

Koncepcja i prototyp wielofunkcyjnego systemu informacji przestrzennej wspomagającego zarządzanie i użytkowanie nieruchomości Politechniki Warszawskiej

The concept and prototype of a multifunctional spatial information system supporting the management and the use of real estate at the Warsaw University of Technology

Dariusz Gotlib, Miłosz Gnat

Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Kartografii

Słowa kluczowe: system informacji przestrzennej, zarządzanie nieruchomościami, GIS, baza danych przestrzennych, aplikacja internetowa

Keywords: spatial information system, real estate management, GIS, spatial database, web application

Wprowadzenie

Zarządzanie nieruchomościami, szczególnie dużymi, jest bardzo złożonym i wymagającym zadaniem. Rozwój społeczeństwa informacyjnego, dostęp do nowych technologii, wzrastające potrzeby użytkowników nieruchomości sprawiają, że proces zarządzania nieruchomością może być rozumiany w coraz szerszym zakresie. Pod tym pojęciem można rozumieć zarówno tradycyjne czynności wykonywane przez zarządcę nieruchomości (na przykład: ewidencja majątku, księgowość, remonty, archiwizacja i wymiana dokumentów urzędowych i wewnętrznych, komunikacja z mieszkańcami bądź najemcami komercyjnym), jak i nowe funkcje pozwalające na: wspomaganie ochrony budynku, dostarczanie danych dla służb ratunkowych i specjalnych, nowoczesną promocję nieruchomości, ułatwianie poruszania się po terenie nieruchomości, analizy ruchu (na przykład klientów w centrum handlowym), analizy przestrzenne związane z projektami rozbudowy lub zmiany zagospodarowania. Znaczna część z tych czynności i zadań może być wykonywana znacznie efektywniej dzięki dostępowi do danych przestrzennych i współczesnych technologii geoinformacyjnych. Nowoczesne mapy wnętrza i zewnątrz budynków pozwalają zarówno na prowadzenie zaawansowanych analiz, jak i mogą stać się wygodnym interfejsem dostępu do wszystkich danych niezbędnych dla każdego właściciela i zarządcy. W szczególności dotyczy to przypadków zarządzania dużą liczbą nieruchomości (w tym rozproszonych), dużych lub wielofunkcyjnych obiektów oraz obiektów szczególnego znaczenia na przykład publicznego.

Cel badań

Wstępny przegląd dostępnych w Polsce rozwiązań z zakresu zarządzania nieruchomościami nasuwa wniosek, że istniejące oprogramowanie dedykowane zarządcom nieruchomości wykorzystuje możliwości współczesnych technologii geoinformacyjnych w niewielkim stopniu. Inicjatywy związane z szerokim użyciem oprogramowania GIS ograniczają się praktycznie do ośrodków akademickich i tworzenia nowoczesnych map kampusów uczelnianych. W Polsce były to w większości prace studenckie o charakterze bardzo ograniczonym. Podjęte badania i prace rozwojowe opisane w niniejszym artykule są natomiast odpowiedzią na bardzo konkretne potrzeby uczelni w zakresie usprawnienia zarządzania dużym i rozproszonym majątkiem, którym dysponuje. Głównym celem badań była ocena możliwości budowy wielofunkcyjnych systemów zarządzania nieruchomościami, w których kluczową rolę odgrywa platforma geoinformacyjna. Prace badawczo-rozwojowe polegały więc na opracowaniu koncepcji, a następnie prototypu systemu, wykonanie jego wstępnych testów w celu wykazania zalet i wad tego typu rozwiązań. Autorzy użyli metody badawczej określanej jako „metoda analizy i konstrukcji logicznej”, w której przez analizę i przeważnie nową konstrukcję można wysunąć nowe optymalne rozwiązanie (Apanowicz, 2002) oraz metodę prototypowania i weryfikacji przyjętych założeń na wytworzonym modelu. Zastosowano także ograniczoną metodę wywiadu zogniskowanego (tzw. metodę focusową) w celu zdefiniowania rzeczywistych potrzeb różnych potencjalnych użytkowników systemu oraz oceny efektywności obecnie stosowanych rozwiązań w zakresie zarządzania nieruchomościami Politechniki Warszawskiej.

Przegląd istniejących rozwiązań

Dynamiczny postęp w technologii komputerowej i informatyce spowodował, że komputer z odpowiednim oprogramowaniem stał się podstawowym narzędziem pracy praktycznie każdego zarządcy nieruchomości, usprawniającym rozliczenia i dającym błyskawicznie wgląd do wszelkiego rodzaju kosztów i przychodów. Pozwala na sprawniejsze prowadzenie dokumentacji, w każdej chwili na zapoznanie się z treścią zawieranych umów, uchwał podejmowanych przez wspólnotę lub z wynikami zebrań właścicieli lokali bądź członków spółdzielni (Administrator24, 2017).

Na rynku dostępnych jest bardzo wiele programów do zarządzania nieruchomościami. Zgodnie z rankingiem podanym na portalu dla zarządców nieruchomości „Administrator24.info” do najbardziej popularnych należą: Admireo (<http://www.admireo.pl>), Sułtan (<http://sultan.apilink.pl/>), IAN (<http://www.atlanti.pl>), PerseusWM (<http://perseuswm.pl/>), Weles3 (www.e-adm.pl), MMsoft (<http://mmsoft.com.pl/>), TelkomBud (<http://www.progpol.pl/>), WirtualneOsiedle.pl (www.wirtualneOsiedle.pl), AS (www.inwestprojekt.pl). Użytkownikami tego typu systemów są głównie: spółdzielnie mieszkaniowe, zarządcy wspólnot mieszkaniowych, zarządcy powierzchni biurowych, komunalni zarządcy nieruchomości, spółki zarządzające zasobami gminnymi, deweloperzy. Ich funkcjonalność obejmuje zwykle wspomaganie takich procesów, jak: inwentaryzacja nieruchomości, zarządzanie danymi właścicieli, uchwałami i głosowaniami (w tym wirtualne głosowania, komunikacja z właścicielami i firmami konserwatorskimi, zarządzanie dokumentacją techniczną, planowanie remontów, przeglądów i postępowań ofertowych, kontrola i weryfikacja salda właścicieli, obsługa procesów księgowych, windykacja, wprowadzanie zgłoszeń on-line (np. awarie) i sprawdzanie ich statusu oraz rejestr pism.

Tylko niektóre z wymienionych programów mają moduły związane w jakikolwiek sposób z mapami. W opisie funkcjonalności można znaleźć takie zapisy, jak: plan sytuacyjny obiektu oraz moduł „Grunty”, w tym dołączanie map w wersji elektronicznej (TelkomBud), umiejscowienie nieruchomości na mapie z możliwością podglądu trójwymiarowego (IAN), dokumentacja graficzna zasobów (gromadzenie rysunków, planów, zdjęć z dokumentacji projektowej oraz wszelkich innych obiektów graficznych dotyczących zasobów, przypisywanie dowolnej liczby obiektów graficznych do dowolnego poziomu hierarchii zasobów – lokali, klatek, budynków, nieruchomości, osiedli oraz poziomu wszystkich zasobów), umieszczanie na wydrukach definiowanych obiektów graficznych lub ich bezpośrednie drukowanie (AS), moduł mapy (MMsoft). Żaden z tych systemów nie jest jednak zintegrowany w zaawansowany sposób z systemem GIS.

Drugą grupę rozwiązań, które warto poddać analizie tworzą systemy dla kampusów akademickich. Mają one przede wszystkim formę interaktywnych map i geoportali. Do najbardziej znanych można zaliczyć rozwiązania przygotowane przez studentów Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Politechniki Wrocławskiej oraz Politechniki Warszawskiej. Główne ich cechy opisano poniżej.

System Informacji Przestrzennej AGH (Geoportali AGH) powstał w celu zapewnienia aktualnych danych, umożliwiając swobodne poruszanie się po terenie kampusu, zarówno studentom i pracownikom, jak i tym, którzy znaleźli się na jego terenie po raz pierwszy. Wykonawcami byli przede wszystkim studenci (prace koła naukowego oraz prace dyplomowe). Funkcjonalność ta zapewniona została dzięki budowie serwisu typu geoportali, zastępując tym samym wykorzystywane wcześniej mapy uczelni w postaci analogowej, wydruki oraz tablice informacyjne. Geoportali AGH, zgodnie z założeniami autorów, powinien udostępniać również dane o różnych zdarzeniach i wydarzeniach bieżących związanych z życiem uczelni, przykładowo: organizowane konferencje, remonty dróg, prowadzona rekrutacja (Parkitny i in., 2013). Pierwotna wersja serwisu została zaimplementowana z wykorzystaniem ArcGIS Server 10, później przebudowano system w oparciu o ArcGIS 10.1. Podczas tworzenia aplikacji wykorzystano między innymi ArcGIS API for Silverlight 3.0 (Lupa, Parkitny, 2017). Obecnie system nie jest dostępny w Internecie pod podanymi adresami.

Podobnym rozwiązaniem do przedstawionego powyżej jest internetowa interaktywna mapa kampusu Politechniki Wrocławskiej. Aplikacja powstawała również w ramach prac dyplomowych absolwentów kierunku studiów Geodezja i Kartografia oraz projektów studenckiego koła naukowego. Wykorzystano technologię Esri WebApp Builder. Źródłami danych przestrzennych były dane administrowane przez uczelnię (na przykład plany budynków), ewidencja gruntów i budynków, informacje ogólnodostępne w Internecie (przykładowo o miejscach interesujących dla studentów) oraz dane pozyskane w trakcie pomiarów geodezyjnych (plan bulwaru) i inwentaryzacji terenowej obszaru Uczelni. Pierwsza wersja geoportali zawierała między innymi informacje o budynkach, dziekanatach, bibliotekach, aptekach, punktach gastronomicznych, punktach ksero oraz kolejce linowej Politechniki Wrocławskiej „Polinka”. Aplikacja została opisana w ArcanaGIS (Spych, 2015). W kolejnym etapie (Stec, 2016) projekt został wzbogacony o dane dotyczące struktury organizacyjnej Uczelni – katedry i zakłady wraz z odnośnikami do ich stron internetowych.

Pierwsze prace nad stworzeniem systemu informacji przestrzennej dla Politechniki Warszawskiej (PW) zostały podjęte w 2004 roku w ramach realizacji jednej z prac dyplomowych (Szczykutek, 2005). Wtedy powstało pierwsze prototypowe rozwiązanie wykorzystujące systemy MapInfo i MS Access. Było to rozwiązanie typu *desktop*. Głównym celem opraco-

wania koncepcji GIS i prototypu wybranych komponentów systemu informacji o obiektach Politechniki Warszawskiej było pokazanie korzyści i możliwości z zastosowania systemów informacji geograficznej w zarządzaniu majątkiem i wspomaganie różnego rodzaju jednostek PW. Jako głównych odbiorców wskazano: służby administracyjne, komórki zajmujące się ochroną i bezpieczeństwem osób i mienia, jednostki ratownicze straży pożarnej, studentów, pracowników i gości. Przyjęto, że GIS może posłużyć jako platforma integracji systemów informacyjnych dostępnych na Politechnice Warszawskiej. Zakres informacji wprowadzonych do zbudowanego prototypu obejmował trzy kategorie danych: dane topograficzne (rastrowe i wektorowe), plany wnętrz budynków (wykonano tylko dla Gmachu Głównego PW), zdjęcia obiektów i panoramy wideo (dane multimedialne).

Następnie zrealizowano w Politechnice Warszawskiej prace związane z udostępnieniem opisanej powyżej bazy danych w postaci serwisu internetowego (Bandyk, 2008). Prototyp systemu wykonano stosując bezpłatne oprogramowanie MapServer. W kolejnych latach opracowywano lub aktualizowano mapy (bazy danych) wnętrza Gmachu Głównego PW dla różnych zastosowań (Kruk, 2013; Szymański, 2015; Słowikowski, 2015; Jagura, 2015), wykonano wirtualne wycieczki po budynkach z wykorzystaniem technologii panoram fotograficznych (WSGG, 2011) oraz przygotowano realistyczne modele 3D Kampusu Głównego PW na podstawie danych ze skaningu laserowego (wykonane przez członków Stowarzyszenia Studentów „GEOIDA”). Opracowana została również interaktywna mapa kampusu PW oparta o Google Maps (<https://www.pw.edu.pl/mapa/>).

Na podstawie opisanych wcześniejszych doświadczeń, autorzy niniejszego artykułu zdecydowali się na zaproponowanie rozwiązania znacznie bardziej zaawansowanego, stanowiącego pomost pomiędzy dwoma rodzajami budowanych dotychczas systemów. Rozwiązanie, które będzie miało zarówno charakter systemu informacyjnego, jak i będzie narzędziem wspierającym zarządców nieruchomości. Wspólną płaszczyzną integracyjną dla wielofunkcyjnego systemu stanowi baza danych przestrzennych.

Założenia metodyczne

Politechnika Warszawska posiada kilkaset obiektów zlokalizowanych w całej Polsce. Są to budynki użytkowane w ramach działalności naukowo-badawczej, akademiki, ośrodki wypoczynkowe, schroniska studenckie, budynki gospodarcze wraz z gruntami, na których zostały wybudowane. Zarządzanie takim zasobem to ogromna praca wykonywana przez pracowników administracji. W jej trakcie przetwarzane są duże ilości danych. Analizuje się dokumentację budowli, przegląda mapy, czyta ekspertyzy, pisze raporty. Część zbiorów ma formę cyfrową, większość jednak (do roku 2018) miała postać papierową. Ułatwienie dostępu do tych dokumentów znacząco wpłynęłoby na szybkość i jakość podejmowania decyzji. Dlatego za główny cel projektu budowy Systemu Informacji o Nieruchomościach Politechniki Warszawskiej (SION) przyjęto podniesienie efektywności zarządzania majątkiem PW. Prace pilotażowe zdecydował się sfinansować Kanclerz PW, a koordynacją projektu zajęło się Centrum Informatyzacji PW. Realizacja projektu rozpoczęła się w 2016 roku. Brali w niej udział pracownicy Wydziału Geodezji i Kartografii PW (inicjatorzy projektu), Centrum Informatyzacji PW i przedstawiciele Administracji Centralnej PW. W toku analiz wyróżniono główne cele budowy systemu:

- 1) podniesienie efektywności zarządzania majątkiem PW przez:
 - wspomaganie bieżącego prowadzenia remontów i modernizacji,
 - wspomaganie prac ekip sprzątających,
 - zarządzanie dokumentacją geodezyjną i budowlaną,
 - prognozowanie potrzeb modernizacyjnych,
 - ułatwienie raportowania,
 - wspomaganie procesów wynajmu,
 - analizę efektywności wykorzystania pomieszczeń,
 - plany rozwojowe, plany remontowe i modernizacyjne.
- 2) zapewnienie spełnienia wymagań prawnych dotyczących zarządzania majątkiem przez uczelnie publiczne.

Określono też dodatkowe cele, które powinny zostać osiągnięte na kolejnych etapach rozwijania systemu:

- 1) zwiększenie bezpieczeństwa osób przebywających na terenie PW poprzez:
 - monitoring, analizę ruchu osób i pojazdów,
 - wspomaganie ewakuacji i szkolenia związane z ewakuacją,
 - dostarczanie niezbędnych danych dla służb ratowniczych i policji w przypadkach prowadzenia akcji na terenie PW.
- 2) wprowadzenie ułatwień dla studentów i gości PW – wyszukiwanie pomieszczeń, nawigacja po budynkach i ich otoczeniu.
- 3) wspieranie działań promocyjnych PW.

Przyjęto, że system będzie miał z jednej strony charakter systemu zarządzania dokumentacją techniczną oraz formalno-prawną nieruchomości PW, a z drugiej charakter systemu inwentaryzacyjno-informacyjnego z kluczową rolą informacji geoprzestrzennej. Informacja przestrzenna będzie miała charakter integrujący różne dane o nieruchomościach PW. Zintegrowane mapy nieruchomości będą stanowiły efektywny interfejs dostępu do szczegółowych danych technicznych i formalno-prawnych, a także docelowo będą mogły być wykorzystywane w celach projektowych. Nowoczesne technologie pozyskiwania informacji przestrzennej, między innymi skaning laserowy, umożliwią sukcesywne budowanie precyzyjnych modeli budynków PW, zarówno ich zewnątrz jak i wnętrza. Przez wykorzystanie technologii geoinformatycznych możliwy będzie efektywny dostęp do państwowego cyfrowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, w tym granic nieruchomości, zdjęć lotniczych, modeli terenu i danych topograficznych.

Bardzo ważnym elementem składowym systemu będzie także system zarządzania dokumentacją, wspierający utworzenie cyfrowego repozytorium dokumentów (skanowanie i digitalizacja wybranych elementów papierowych planów budynków, planów instalacji, skanowanie dokumentów opisujących przeprowadzone remonty, parametry urządzeń, itd.), jak i ich efektywne wyszukiwanie.

W związku z powyższym przewidziano budowę dwóch głównych repozytoriów danych:

- 1) baza danych przestrzennych,
- 2) baza dokumentacji technicznej i formalno-prawnej.

Najważniejsze przyjęte założenia podstawowe dla projektu bazy danych są następujące:

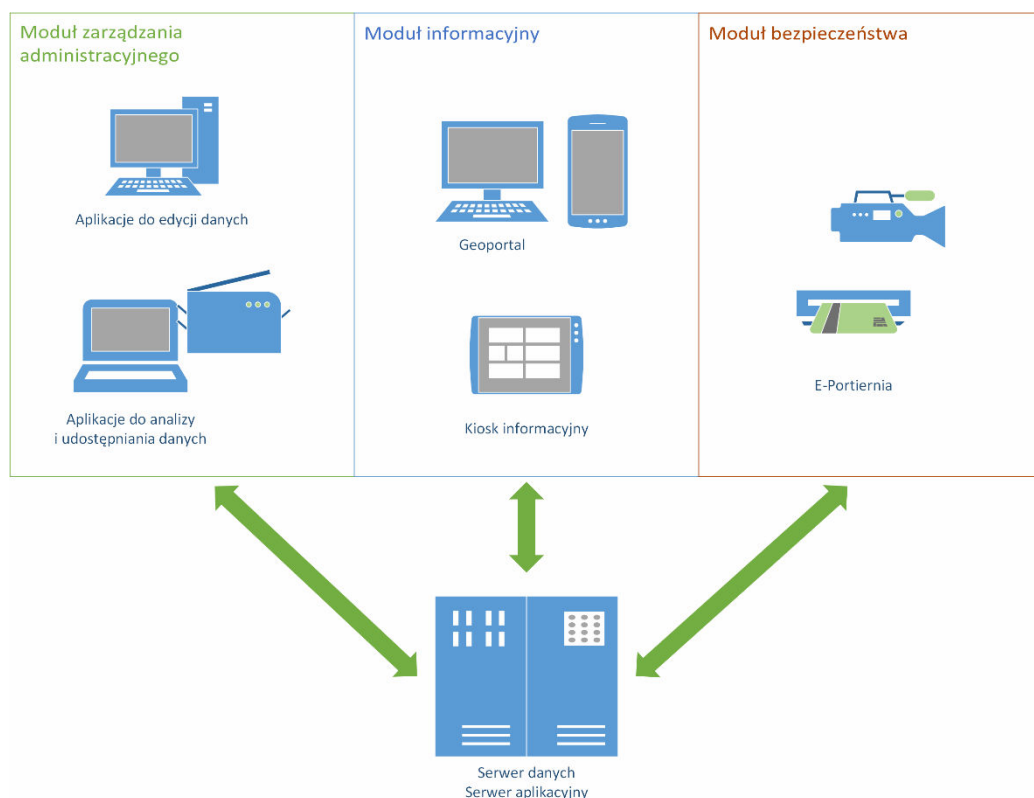
- kompatybilność z istniejącymi standardami, gwarantująca możliwość efektywnej i precyzyjnej wymiany informacji z zewnętrznymi zbiorami danych,
- możliwość reprezentowania geometrii danych przestrzennych zgodnie z normą ISO 19107 (PN-EN ISO 19107 Informacja geograficzna – Schemat przestrzenny) także w postaci obiektów 3D,

- bogaty zbiór atrybutów umożliwiający oddanie semantyki obiektów o zróżnicowanej charakterystyce (budowle, dokumenty, procesy),
- prawidłowa obsługa procesów realizowanych przez użytkowników systemu.

Aby spełnić te warunki, przyjęto, że podjęta zostanie próba opracowania zintegrowanego modelu danych wykorzystującego elementy modeli CityGML, EGiB oraz IndoorGML wraz z dodatkowymi rozszerzeniami.

Od strony użytkowej założono, że projektowany system od strony aplikacyjnej będzie się składał z trzech podstawowych modułów (rys. 1):

- 1) modułu zarządzania administracyjnego,
- 2) modułu informacyjnego,
- 3) modułu bezpieczeństwa



Rysunek 1. Ogólny model środowiska aplikacji systemu SION

Rozpatrując potencjalną funkcjonalność projektowanych aplikacji uznano, że powinny realizować typowe zadania stawiane aplikacjom klasy GIS, takie jak: wizualizacja danych w postaci mapy oraz wyszukiwanie i edycja informacji o zinwentaryzowanych obiektach. Jako funkcję wyróżniającą proponowane rozwiązanie wskazano możliwość wyszukiwania dokumentów związanych z budynkami, działkami i elementami infrastruktury na podstawie ich atrybutów opisowych oraz przy użyciu relacji przestrzennych. Umożliwi to znalezienie

na przykład decyzji administracyjnych dotyczących obiektów we wskazanym zasięgu przestrzennym. Dbając o bezpieczeństwo i efektywność systemu przyjęto założenie o zróżnicowaniu uprawnień dostępu do poszczególnych aplikacji. Uznano między innymi, że możliwość bezpośredniego odczytu i edycji bazy danych powinna być ograniczona. Taką możliwość powinni mieć tylko specjalnie przeszkoleni użytkownicy na limitowanych stanowiskach edycyjnych wyposażonych w aplikacje typu *desktop*. Pozostałe aplikacje powinny czerpać informacje za pośrednictwem dedykowanych serwisów pośredniczących.

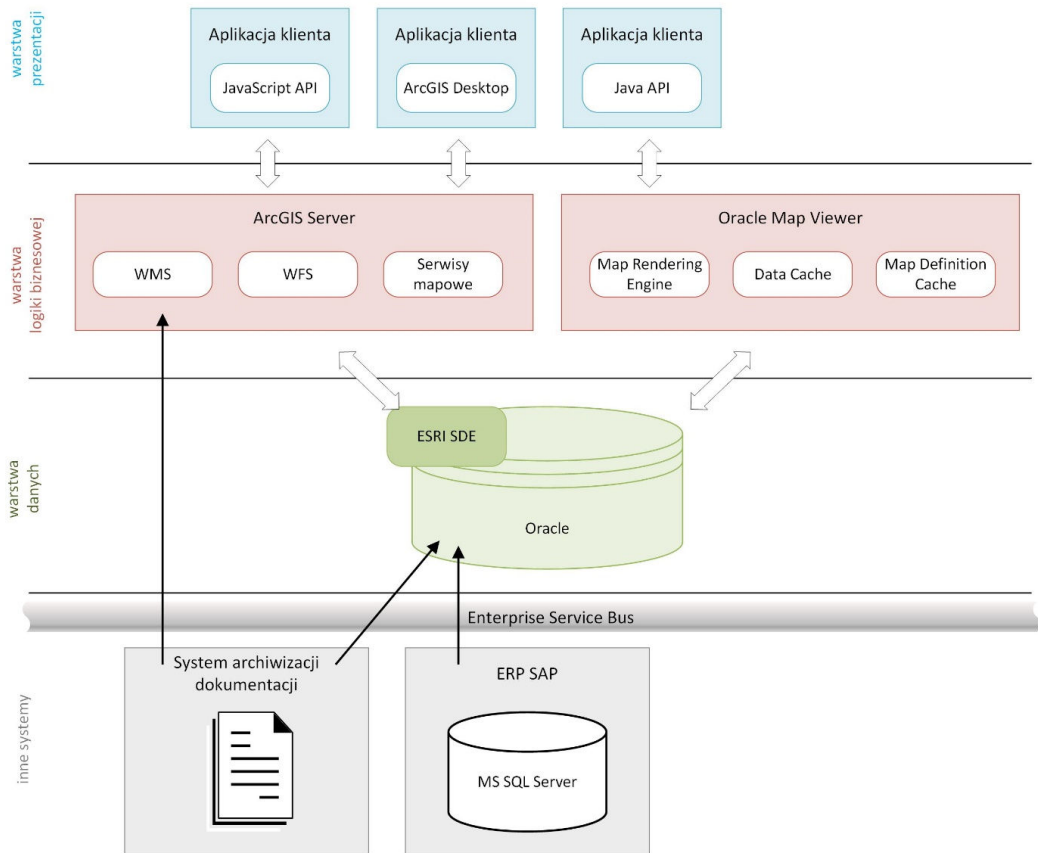
Analizy wykazały, że z wielu względów system powinien być zaprojektowany w architekturze trójwarstwowej. W takim modelu rozwiązania informatycznego, warstwy to logicznie wydzielone komponenty systemu dedykowane zadanej funkcjonalności (warstwa danych, logiki biznesowej i prezentacji). Poszczególne komponenty systemu mogą być osadzone na różnych urządzeniach, mogą pochodzić od innych producentów, muszą się tylko we właściwy sposób komunikować. Wśród wielu zalet tego podejścia można wskazać łatwą skalowalność, elastyczność w doborze oprogramowania i sprzętu, możliwość wykorzystania elementów istniejących systemów. Ta ostatnia cecha pozwoli z założenia wykorzystać istniejące już zasoby informatyczne Politechniki Warszawskiej. Dzięki temu w przyszłości system będzie można integrować z innymi systemami, na przykład ERP (SAP) (ang. *Enterprise Resource Planning* – Planowanie Zasobów Przedsiębiorstwa). Skrót jest używany jako określenie klasy oprogramowania do kompleksowego wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem. SAP to jeden z producentów takiego oprogramowania.

Projekt systemu

Architektura systemu

Zgodnie z przyjętymi założeniami opisanymi w poprzednim rozdziale, przyjęto że system będzie realizowany w architekturze trójwarstwowej. Ustalono, że „warstwę danych” tworzyć będzie relacyjna baza danych przestrzennych, zbiory plików pochodzących ze skanowania dokumentacji papierowej oraz baza z metadanymi tych plików. W warstwie „logiki biznesowej” znajdzie się oprogramowanie przeznaczone do udostępniania danych, w szczególności w postaci serwisów mapowych. „Warstwę prezentacji” będą stanowić różne aplikacje – zarówno oprogramowanie klasy *desktop* o dużych możliwościach, ale i dużych wymaganiach sprzętowych, jak i aplikacje internetowe bądź mobilne, mające mniejsze możliwości, za to dostępne z niemal każdego miejsca. Schemat tego rozwiązania przedstawiono na rysunku 2.

Na etapie testowego wdrożenia systemu zaprojektowano dwa rodzaje aplikacji. Pierwszą jest aplikacja GIS typu *desktop* przeznaczona dla administratora systemu, z pomocą której można edytować dane, prowadzić zaawansowane analizy, kontrolować jakość danych. Druga aplikacja (tzw. „cienki klient”), dedykowana dla standardowego użytkownika, ma postać aplikacji internetowej i umożliwia: przeglądanie danych, wyszukiwanie, nieskomplikowane analizy przestrzenne, edycję wybranych klas danych.



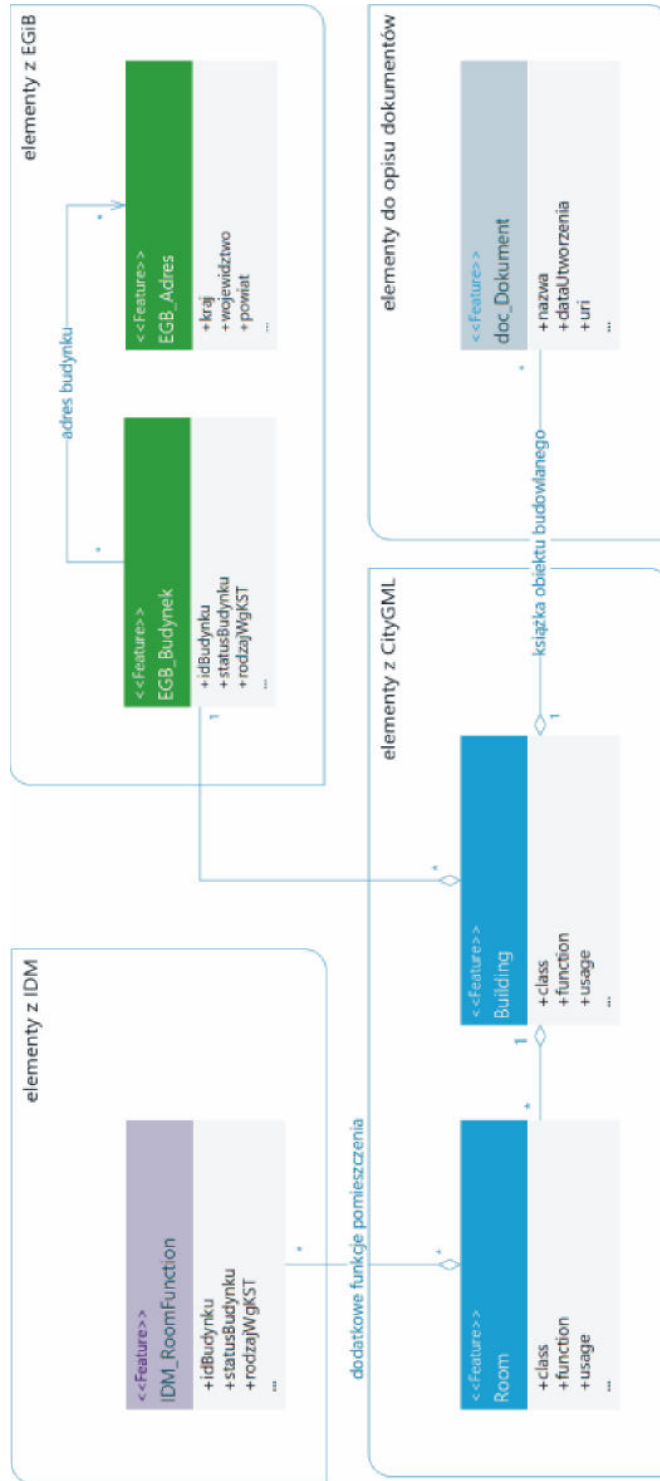
Rysunek 2. Architektura systemu SION

Model pojęciowy bazy danych

Projektując bazę danych kierowano się wstępnymi założeniami oraz wytycznymi określonymi w pierwszym etapie badań. Wpłynęły one zarówno na strukturę bazy, jak i sposób jej implementacji.

W efekcie zaproponowany model pojęciowy bazy danych składa się z elementów kilku istniejących już innych modeli (IDM, EGİB, CityGML), co pokazano na rysunku 3.

Chcąc zapewnić zgodność bazy z istniejącymi standardami zdecydowano się wykorzystać jako fundament modelu standard CityGML. Głównym założeniem jego twórców (OGC – Open Geospatial Consortium) było zbudowanie platformy umożliwiającej łatwy, powszechny dostęp do modeli miast 3D, a w nich do ich poszczególnych składników: geometrii obiektów, atrybutów, relacji między tymi obiektami. Istotną cechą modelu CityGML jest wieloskalowość, czyli możliwość gromadzenia danych o obiektach będących na różnych poziomach uogólnienia (szczegółowości). Pozwala to łączyć w jednej bazie informacje o obiektach mających odmienną charakterystykę, a także przypisywać obiektom kilka reprezentacji geometrycznych. CityGML, uznany za standard OGC od 2008 roku, sprawdził się w wielu wdro-



Rysunek 3. Przykład użycia klas z różnych istniejących modeli danych przestrzennych do tworzenia nowego modelu bazy danych dla systemu SION

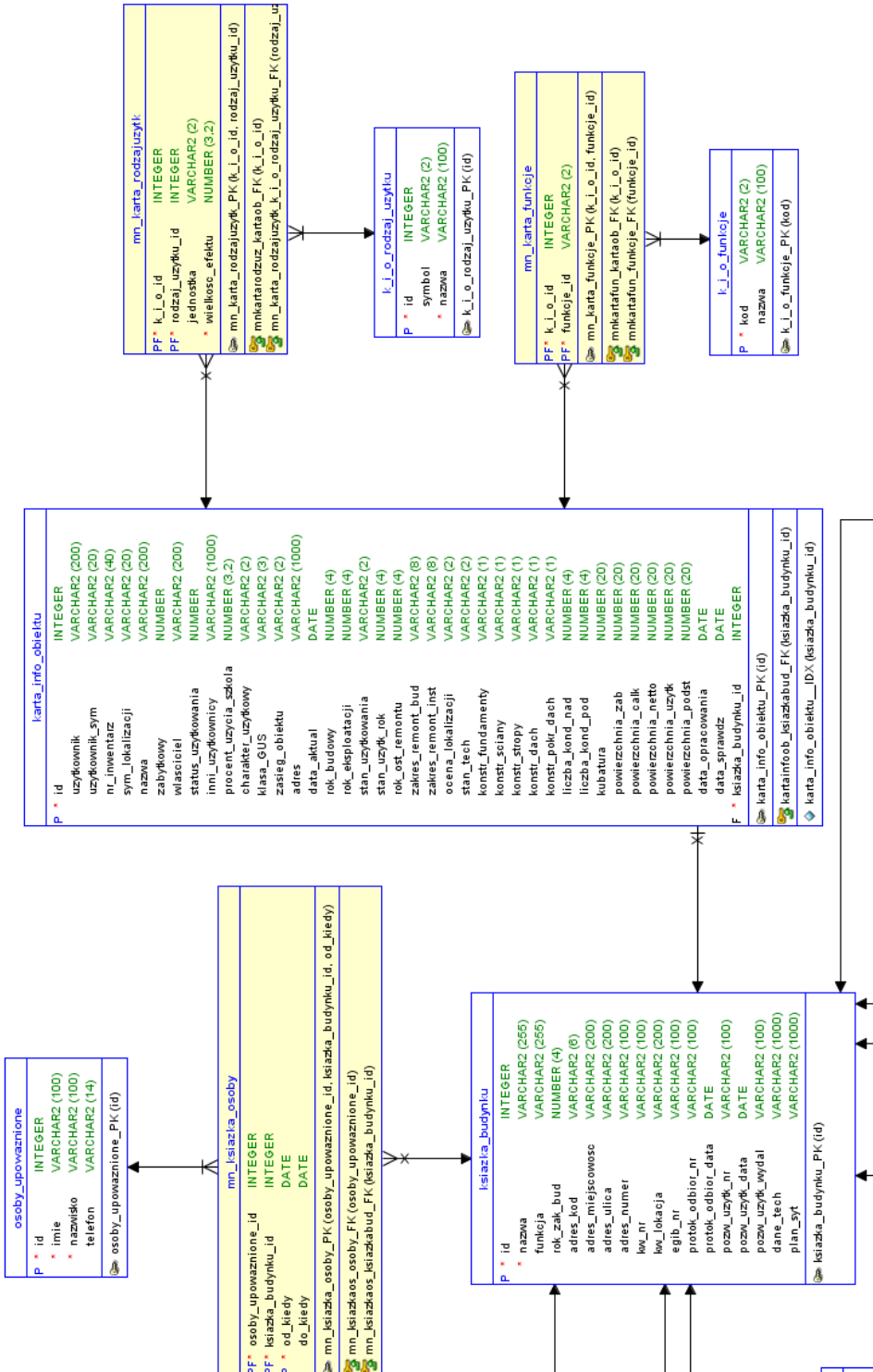
zeniach. Taki wybór gwarantuje kompatybilność bazy z danymi z wielu innych źródeł i otwiera możliwość wykorzystania danych z bazy w innych aplikacjach.

Zgodnie z przyjętymi założeniami jedną z istotnych cech projektowanego systemu jest wszechstronne wykorzystanie danych o wnętrzach budynków. W tym zakresie model CityGML jest niewystarczający. Jego schemat nie pozwalał zamodelować pewnych elementów wnętrza budynku w taki sposób, żeby efektywnie je wykorzystywać w aplikacjach. Wykorzystano więc elementy z modelu IDM opracowanego kilka lat temu w Zakładzie Kartografii Wydziału Geodezji i Kartografii PW. Wykorzystuje on elementy innego standardu OGC o nazwie IndoorGML. Takie rozwiązanie umożliwia wiązane informacji o topografii budynku z informacjami niezbędnymi w aplikacjach nawigacyjnych.

Chcąc utrzymać informację formalno-prawną o nieruchomościach w postaci zgodnej ze standardami, wykorzystano także elementy modelu pojęciowego polskiej bazy danych EGiB (Ewidencja Gruntów i Budynków). Zdecydowano, że informacje o: budynkach, adresach, lokalach pochodzące z EGiB nie będą importowane do klas z modelu CityGML, ale będą pozostawać w osobnych strukturach. W takim podejściu należało rozważyć rodzaj relacji między równoważnymi obiektami z tych modeli. Należało na przykład w odpowiedni sposób zdefiniować relację między klasą **Building** z CityGML i **EGB_Budynek** z modelu EGiB. W standardzie CityGML nie ma precyzyjnie określonego znaczenia obiektu klasy **Building** (to zależy od konkretnego zastosowania). W modelu EGiB obiekt z klasy **EGB_Budynek** jest używany do reprezentacji obiektu budowlanego zgodnie z definicją określoną przepisami odpowiedniej ustawy. Uznano, że klasy EGiB **EGB_Budynek** i CityGML **Building** powiązane zostaną relacją 1:N. Budynek, który w EGiB jest reprezentowany przez jeden obiekt w bazie danych, w modelu opartym o standard CityGML może być reprezentowany przez kilka takich obiektów. Najprostszym przykładem może być budynek zbudowany w formie dwóch brył połączonych fizycznym łącznikiem. W celu właściwej prezentacji w CityGML musi on być reprezentowany przez 3 obiekty, natomiast w EGiB będzie to jeden obiekt. EGiB to oczywiście dla projektowanego systemu także podstawowe źródło danych o działkach i jednostkach administracyjnych.

Do prawidłowej obsługi procesów realizowanych przez użytkowników systemu utworzono struktury niezbędne dla zapisywania informacji między innymi o inwestycjach i remontach budynków. Dodano elementy umożliwiające opisanie specyficznych cech nieruchomości wymagane do sprawnego zarządzania. W ten sposób powstał między innymi moduł „Książka Obiektu Budowlanego”. Na rysunku 4 pokazano fragment modelu logicznego bazy danych dotyczącego tego właśnie modułu. Zgodnie z przyjętymi na wstępie założeniami, utworzono także strukturę umożliwiającą przypisanie do różnych dokumentów inwentaryzowanych w systemie (na przykład: decyzje administracyjne, dokumentacja projektowa) odpowiadającą im reprezentację przestrzenną (przykładowo zasięg przestrzenny ich oddziaływania). Razem cały model pozwala na zapis danych niezbędnych między innymi do generowania wymaganych przepisami prawa raportów do systemu POLON (system prowadzony przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, <https://polon.nauka.gov.pl>).

Model logiczny bazy danych opracowano dla oprogramowania Oracle 12c. Dbając o efektywność systemu dostosowano mechanizmy współpracy bazy danych i oprogramowania z warstwy logiki biznesowej. Sposobem na to było wykorzystanie na obu warstwach rozwiązania firmy Esri. W związku z tym zasadnicza struktura bazy Oracle została przetworzona na postać tak zwanej *geobazy* Esri. Wykorzystując metodykę Esri w *geobazie* utworzono struktury odpowiedzialne za kontrolę topologii oraz wersjonowanie.



Rysunek 4. Przykładowy fragment modelu logicznego bazy z elementami opisu „Książki Obiektu Budowlanego”

Aplikacje

Aby zrealizować przyjęte założenia do zarządzania danymi wybrano ArcGIS Server 10.5.1 firmy Esri. To oprogramowanie umożliwia tworzenie standardowych serwisów OGC WMS, OGC WFS lub serwisów specyficznych dla technologii Esri. Definicje serwisów realizowano w oprogramowaniu ArcMap z użyciem odpowiednio skomponowanych kompozycji kartograficznych, a następnie uruchamiano je na ArcGIS Server. W kolejnym kroku rozwoju aplikacji warstwa odpowiadająca za przetwarzanie i serwowanie danych zostanie wyposażona w moduł, który umożliwi komunikację z systemem ERP (SAP).

W zakresie funkcjonalności użytkowej zrealizowano aplikacje związane z modułem zarządzania i modułem informacyjnym. Ze względu na ograniczenia niniejszego artykułu, dalej opisane zostaną jedynie wybrane cechy prototypowej aplikacji wspomagającej zarządzanie budynkami. Funkcjonalność ta będzie w pełni wykorzystana w pozostałych aplikacjach, które będą budowane sukcesywnie w kolejnych miesiącach lub latach. Kwestie dotyczące aplikacji do nawigacji, aplikacji wspomagających wynajem pomieszczeń i obsługę konferencji, aplikacji wspomagających działanie portierni i straży akademickiej zostaną prawdopodobnie przedstawione w oddzielnym artykule.

Rolę aplikacji *desktop* (grubego klienta) spełnia oprogramowanie ArcMap. Wykonano w nim projekty map. Kompozycje kartograficzne map zostały opracowane pod kątem efektywnego realizowania zadań kontroli, wydruku oraz prezentacji efektów analiz przestrzennych. Standardowa funkcjonalność została uzupełniona skryptami języka Python, które pomogły w filtrowaniu danych oraz ich edycji i kontroli.

Aplikację internetową (cienkiego klienta) zrealizowano z wykorzystaniem ArcGIS API for JavaScript 4.4. Tworzono ją w środowisku deweloperskim WebAppBuilder for ArcGIS. Ułatwiło to integrację aplikacji z danymi serwisów mapowych, ale również zapewniło łatwość projektowania interfejsu. Tak zwany „framework JavaScript” gwarantował między innymi wysoką responsywność (skalowalność), czyli dostosowanie interfejsu aplikacji do wymiaru ekranu urządzenia. W ten sposób z aplikacji można swobodnie korzystać zarówno na komputerach typu PC, jak i na urządzeniach mobilnych.

Główna, z punktu widzenia większości użytkowników, aplikacja ma formę geoportalu. Zaproponowana funkcjonalność umożliwia przeglądanie, przeszukiwanie i wykonywanie prostych zadań edycyjnych. Na rysunku 5 pokazano przykład efektów selekcji dokonanej na podstawie wprowadzonej przez użytkownika nazwy obiektu. Zasadniczym elementem interfejsu jest wielowarstwowa mapa. Tworząc kompozycję kartograficzną oraz dobierając treści mapy starano się, żeby realizowany przekaz kartograficzny miał takie cechy, jak: wieloskalowość, wielopostaciowość, interaktywność, multimedialność (Gotlib, 2011). W związku z tym mapa prezentuje na różnych poziomach skalowych odmienne treści, adekwatne dla danej skali mapy. Wiele obiektów prezentowanych na mapie ma przypisane dane multimedialne – są to na przykład zdjęcia budynków i dokumentacja (zeskanowana) w postaci plików pdf. Użytkownik może je obejrzeć po kliknięciu w odpowiedni link prezentowany w oknie opisu obiektu.

Na mapie widoczne są wybrane dane ogólnogeograficzne (między innymi pochodzące z zasobu Open Street Map), granice nieruchomości, zasięg różnych dokumentów oraz ortofotomapy. Użytkownik może samodzielnie dołączyć zbiór pochodzący z zasobów zewnętrznych (jako kolejną warstwę). Mogą to być serwisy mapowe w standardach OGC, pliki KML, serwisy mapowe z innych instancji ArcGIS Server.



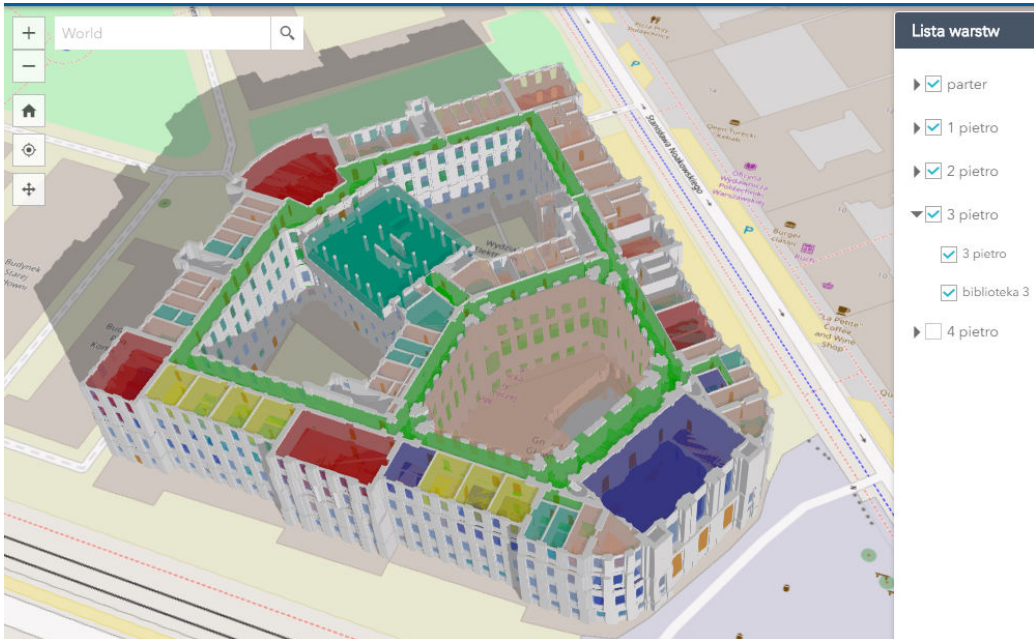
Rysunek 5. Interfejs i widok na dane w aplikacji SION: funkcja „wyszukiwanie danych” i „prezentacja danych opisowych”

Użytkownik może wykonywać także proste zadania edycyjne (pełna edycja możliwa jest tylko z poziomu oddzielnego modułu edycji w aplikacji typu *desktop*). Dotyczą one przede wszystkim wprowadzania atrybutów i zasięgu dokumentów dotyczących budynku, informacji o realizowanych lub planowanych inwestycjach i remontach. Zaproponowano i zaimplementowano też funkcję tworzenia notatek, czyli informacji roboczych, które mają się pojawić na jakiś czas na mapie i być widoczne dla wszystkich zainteresowanych (rys. 7). W ten sposób uprawniony użytkownik może na przykład wprowadzić czytelny dla wszystkich użytkowników komunikat, że w zadanym miejscu, w nadchodzącym tygodniu, teren jest zarezerwowany przez ekipę sprząającą lub ekipę telewizyjną. Jest to więc forma komunikacji między użytkownikami za pośrednictwem mapy.

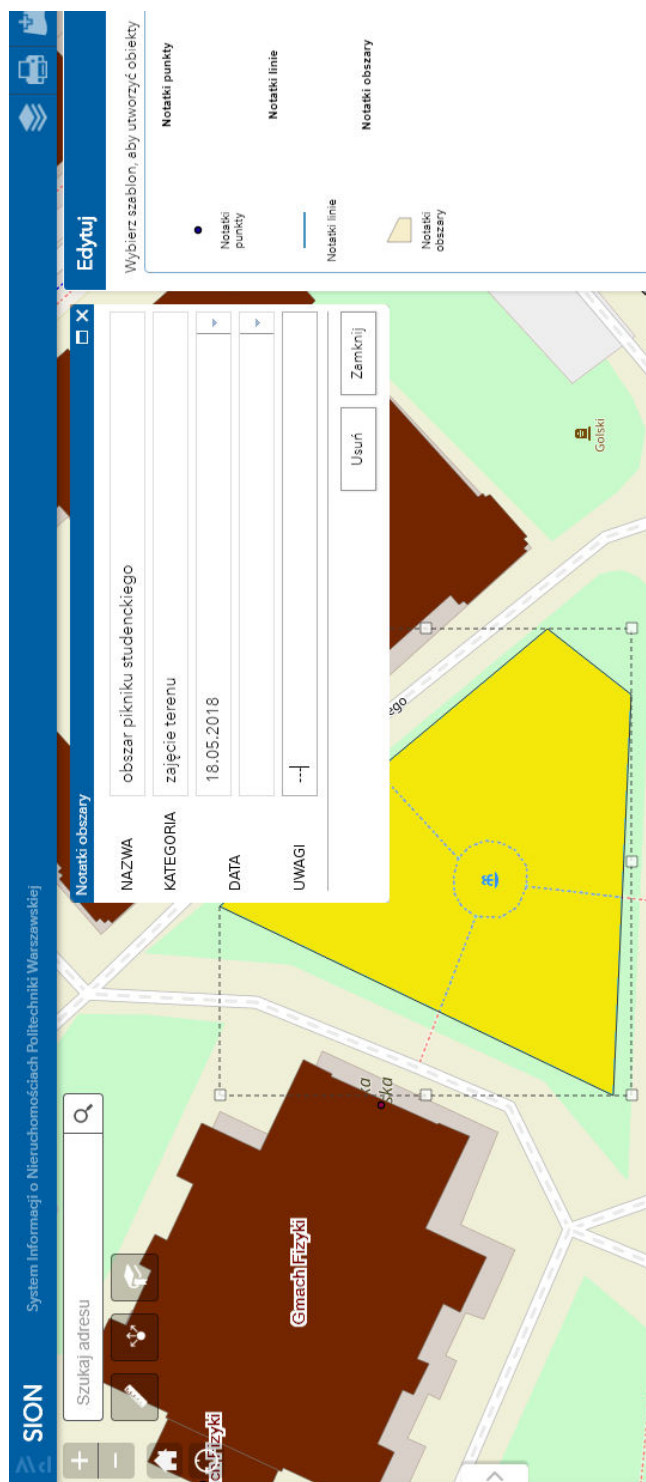
Dostępne w aplikacji narzędzia pozwalają łatwo wykonywać typowe dla aplikacji GIS zadania: pomiary długości i powierzchni, odczyty współrzędnych, drukowanie.

Wspomniano jak duże znaczenie ma możliwość reprezentowania danych o nieruchomościach w postaci 3D. W bazie przygotowano do tego niezbędne struktury, zaś w aplikacji wbudowano narzędzie do przeglądania budynków modelowanych jako trójwymiarowe. Przykład działania pokazano na rysunku 6. Użytkownik może taki obiekt obracać, skalować oraz włączać widok tylko tych poziomów budynku, które chce zobaczyć.

Obecnie trwają prace nad integracją modeli 3D wszystkich budynków Politechniki Warszawskiej znajdujących się na terenie Warszawy (kilkadziesiąt obiektów) wykonanych metodami fotogrametrycznymi w ramach jednej z prac dyplomowych (Borkowska, Szymańska, 2018). Przykład opracowanego modelu pokazano na rysunku 8.



Rysunek 6. Interfejs i widok na dane w aplikacji SION: funkcja „przeglądarka danych 3D”



Rysunek 7. Interfejs i widok na dane w aplikacji SION: funkcja „edycja notatki”



Rysunek 8.
Przykład modelu 3D
budynku Politechniki
Warszawskiej
– akademik „Riviera”
(Borkowska, Szymańska,
2018)

Ocena wyników i zalecenia

Przeprowadzone pierwsze testy opracowanego prototypu potwierdziły, że istnieją duże możliwości usprawnienia procesu zarządzania nieruchomościami PW, zarówno w zakresie efektywności przepływu danych, jak i modelowania procesów biznesowych.

Przeprowadzone z interesariuszami biorącymi udział w zarządzaniu nieruchomościami PW rozmowy wykazały następujące niedogodności dotychczasowych rozwiązań (przed wdrożeniem SION), które mogą być zminimalizowane lub usunięte po wdrożeniu SION:

- duża część dokumentacji budowlano-architektonicznej istnieje tylko w formie papierowej i znajduje się w archiwum w formie skrótych; wydawanie właściwych dokumentów dla firm realizujących inwestycje i remonty nieruchomości PW niejednokrotnie wymaga długich kwerend i nie zawsze dają satysfakcjonujące wyniki,
- dostęp do obecnych danych (w formie analogowej) jest ograniczony wyłącznie do specjalnych komórek organizacyjnych a udostępnianie danych trwa długo i obciąża w wielu przypadkach niepotrzebnie pracowników tych komórek,
- odpowiedzialność za aktualizację informacji o poszczególnych obiektach leży po stronie jednostek PW (na przykład wydziałów), które z nich korzystają; gdy trzeba wykonać zbiorcze opracowanie takich danych, na przykład tworząc raport dla administracji rządowej, niezbędne jest uruchomienie złożonego procesu decyzyjnego i zaangażowanie wiele osób z poszczególnych wydziałów, zamiast zautomatyzowanej agregacji zebranych danych cząstkowych,

- analiza stanu prawnego nieruchomości wymaga dopasowywania dokumentów z decyzjami do danych z ewidencji gruntów i budynków na podstawie zestawu identyfikatorów, co jest bardzo żmudnym procesem.

W tym kontekście wykorzystanie SION może usprawnić procesy zarządzania uczelnią. Przeprowadzone badania wykazały, że konieczna jest reinżynieria niektórych istniejących „procesów biznesowych” zachodzących w uczelni. Przykładem może być sposób prowadzenia „Książki Obiektu Budowlanego”. Ten dokument, opisujący wszystkie działania dotyczące inwestycji, remontów i przeglądów budynku, istnieje w formie papierowej i dostępny jest tylko za pośrednictwem osoby zarządzającej konkretną nieruchomością. Ponieważ te dane mogą być przydatne w wielu analizach, zaproponowano żeby ułatwić do nich dostęp i Książki Obiektów Budowlanych prowadzić w formie cyfrowej. Zaprojektowano model nowego procesu, wskazując uczestników i ich role.

Informacja o dokumentach architektoniczno-budowlanych i geodezyjnych dotyczących zadanej nieruchomości będzie mogła być łatwo wyszukana w aplikacji przez wiele osób z różnych komórek organizacyjnych uczelni. Na tej podstawie będzie szybciej niż dotychczas dotrzeć do odpowiednich dokumentów, zarówno aktualnych jak i archiwalnych. Ponieważ wszystkie dane o nieruchomościach mają swoją reprezentację w bazie danych, wykonanie zestawień zbiorczych sprowadza się do wykonania właściwego zapytania w systemie informatycznym, bez potrzeby angażowania wielu zespołów administracyjnych uczelni. Dodatkowo, dzięki wprowadzaniu do bazy danych zasięgów przestrzennych „oddziaływania” dokumentów, użytkownicy uzyskują niedostępne wcześniej możliwości, zarezerwowane tylko dla najbardziej wyspecjalizowanych pracowników.

W efekcie wykonanych prac pilotażowych podjęto na przykład decyzję o skanowaniu dużej części dokumentacji i o rozszerzeniu dotychczasowego obiegu dokumentacji w postaci elektronicznej.

Podsumowanie

Przedstawiona koncepcja zakłada szerokie wykorzystanie informacji przestrzennej w zarządzaniu budynkami i gruntami przez właścicieli lub zarządców chcących usprawnić, realizowane dotychczas metodami tradycyjnymi, zadania i obowiązki.

Zaletą takiego podejścia w stosunku do innych rozwiązań jest możliwość wykorzystania narzędzi charakterystycznych dla metodyki GIS, które zmieniają sposób wyszukiwania danych. Umożliwia to zadawanie pytań, w których podstawowym operatorem jest słowo „gdzie”.

Przyjęto, że system powinien być oparty o znane standardy, aby umożliwiać w przyszłości łatwe tworzenie kolejnych aplikacji. Dlatego zaproponowano unikalną koncepcję modelu danych, będącego hybrydą kilku standardowych modeli danych: CityGML, IndoorGML, EGiB. Zbudowane do tej pory aplikacje prototypowe pozwalają pierwszym testowym użytkownikom systemu przeglądać, analizować i edytować dane o nieruchomościach Politechniki Warszawskiej. Zaprojektowana architektura umożliwi łatwe dodawanie kolejnych modułów o dodatkowej funkcjonalności, integrując w jednym systemie szerokie spektrum zagadnień (zarządzanie, bezpieczeństwo, nawigacja, promocja).

Otwarta architektura daje też możliwość integrowania systemu z innymi istniejącymi rozwiązaniami informatycznymi. Planowana jest integracja z system finansowo-księgowym i inwentaryzacyjnym klasy ERP (w Politechnice Warszawskiej jest to system SAP) oraz

z systemem typu DMS (ang. *Document Management System* – System Zarządzania Dokumentami) zapewniającym cyfrowe przechowywanie i obieg wszelkich dokumentów.

Budowa złożonego systemu geoinformacyjnego, dla realizacji jednego z wymienionych celów, często okazuje się zbyt kosztowna. Zaproponowana idea zakłada budowę takiej architektury systemu, aby mógł on być wykorzystywany do wielu celów. To kluczowa zaleta zaproponowanego rozwiązania i podstawowy wniosek z wykonanych badań.

Przeprowadzone na prototypie badania i testy potwierdziły poprawność przyjętych założeń oraz wykonalność zadania, zarówno w sensie technologicznym jak i finansowym. Zaproponowane rozwiązania nie są dedykowane jedynie uczelniom wyższym. Potrzeby w tym zakresie innych właścicieli i zarządców dużych nieruchomości są podobne. Dlatego wykorzystując opisane doświadczenia, autorzy równolegle opracowali rozwiązanie do wspomaganie zarządzania centrami handlowymi. Badania i prace rozwojowe są aktualnie kontynuowane. Rozpoczyna się także pierwsza faza wdrożenia systemu w Politechnice Warszawskiej (wdrożenie realizowane jest przez Centrum Informatyzacji PW w ścisłej współpracy z innymi jednostkami Administracji Centralnej PW).

Podziękowania. Autorzy dziękują recenzentom za cenne uwagi, które podniosły poziom merytoryczny przedstawionej publikacji. Autorzy dziękują za współpracę pracownikom Centrum Informatyzacji PW oraz służbom administracyjnym podległym Kanclerzowi PW.

Finansowanie. Prowadzone badania i niniejsza publikacja została sfinansowana ze środków własnych Politechniki Warszawskiej oraz ze środków na badania statutowe.

Literatura (References)

- Administrator24, 2015: Ranking najlepszych programów wspierających zarządzanie nieruchomościami. Programy wspierające zarządzanie nieruchomościami (Ranking of the best software tools supporting real estate management. Applications supporting real estate management). <http://www.administrator24.info/artukul/id4016,ranking-najlepszych-programow-wspierajacych-zarzadzanie-nieruchomosciami>
- Apanowicz Jerzy, 2002: Metodologia ogólna (The general methodology): s. 159, Gdynia, Wydawnictwo Diecezji Pelplińskiej „Berdardinum”. <https://docplayer.pl/1535620-Jerzy-apanowicz-metodologia-ogolna.html>
- Baudych Bartłomiej, 2008: Opracowanie internetowego serwera informacji przestrzennych o obiektach Politechniki Warszawskiej (Development of a web spatial information server about facilities of the Warsaw University of Technology). Praca dyplomowa, Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, opiekun: dr hab. inż. Dariusz Gotlib, prof. PW.
- Borkowska, Szymańska, 2018: Modelowanie i wizualizacja 3D budynków Politechniki Warszawskiej z wykorzystaniem wieloźródłowych danych fotogrametrycznych (Modelling and 3D visualisation of the Warsaw University of Technology buildings using multisource photogrammetric data). Praca dyplomowa, Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, opiekun dr inż. Krzysztof Bakula.
- Jagura Arkadiusz, 2015: Aktualizacja informacji o wnętrzu budynku w oparciu o klasyczne pomiary geodezyjne i skaniny laserowe (Updating information on a building interior basing on conventional surveys and laser scanning). Praca dyplomowa, Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, opiekun: dr hab. inż. Dariusz Gotlib, prof. PW.
- Gotlib Dariusz, 2011: Metodyka prezentacji kartograficznych w mobilnych systemach lokalizacyjnych i nawigacyjnych (Methods of cartographic presentation for mobile navigation and location based systems). *Prace naukowe Politechniki Warszawskiej. Geodezja* z. 48: 5-158, Oficyna Wydawnicza PW.
- Kruk Kamil, 2013: Wykorzystanie mobilnego systemu pomiarowego GIS do tworzenia nawigacyjnych planów budynków (The use of a mobile GIS measuring system for development of navigational plans of

- buildings). Praca dyplomowa, Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, opiekun: dr hab. inż. Dariusz Gotlib, prof. PW.
- Lupa Michał, Parkitny Łukasz, 2017: Z nami nie zabłądzisz – geoportal AGH. Jak to robiliśmy? (You will not be lost with us – the AGH Geoportal. How did we make it?). *Arcana GIS*, Warszawa, Esri Polska. <http://www.arcanagis.pl/z-nami-nie-zabladzisz-geoportal-agh-jak-to-robilismy/>
- Parkitny Łukasz, Lupa Michał, Materek Karolina, Inglot Adam, Pałka Paweł, Mazur Katarzyna, Koziół Krystian, Chuchro Monika, 2013: Koncepcja i opracowanie geoportalu AGH (The concept and development of AGH Geoportal). *Roczniki Geomatyki* 11 (3): 79-85, Warszawa, PTIP.
- PN-EN ISO 19107:2010 Informacja geograficzna – Schemat przestrzenny (Geographic information – Spatial schema (ISO 19107:2003)). Polski Komitet Normalizacyjny.
- Słowikowski Robert, 2013: Wspomaganie zarządzania budynkiem uczelni za pomocą SIP na przykładzie Gmachu Głównego Politechniki Warszawskiej (Supporting a university building administration using the example of the Main Building of the Warsaw University of Technology). Praca dyplomowa, Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, opiekun: dr inż. Jerzy Chmiel.
- Spych Joanna, 2015: Kampus Politechniki Wrocławskiej na narzędziach WebApp Builder (The campus of the Wrocław University of Technology using WebApp Builder tools). *Arcana GIS*, jesień: 34-36, Warszawa, Esri Polska. http://www.esri.pl/images/Acana_GIS_pdf/arcana_09_2015.pdf
- Stec Katarzyna, 2016: Aktualizacja projektu geoportalu Kampusu Politechniki Wrocławskiej (Updating the design of the geoportal of the Campus of Wrocław University of Science and Technology). Praca dyplomowa inżynierska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej.
- Szczekutek Bartosz, 2005: Opracowanie wybranych elementów systemu informacji geograficznej o obiektach Politechniki Warszawskiej (Development of selected elements of a geographic information system concerning facilities of the Warsaw University of Technology). Praca dyplomowa, Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, opiekun: dr hab. inż. Dariusz Gotlib, prof. PW.
- Szymański Jakub, 2015: Opracowanie mapy Gmachu Głównego Politechniki Warszawskiej na potrzeby mobilnych systemów nawigacji w budynkach (Development of a map of the Main Building of the Warsaw University of Technology for the needs of mobile navigation systems in buildings). Praca dyplomowa, Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, opiekun: dr hab. inż. Dariusz Gotlib, prof. PW.
- WSGG, 2011: Wirtualny spacer po Gmachu Głównym PW (A virtual walk inside the Main Building of the Warsaw University of Technology). Stowarzyszenie Studentów Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej GEOIDA. <https://www.pw.edu.pl/Uczelnia/Osiagniecia/Wirtualny-spacer-po-Gmachu-Glownym-PW>

Streszczenie

Efektywne zarządzanie dużym majątkiem, w szczególności o znaczącym i rozproszonym zasięgu przestrzennym, wymaga obecnie wspomagania przez nowoczesne rozwiązania informatyczne. Rosną też potrzeby użytkowników nieruchomości, na przykład w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa i poruszania się wewnątrz dużych obiektów, takich jak: kampusy akademickie, centra handlowe i komunikacyjne. Zaspokojenie tych potrzeb wymaga dostępu do różnorodnych danych przestrzennych: map ewidencji gruntów i budynków, map zasadniczych, planów zagospodarowania przestrzennego, modeli 3D budynków i map wewnątrz budynków. Obecnie dostępne technologie i koncepcje z zakresu GIS umożliwiają znaczące usprawnienie wielu procesów związanych z użytkowaniem i zarządzaniem nieruchomościami. Dlatego na Politechnice Warszawskiej podjęto próbę opracowania koncepcji, a następnie wykonania prototypu wielofunkcyjnego systemu informacji o nieruchomościach Politechniki Warszawskiej.

W artykule przedstawiono podstawowe założenia koncepcyjne systemu oraz omówiono wybrane cechy wykonanego prototypu. Kluczową rolę w systemie odgrywa autorski, zintegrowany model danych wykorzystujący elementy modeli CityGML, EGIB oraz IndoorGML, rozszerzony o dodatkowe elementy zaproponowane przez autorów. System wykorzystuje zarówno dane pozyskane z zasobu geodezyjnego i kartograficznego, jak i specjalnie wykonane modele wnętrza wybranych budynków.

Funkcjonalnie system został podzielony na następujące składowe: moduł zarządzania, moduł bezpieczeństwa i moduł informacji. Realizują one między innymi takie zadania jak: wspomaganie ewidencji majątku, raportowanie stanu majątku do systemu POLON, archiwizacja i zautomatyzowane udostępnianie dokumentacji budowlanej oraz geodezyjnej i kartograficznej, wspomaganie wynajmu pomieszczeń na cele wewnętrzne i zewnętrzne, wspomaganie straży akademickiej i służb ratunkowych, znajdowanie obiektów i orientacja w przestrzeni (w tym nawigacja). Koncepcja zakłada integrację z kilkoma systemami, między innymi: systemem ERP, systemem rezerwacji sal, systemem USOS. Pod względem kompleksowości rozwiązania, wielofunkcyjności i integracji źródeł danych oraz systemów, omawiane rozwiązanie jest pierwszym tego typu rozwiązaniem w Polsce.

Abstract

At present, the effective management of big real estates of significant spatial distribution requires support from modern IT solutions. Demands of real estate users are also growing, for example in the field of ensuring security and movements inside large objects, such as university campuses, commercial or transport centres. In order to meet those demands the access to different spatial data is required; they include cadastral maps, base maps, spatial arrangement plans, 3D models of buildings and maps of interiors of buildings. Currently available technologies and GIS related concepts allows for significant improvements of many processes related with the use and management of real estates. Therefore an attempt was undertaken at the Warsaw University of Technology aiming at development of a concept and then a prototype of a multifunctional information system concerning real estates of this University .

The paper presents basic conceptual assumptions of the system and discusses selected features of the prototype system. The key role is played in that system by the original, integrated data model which uses elements of the CityGML, EGiB and IndoorGML models, amended by additional elements proposed by the authors. The system uses both, data from geodetic and cartographic resources, as well as dedicated models of interiors of selected buildings. Functionality of the system has been divided into the following components: the management module, the security module and the information module. Among others, they perform such tasks as: support for inventory of real estates, reporting to the POLON system, archiving and automated access to building, cartographic and geodetic documentation, support for leasing real estates for internal and external purposes, support for the academic guards and emergency services, finding facilities and spatial orientation, including navigation. The concept assumes integration with several systems, such as: the ERP system, the system of booking rooms, the USOS system. Considering the solution complexity, multi-functionality and integration of data sources and systems the discussed solution is the first solution of this type in Poland.

Dane autorów / Authors details:

dr hab. inż. Dariusz Gotlib, prof. PW
<https://orcid.org/0000-0001-7532-4497>
dariusz.gotlib@pw.edu.pl

mgr inż. Miłosz Gnat
<https://orcid.org/0000-0002-4279-2013>
miłosz.gnat@gmail.com

Przesłano / Received	15.05.2018
Zaakceptowano / Accepted	15.09.2018
Opublikowano / Published	15.11.2018