

Stan warunków pracy może wspomagać lub też zakłócać przebieg wspomnianych procesów. Przy czym wpływ warunków pracy jest odczuwalny zarówno przez personel medyczny, jak również przez końcowych klientów usług zdrowotnych czyli pacjentów.

Stąd też można powiedzieć, że w zakres warunków pracy w organizacjach opieki zdrowotnej wchodzi warunki leczenia i opieki nad pacjentem.

Dotychczas prowadzone badania nad wpływem warunków pracy w organizacjach opieki zdrowotnej, których jednym z etapów był zrealizowany w latach 2004-2006 projekt badawczy promotorski [1], a także, których wyniki przedstawiono m.in. w publikacjach naukowych [2, 3, 4, 5, 6] wskazują, że wpływ ten ujawnia się w trzech wymiarach: organizacyjnym, technicznym oraz społeczno - ekonomicznym. W tabeli 1 przedstawiono skutki niewłaściwie ukształtowanych warunków pracy, w tym warunków leczenia i opieki nad pacjentem dla ich odbiorców z podziałem na dwie grupy społeczne: grupę zawodową personelu medycznego (lekarskiego i pielęgniarskiego) oraz pacjentów, a także dla szpitala jako jednostki organizacyjnej.

Tab. 1. Wymiary oddziaływania niewłaściwie ukształtowanych warunków pracy w organizacjach opieki zdrowotnej

Podmiot	Wymiar		
	Organizacyjny	Techniczny	Społeczno - ekonomiczny
Personel lekarski i pielęgniarski	nieumiejętność pracy zespołowej	niewygodne, (nieergonomiczne) narzędzia	schorzenia układu narządu ruchu u pracowników
	brak stosowania nowoczesnych metod pracy	nieumiejętność obsługi nowoczesnych urządzeń brak urządzeń do testowania	brak motywacji i partycypacji -----
Personel lekarski i pielęgniarski / pacjenci	zła organizacja przestrzeni pracy, ciasnota, kolizyjność	urządzenia niedostosowane do potrzeb pacjentów i pracowników - nieergonomiczne	-----
		brak urządzeń nowoczesnych	
Pacjenci	-----	-----	wydłużony proces leczenia
			brak intymności i komfortu
			błędy w procesie leczenia i opieki
Administracja szpitala	-----	-----	Koszty absencji chorobowej i związane brakiem racjonalnego godpodarowania

Negatywne efekty związane z oddziaływaniem warunków techniczno – organizacyjnych mają swoje przełożenie na wymiar społeczno – ekonomiczny. Takie

elementy, jak uciążliwość pracy wynikająca z nieprzestrzegania zasad ergonomii i organizacji pracy, powoduje występowanie schorzeń u pracowników, niższą jakość opieki usług zdrowotnych, a to z kolei zwiększa koszty funkcjonowania szpitala. Negatywne skutki ekonomiczne są ponadto efektem nieracjonalnego zarządzania zasobami materiałowymi, np. poprzez zakup kosztownego sprzętu, który, ze względu na panujące warunki pracy, nie może funkcjonować zgodnie z wyznaczoną dla niego funkcją celu.

Jedną z przyczyn niepoprawnie ukształtowanych warunków w organizacjach opieki zdrowotnej jest brak dostępu personelu szpitala do odpowiednich zasobów wiedzy organizacyjnej, technicznej i medycznej, a także brak wypracowanych zasad współpracy, ustalonych przepływów informacyjnych oraz form komunikacji pomiędzy jednostkami wewnętrznymi szpitala, pomiędzy szpitalami oraz pomiędzy pracownikami.

Wyłania się zatem problem: w jaki sposób tworzyć, rozpowszechniać i udostępniać wiedzę kontekstową personelowi szpitala w doskonaleniu warunków pracy?

Proponuje się rozwiązanie tak postawionego problemu poprzez zastosowanie tematycznych repozytoriów wiedzy na temat kształtowania warunków pracy, w których wiedza zapisana jest w szczególności w postaci graficznej za pomocą modeli komputerowych, animacji i symulacji komputerowych utworzonych w środowisku systemów CAD. Nawigacja po zasobach wiedzy wspomagana jest wizualnym interfejsem dostępnym w systemie GIS. Potrzebna wiedza uruchamiana jest w zależności od kontekstu, poprzez zastosowanie technologii RFID, ang. *Radio Frequency Identification* (patrz [7]).

2. Miejsce systemów GIS i CAD w kształtowaniu warunków pracy w jednostkach opieki zdrowotnej

System GIS (ang. *Geographical Information System*) to oprogramowanie komputerowe służące do gromadzenia danych geograficznych, ich wizualizację, a także tworzenia, przechowywania i analizowania baz danych o charakterze przestrzennym [8, 9].

Istotą systemów GIS jest połączenie informacji graficznej prezentowanej w postaci dwu lub trójwymiarowym modeli komputerowych z informacją ewidencyjną zapisaną w postaci atrybutów przechowywanych w bazie danych systemu.

W tradycyjnym ujęciu systemy GIS integrują dane pochodzące z bazy danych z graficznym, uogólnionym obrazem powierzchni Ziemi lub jej części. Tymczasem ujęcie takie może być rozszerzone o odwzorowanie przestrzeni architektonicznej (topografii budynku) i połączenie poszczególnych obiektów tej przestrzeni z repozytorium wiedzy na temat kształtowania warunków pracy w szpitalu.

Zastosowanie systemu GIS w kształtowaniu warunków pracy ma m.in. wspomagać:

- reprezentację graficzną infrastruktury szpitala, mającej charakter interfejsu nawigacyjnego wspomagającego korzystanie z określonych zasobów informacyjnych,
- udostępnianie informacji ewidencyjnych dotyczących zasobów ludzkich i zasobów materiałowych w jednostce ochrony zdrowia, w odniesieniu do przestrzeni architektonicznej,
- organizację i zarządzanie zasobami materiałowymi i ludzkimi, w tym optymalizacja rozmieszczenia sprzętu i pacjentów,
- planowanie i organizację dróg transportu ludzi i sprzętu oraz dróg ewakuacyjnych,
- zarządzanie eksploatacją środków technicznych.

Z kolei zadaniami podlegającymi wspomagananiu poprzez systemy CAD są:

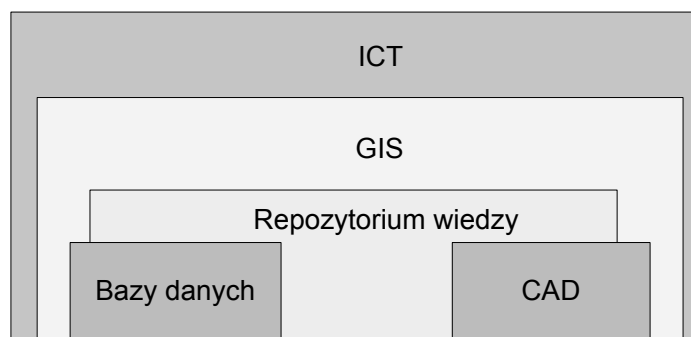
- tworzenie dwuwymiarowych odwzorowań topografii budynku, zapisanych w uporządkowany sposób na odpowiednich warstwach tematycznych,
- tworzenie wirtualnego środowiska pracy udostępnianego z poziomu systemu GIS,
- tworzenie animacji i symulacji komputerowych udostępnianych z poziomu systemu GIS.

Na rysunku 1 przedstawiono poglądowo model warstwowy systemu wspomaganie kształtowania warunków pracy z uwzględnieniem miejsca zastosowania systemu GIS oraz systemów CAD.

Złożona wiedza na temat kształtowania warunków pracy jest przechowywana w repozytorium wiedzy. W szczególności proponuje się, aby dane do repozytorium były pobierane z baz danych, w tym z istniejących systemów informatycznych szpitali, a także z bazy danych

graficznych, przechowujące predefiniowane modele komputerowe powstałe z zastosowaniem systemów klasy CAD.

Poszczególne obiekty zawarte w repozytorium reprezentujące sposób kształtowania warunków pracy nazwano obiektami wiedzy.



Rys. 1. Model warstwowy systemu wspomaganie kształtowania warunków pracy

Istotą tak przedstawionego modelu wspomaganie kształtowania warunków pracy jest kontekstowe powiązanie obiektów wiedzy. System GIS jest elementem integrującym owe obiekty wiedzy, a jednocześnie narzędziem służącym do prostej nawigacji i udostępniania wiedzy z repozytorium.

Nadrzędnym elementem w zaprezentowanym modelu warstwowym są technologie informacyjno komunikacyjne ICT (ang. *Information Communication Technologies*), które mają za zadanie pośredniczyć w udostępnianiu i rozpowszechnianiu wiedzy wśród jej użytkowników. Elementami składowymi technologii ICT są systemy oparte na platformach internetowych oraz technologia RFID. Platforma internetowa umożliwia wyświetlanie interfejsu graficznego za pośrednictwem stron WWW.

Technologia RFID polega na stosowaniu fal radiowych niskiej częstotliwości w celu wymiany danych pomiędzy nośnikiem informacji, tj. identyfikatorem (tagiem, transponderem, etykietą) a urządzeniem nadawczo – odbiorczym, tzw. czytnikiem RFID. W oparciu o system kodowania identyfikatorów następuje powiązanie kodu z określonymi zasobami wiedzy z repozytorium i automatyczne ich wyświetlanie w przeglądarce. Dzięki takiemu rozwiązaniu system GIS wraz z repozytorium wiedzy jest dostępny na urządzeniach mobilnych, np. typu PDA (ang. *Personal Digital Assistant*).

Technologia RFID wspomaga procesy kształtowania warunków pracy poprzez dostęp do wiedzy kontekstowej, tj. powiązanej z określoną sytuacją problemową.

3. Sposób zastosowania systemów GIS/CAD we wspomaganiu kształtowania warunków pracy w jednostkach opieki zdrowotnej

Istotą systemów GIS jest warstwowa struktura reprezentacji informacji graficznych. Taka struktura ułatwia zarządzanie zasobami informacyjnymi, zwłaszcza zasobami o charakterze rozproszonym. Do takich zasobów należą zasoby obejmujące tematykę kształtowania warunków pracy w szpitalach. System GIS, jak już wspomniano w p.2. umożliwia ponadto powiązanie elementów graficznych na mapie z określonymi obiektami wiedzy przechowywanymi w zewnętrznych repozytoriach.

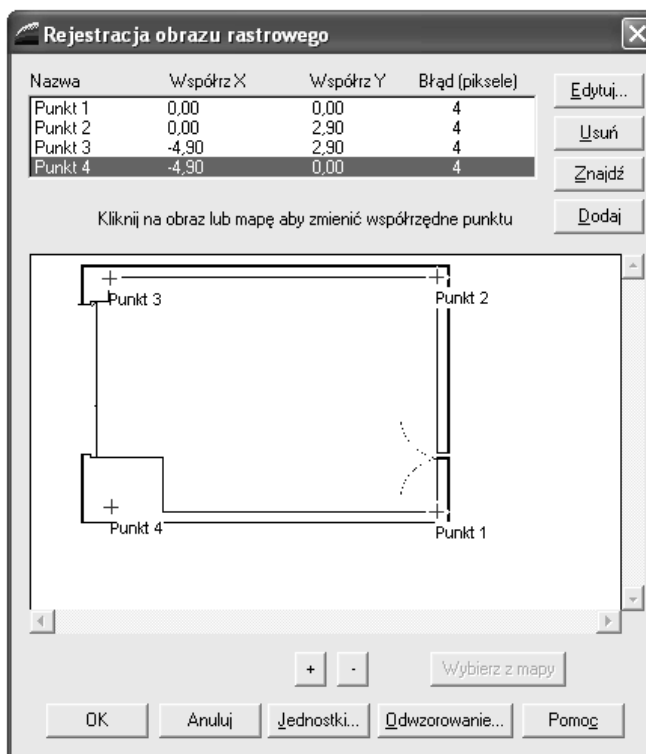
Na rysunku 2 przedstawiono topografię wybranego pomieszczenia szpitalnego – salę chorych zaimportowaną do programu MapInfo Professional z zaznaczonymi punktami pomiarowymi.

Importowane do programu GIS mapy mogą mieć format pliku rastrowego lub wektorowego. W obu wypadkach, działania w programie GIS rozpoczynają się od kalibracji mapy, poprzez definicję jej współrzędnych.

Do tak przygotowanego podkładu mapy dołączane są, na kolejnych warstwach, obiekty graficzne reprezentujące kolejne elementy infrastruktury szpitala.

Na rysunku 3 przedstawiono strukturę trójwarstwową odwzorującą omawiane pomieszczenie szpitalne. Na poszczególnych warstwach przedstawiono krawędziowy model dwuwymiarowy sali chorych, jej reprezentację w postaci przestrzennego modelu bryłowego, oraz przestrzenne modele bryłowe wyposażenia z odpowiednim rozmieszczeniem w przestrzeni.

Utworzone warstwy przedstawiające fragment przestrzeni budynku poszerzone o warstwy reprezentujące poszczególne piętra zawierają kompleksową informację na temat infrastruktury szpitala.



Rys. 2. Plan pomieszczenia szpitalnego zaimportowany do programu GIS

Dodatkowo informacje przestrzenne na temat rozmieszczenia infrastruktury szpitala uzupełniane są atrybutami przechowywanymi w bazie danych systemu GIS.

Szczególnym przypadkiem atrybutów może być przypisanie danemu obiektowi łącza do plików zewnętrznych. Przykład takiego rozwiązania przedstawia rysunek 4. Na planie pomieszczenia szpitalnego umieszczono w sposób symboliczny łóżka szpitalne o nr AT1, AT2. Do symboli przyporządkowano zasoby informacyjne, zapisane zarówno w bazie systemu GIS, jak

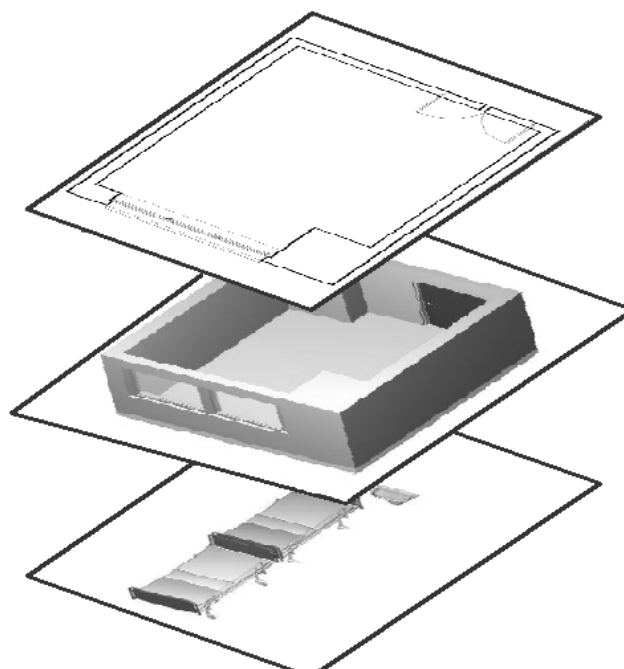
również w zewnętrznym repozytorium wiedzy. W omawianym przypadku zasoby te odnoszą się do informacji ewidencyjnej dotyczącej prezentowanego sprzętu, takiej jak lokalizacja w budynku szpitala, czy kubatura pomieszczenia, w którym są umieszczone, a także informacji dotyczących sposobu jego użytkowania.

W szczególności zasoby zewnętrzne zawierają:

- instrukcję obsługi sprzętu,
- reprezentację sprzętu w postaci komputerowego modelu bryłowego,
- rejestrację fotograficzną sali chorych z przedmiotowym wyposażeniem,
- symulacje komputerowe działania sprzętu,
- listę czynności wykonywanych z użyciem sprzętu wraz z opisem zalecanych metod pracy.

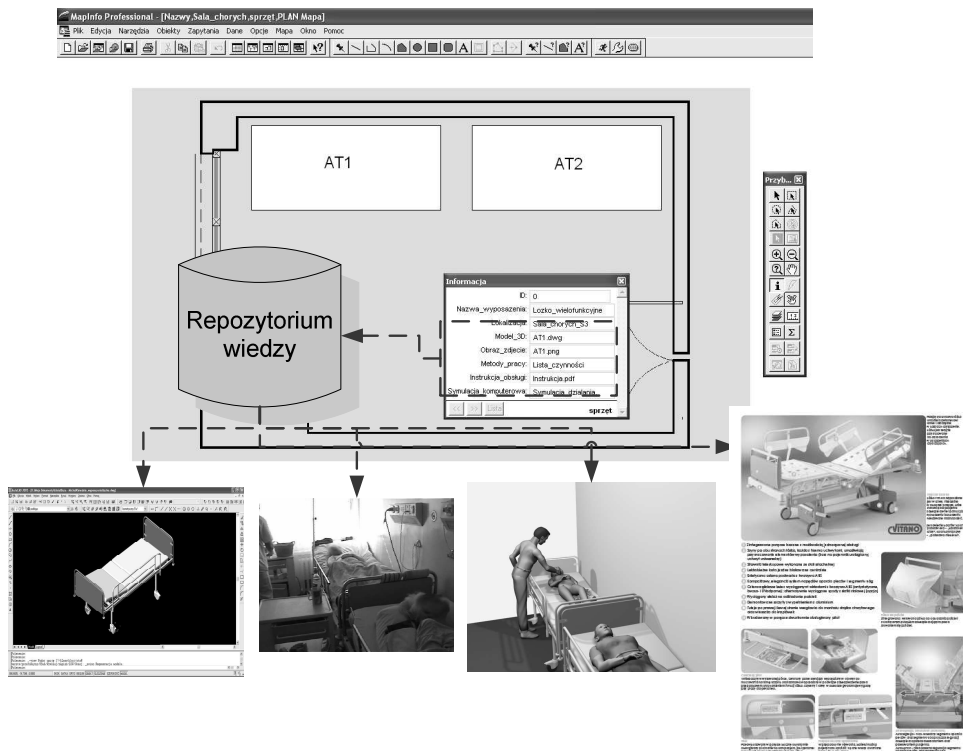
Dzięki takiemu rozwiązaniu następuje przejście do potrzebnych w danym momencie zasobów wiedzy z poziomu systemu GIS do poziomu zewnętrznych baz danych.

Przedstawiony sposób zastosowania systemu GIS we wspomaganie kształtowania warunków pracy w jednostkach opieki zdrowotnej zapewnia integralność rozproszonych zasobów wiedzy dotyczących kształtowania warunków pracy, w szczególności zasobów powstałych w oparciu o systemy CAD.



Rys. 3. Trójwarstwowa struktura reprezentująca pomieszczenie szpitalne wraz z wyposażeniem

Dodatkowo informacje dotyczące infrastruktury szpitala mogą być poszerzone o informacje na temat lokalizacji poszczególnych pacjentów i inne informacje o charakterze kontekstowym odnoszące się np. do sposobu leczenia pacjenta.



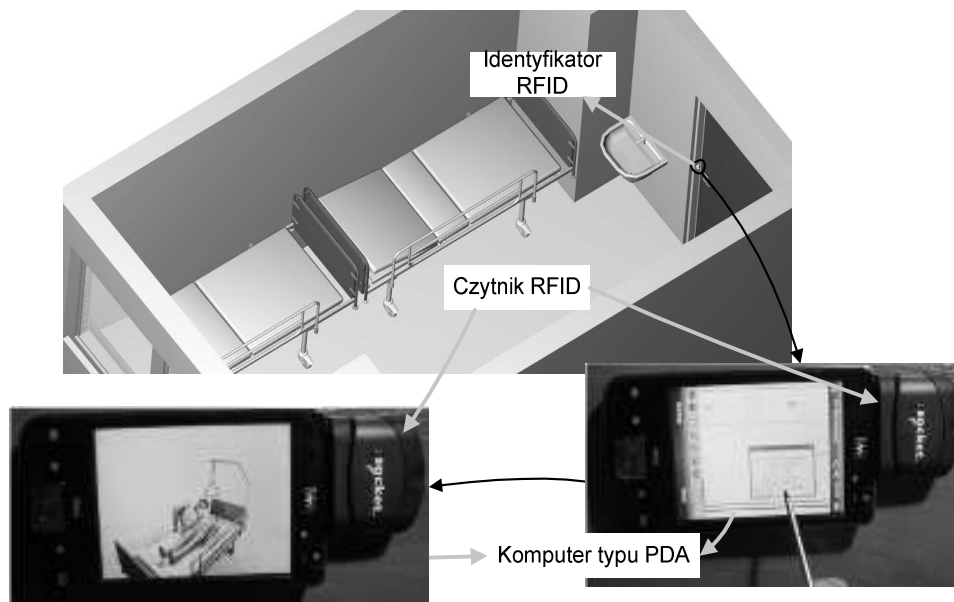
Rys. 4. Rozmieszczenie wybranych elementów infrastruktury szpitala wraz z dołączoną listą atrybutów

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem materiałów firmy Stolter

Warunkiem użyteczności wiedzy w procesach kształtowania warunków pracy, a także leczenia i opieki nad pacjentem, jest jej dostępność w danym miejscu i czasie, w zależności od danej sytuacji kontekstowej. Oznacza to, że właściwa mapa systemu GIS pojawia się na podręcznym komputerze użytkownika systemu w momencie wchodzenia do danego pomieszczenia, a następnie z poziomu systemu istnieje możliwość dostępu do kolejnych zasobów informacji.

Na rysunku 5 pokazano sposób zastosowania technologii RFID w udostępnianiu wiedzy kontekstowej.

Po odczytaniu kodu z identyfikatora RFID na ekranie komputera PDA wyświetlona jest informacja graficzna o pomieszczeniu w systemie GIS. Z poziomu systemu GIS uruchamiana jest następnie symulacja komputerowa pokazująca sposób użycia sprzętu będącego na wyposażeniu przedmiotowego pomieszczenia.



Rys. 5 Sposób zastosowania technologii RFID w udostępnianiu wiedzy kontekstowej

4. Podsumowanie i wnioski

Opisany w artykule sposób integracji i zastosowania systemów GIS i CAD we wspomaganie kształtowania warunków pracy w szpitalu ma wymiar uniwersalny. Oznacza to, że zaproponowane rozwiązanie może być rozszerzone na inne obszary działalności człowieka.

Zastosowanie technologii ICT, której przykładem jest technologia RFID umożliwia dostęp do właściwych zasobów wiedzy kontekstowej. Wiedza ta zaszyta jest m.in. w repozytoriach zawierających powiązane ze sobą elementy wiedzy prezentowanej graficznie i tekstowo. Nawigacja po zasobach jest ułatwiona poprzez zastosowanie graficznego interfejsu użytkownika w systemie GIS.

Opracowanie systemu wspomagającego doskonalenie warunków pracy w szpitalu, którego zarys i wstępne wyniki przedstawiono w artykule ma za zadanie realizację następujących celów szczegółowych:

- ograniczenie uciążliwości pracy związanej z niedostosowaniem stanowisk pracy do predyspozycji (w tym do cech antropometrycznych) personelu pielęgniarskiego i lekarskiego, poprzez utworzenie repozytorium wiedzy w zakresie bezpiecznego użytkowania sprzętu medycznego i ergonomicznych sposobów realizacji czynności, a także usprawnień dotyczących technicznych warunków pracy;
- dobór właściwych metod pracy, poprzez utworzenie repozytorium wiedzy w zakresie metod pracy bazujące na doświadczeniach jednostek krajowych i zagranicznych. Repozytorium ma działać m.in. na zasadzie otwartej platformy dzielenia się wiedzą opartej na technologii internetowej;
- racjonalna organizacja przestrzeni pracy, poprzez utworzenie repozytorium wiedzy zawierające aspekty formalno – prawne związane z organizacją przestrzeni w szpitalach oraz rozwiązania organizacyjne przedstawione w postaci graficznej;

- skrócenie czasu dostępu do zasobów wiedzy technicznej, organizacyjnej oraz medycznej, poprzez wdrożenie zasady udostępniania wiedzy „tu i teraz”. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez zastosowanie Technologii Informacyjnych i Komunikacyjnych ICT, w tym technologii automatycznej identyfikacji RFID;
- dobór sprzętu medycznego i wspomaganie procesu realizacji zamówień publicznych (racjonalizacja zakupów), poprzez utworzenie repozytorium wiedzy zawierające aspekty formalno prawne związane z zamówieniami publicznymi oraz wypracowane kryteria doboru sprzętu szpitalnego;
- zastosowanie zasobów wiedzy jako materiał szkoleniowy dla personelu szpitalnego i studentów pielęgniarstwa i medycyny.

Literatura

1. Projekt badawczy promotorski 2004 - 2006: Badanie i kształtowanie warunków pracy w organizacjach opieki zdrowotnej, nr 1 H02D 031 27.
2. Winkler T., Bartnicka J.: Virtual working environment of nurses. 2nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, 2008 AHFE International Conference, 14-17 July 2008, Caesars Palace; Las Vegas, Nevada USA.
3. Bartnicka J. Winkler T.: Zastosowanie Systemów klasy CMS w kształtowaniu kompetencji personelu medycznego, w: (red.) R. Knosala: Komputerowo zintegrowane zarządzanie. Tom I, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2008.
4. Winkler T., Bartnicka J.: Zarządzanie wirtualnym środowiskiem pracy w opiece zdrowotnej, w: (red.) R. Knosala: Komputerowo zintegrowane zarządzanie. Tom II, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2007.
5. Bartnicka J.: Zarządzanie zasobami informacyjnymi w metodzie komputerowego wspomaganie kształtowania warunków pracy w szpitalu, w: *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*. Rok LVII Nr 7 (678) Lipiec 2006, str. 95.
6. Bartnicka J., Bojara Sz.: Analizy ergonomiczne w wirtualnym prototypowaniu narzędzi chirurgicznych, Konferencja: Majówka Młodych Biomechaników 2006 – Szczyrk. Zeszyty Naukowe Katedry Mechaniki Stosowanej, nr 30/2006.
7. Winkler T., Bartnicka J., Mleczo K.: Zastosowanie technologii RFID we wspomaganie czynności personelu medycznego, Materiały konferencyjne, w: *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, nr 6 (701), czerwiec 2008.
8. Myrda G.: GIS czyli mapa w komputerze, Wydawnictwo HELION, Katowice, 1997.
9. Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R.: GIS. Obszary zastosowania. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2007.

Dr inż. Joanna BARTNICKA
 Katedra Podstaw Systemów Technicznych
 Zakład Inżynierii Środowiska Pracy
 Politechnika Śląska
 41-200 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28
 tel.: (0-32) 277 73 92
 fax.: (0-32) 277 73 62
 e-mail: Joanna.Bartnicka@polsl.pl