

WYKORZYSTANIE OPROGRAMOWANIA KLASY MOBILE GIS DLA POTRZEB LOKALIZOWANIA W TERENIE ELEMENTÓW UZBROJENIA SIECIOWYCH SYSTEMÓW TECHNICZNYCH

Marcin DĄBROWSKI

Streszczenie: Przeglądy obiektów technicznych stanowią bardzo istotny element zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu systemów technicznych. Nie inaczej jest w przypadku sieciowych systemów technicznych, od których prawidłowego funkcjonowania zależy ciągłość dostaw mediów takich jak woda pitna, paliwo gazowe, czy energia cieplna. Ze względu na specyfikę tego typu systemów wchodzące w ich skład obiekty techniczne rozproszone są po znacznym terenie i nierzadko znajdują się pod ziemią lub w innych trudno dostępnych miejscach. Z tego względu dla służb eksploatacyjnych bardzo istotna jest dokładna informacja o położeniu nie tylko samych sieci przesyłowych, ale również poszczególnych elementów uzbrojenia tych sieci.

W tym kontekście duże znaczenie mają mapy sieci, które coraz częściej udostępniane są służbom eksploatacyjnym w postaci cyfrowej, za pośrednictwem systemów GIS. W niniejszym artykule opisano przykład zastosowania aplikacji klasy Mobile GIS oraz systemu pozycjonowania GPS do wspomaganie lokalizowania w terenie elementów uzbrojenia sieciowych systemów technicznych.

Słowa kluczowe: GIS, Mobile GIS, GPS, sieciowe systemy techniczne, utrzymanie ruchu, wspomaganie zarządzania eksploatacją

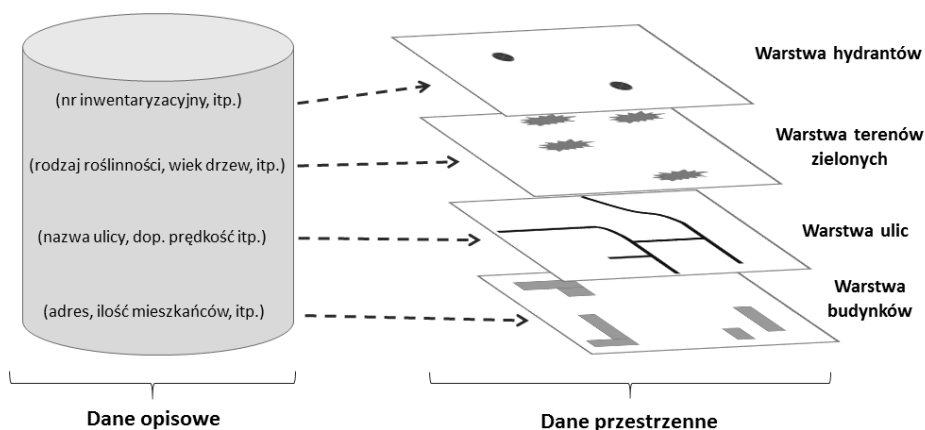
1. Wprowadzenie

Stały rozwój technologiczny w dziedzinie systemów informacji geograficznej (GIS - ang. Geographic Information System) doprowadził do powstania wielu usług bazujących na odniesieniu do lokalizacji w terenie. Obecnie zarówno przedsiębiorstwa, jak i osoby prywatne w szerokim zakresie wykorzystują do swoich codziennych zadań narzędzia bazujące na mapach udostępnianych w sieci Internet. Do najpopularniejszych narzędzi tego typu zaliczyć należy *Google maps*, *Zumi* czy dziesiątki systemów informacji przestrzennej (SIP), które tworzone są przez urzędy miast lub gmin.

Usługi WebGIS poszerzają funkcjonalność udostępnianych systemów mapowych i oprócz przeglądania samych warstw tematycznych coraz częściej umożliwiają również wykonywanie na nich prostych analiz przestrzennych dotyczących np. różnych aspektów środowiskowych [4, 13], społecznych [3] czy gospodarczych [8].

Najbardziej ogólna definicja systemów klasy GIS opisuje je jako rozbudowane oprogramowanie komputerowe, przeznaczone do pozyskiwania, przechowywania, przetwarzania, wizualizacji i analizy oraz interpretacji zespołu danych odniesionych do terenu, tworzących bazę danych przestrzennych [9]. Baza ta integruje dane przestrzenne (graficzne obiekty widoczne na mapach tematycznych w postaci modeli obiektów) oraz dane opisowe (atrybuty charakteryzujące obiekty graficzne w sposób ilościowy lub

jakościowy i powiązane bezpośrednio z obiektami przedstawianymi na mapach). Na rys.1 pokazano ogólną ideę systemów klasy GIS.



Rys. 1. Ogólna idea systemów informacji geograficznej – GIS [opracowanie własne]

Podstawową cechą tego typu systemów jest możliwość tworzenia warstw tematycznych, zawierających dane na temat jednego typu obiektów (np. warstwy: sieci podziemnych, zasuw, hydrantów, przepływomierzy, itp.). Każda z warstw posiada określony zbiór danych opisowych (atrybuty), które dołączane są do wszystkich obiektów znajdujących się na danej warstwie (np. dla przewodów sieciowych atrybutami mogą być: rodzaj materiału, rok budowy, średnica przewodu, itp.).

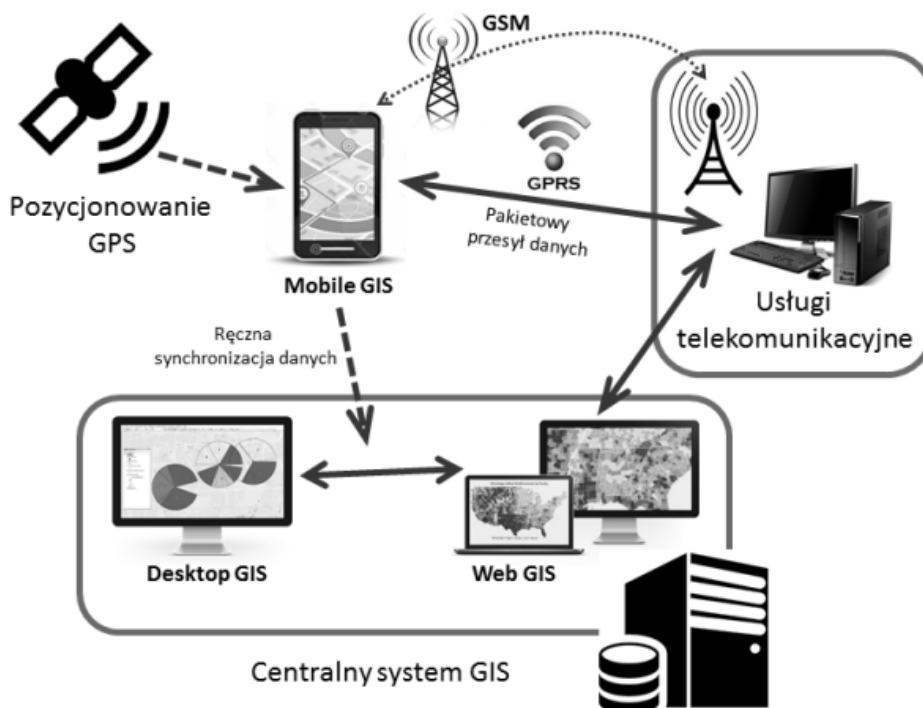
Ewolucja systemów GIS doprowadziła do utworzenia nowych form dostępu do bazy danych przestrzennych, które przestały być już tylko danymi odczytanymi jedynie na komputerach stacjonarnych w jednostce administrującej danym systemem informacji przestrzennej. Systemy GIS przeszły transformację od typowej architektury klient-serwer do szeregu usług internetowych rozwijających je w kierunku działania w trybie czasu rzeczywistego, zamiast operowania jedynie na danych statycznych. Usługi te pozwalają na dostęp do danych w terenie za pośrednictwem urządzeń przenośnych oraz dzięki wykorzystaniu bezprzewodowych sieci łączności.

Połączenie możliwości oferowanych przez Mobile GIS (ang. Mobile Geographic Information System) oraz GPS (ang. Global Positioning System) daje znakomitą platformę do implementacji narzędzi wspomagających w wielu dziedzinach, jak chociażby związanych z rejestracją danych dotyczących zmian w środowisku, które mogą doprowadzić do powstawania klęsk żywiołowych wywołujących zniszczenia w infrastrukturze miejskiej [12], pozwalających na pozyskiwanie i zdalne przesyłanie danych rejestrowanych przez rozproszoną w terenie grupę użytkowników [2], umożliwiających poprawę bezpieczeństwa użytkowników przestrzeni publicznej [14], czy oferujących rozwiązania stanowiące element inteligentnych systemów transportowych [11].

W niniejszym artykule scharakteryzowano specyficzny obszar zastosowania Mobile GIS oraz GPS do wspomagania lokalizowania w terenie obiektów wchodzących w skład infrastruktury sieciowych systemów technicznych. Przedstawione w artykule przykłady wykorzystania narzędzi wspomagających opracowane zostały w oparciu o działające w środowisku *Android OS* oprogramowanie *Locus Map Pro* wraz z dodatkiem *Locus GIS*.

2. Charakterystyka Mobile GIS

Mobile GIS to oprogramowanie przeznaczone do uruchamiania na urządzeniach przenośnych i przystosowane do użytkowania podczas ruchu [1]. W najbardziej ogólnej definicji jest to zintegrowana technologia, która łączy funkcjonalności dostępne w stacjonarnych narzędziach klasy GIS z możliwościami dostępnymi w urządzeniach przenośnych, wliczając w to przesył danych oraz lokalizowanie tych urządzeń w terenie. Na rys. 2 przedstawiono uproszczony schemat architektury Mobile GIS.



Rys. 2. Uproszczony schemat architektury Mobile GIS [opracowanie własne]

Bazowym komponentem dla prezentowanego rozwiązania jest mapa cyfrowa. W zależności od zastosowanego rozwiązania – może to być mapa rastrowa lub wektorowe warstwy tematyczne połączone z bazą danych przestrzennych. Mobile GIS w urządzeniach przenośnych wykorzystuje najczęściej system pozycjonowania GPS do automatycznego nawigowania po mapie lub określania współrzędnych obiektów w terenie. Inną metodą określania pozycji urządzenia mobilnego w terenie jest wykorzystanie do tego celu możliwości sieci GSM (ang. Global System for Mobile Communications), za pośrednictwem której można określić położenie odbiorników GSM pracujących w danej sieci. Ta metoda cechuje się jednak znacznie niższą dokładnością w porównaniu do pozycjonowania z wykorzystaniem GPS. W praktyce pozycja poszczególnych urządzeń mobilnych w sieci GSM wyliczana jest na podstawie porównania sygnałów pochodzących z kilku najbliższych stacji bazowych. Dokładność takiego sposobu określania pozycji może

wynosić od kilkuset do kilkudziesięciu metrów i w dużej mierze zależy od rozmieszczenia stacji bazowych na danym terenie, warunków ukształtowania terenu oraz aberracji sygnału na skutek radiacji i innych zjawisk. Dokładność znacznie spada dla terenów niezabudowanych, gdzie gęstość rozmieszczenia stacji bazowych GSM jest dużo mniejsza. Do pewnych ogólnych zastosowań taka dokładność może okazać się wystarczająca, jednak w przypadku np. prowadzenia inwentaryzacji obiektów uzbrojenia terenu w mieście wymagana jest zdecydowanie wyższa dokładność [10, 16].

Dane przechowywane w urządzeniu Mobile GIS transferowane są w obu kierunkach z centralnym systemem GIS zlokalizowanym w siedzibie przedsiębiorstwa – za pośrednictwem komunikacji bezprzewodowej, np. GPRS (ang. General Packet Radio Service), pozwalającej jednocześnie na dostęp do sieci Internet oraz udostępnianych za jej pośrednictwem usług Web GIS.

Aplikacje Mobile GIS mogą pracować autonomicznie (w trybie off-line) – wówczas informacje pozyskiwane w terenie zapisywane są lokalnie i co pewien czas przesyłane mogą być do centralnej bazy danych przestrzennych podczas ręcznej synchronizacji danych w siedzibie przedsiębiorstwa. Z kolei na samych urządzeniach mobilnych przechowywane są w ich pamięci lokalne kopie całości lub części danych znajdujących się na głównym serwerze centralnego systemu GIS.

Inny tryb pracy tych aplikacji (on-line) zakłada włączenie ich w wielowarstwową strukturę centralnego systemu GIS. W tym wypadku transfer danych do aplikacji Mobile GIS oraz przesył zarejestrowanych danych z aplikacji do systemu centralnego może odbywać się w trybie rzeczywistym za pośrednictwem usług bezprzewodowego przesyłu danych (np. GPRS). W rozwiązaniach tego typu istotną rolę odgrywa operator telekomunikacyjny [1].

Dzięki wymienionym funkcjonalnościom Mobile GIS pracownik wykonujący pracę w terenie nie musi już wracać do biura tylko po to, aby wprowadzać wyniki prac terenowych do komputera stacjonarnego – może tego dokonać zdalnie, bezpośrednio po wykonaniu danej czynności na aplikacji mobilnej. Tą samą drogą użytkownik może otrzymywać aktualne dane z centralnego systemu GIS.

Urządzenia przenośne spełniające wymagania stawiane przez aplikacje Mobile GIS zaliczyć można do trzech podstawowych grup: odbiorniki GPS, telefony komórkowe klasy smartfon, oraz komputery przenośne typu PDA (ang. Personal Digital Assistant), które znane są również jako palmtopy.

Każde z wymienionych urządzeń przenośnych posiada komponenty wymagane do prawidłowego funkcjonowania aplikacji Mobile GIS. W szczególności są to [16]:

- **komponent GPS** zapewniający automatyczne wyznaczenie współrzędnych obiektów lub miejsc, które wprowadzane są do systemu; może też służyć on jako źródło danych dla systemów nawigacyjnych,
- **komponent GSM** zapewniający łączność ze stacjonarnymi bazami danych przestrzennych, umożliwiającą przetwarzanie danych w trybie on-line,
- **komponent platformy operacyjnej** zapewniający możliwość umieszczenia w urządzeniu odpowiedniej aplikacji typu GIS – zwykle rolę takiego komponentu w sensie sprzętu wraz z systemem operacyjnym pełnią palmtopy.

W zależności od tego, jakie jest główne przeznaczenie urządzenia mobilnego w danym systemie Mobile GIS, zazwyczaj któryś z trzech wymienionych powyżej komponentów staje się bazowym elementem całego terminala. Jeżeli główny nacisk kładziony jest na efektywne i bardzo dokładne pomiary lokalizacji – wówczas dobrze do tej roli wybrać

odbiornik GPS rozbudowany o funkcje pozostałych komponentów lub tylko jednego z nich. W przypadku traktowania urządzenia przenośnego jako narzędzia do transmisji danych zarejestrowanych w terenie, dobrym rozwiązaniem wydaje się być wybór specjalizowanego telefonu komórkowego, oferującego szybki i niezawodny przesył danych. Z kolei w sytuacji potrzeby korzystania w terenie z funkcji typowych dla stacjonarnych systemów GIS, właściwym rozwiązaniem jest urządzenie zbudowane na podstawie palmtopa [16].

3. Przeglądy w sieciowych systemach technicznych

Sieciowe systemy techniczne to złożone układy, na które składają się techniczne sieci przesyłowe wraz ze znajdującą się na nich armaturą, urządzeniami pomiarowymi oraz wspomagającymi ich pracę obiektami inżynierskimi. Systemy te służą do dystrybucji mediów, takich jak woda pitna, paliwo gazowe, energia cieplna, itp.. Cechą charakterystyczną tych systemów jest duże rozproszenie terytorialne obiektów technicznych wchodzących w skład każdego z systemów, co dzięki wykorzystaniu ich funkcji przesyłowych, umożliwia dostarczanie dystrybuowanych mediów na znaczne odległości i do wielu różnych grup odbiorców [7].

Specyfika eksploatacyjna tego typu systemów wymaga zastosowania specjalnego podejścia do realizacji prac obsługowych i naprawczych. Powinno ono uwzględniać duże rozproszenie terytorialne obiektów technicznych, wchodzących w skład tych systemów oraz utrudniony dostęp do elementów uzbrojenia sieci, które w większości przypadków zlokalizowane są pod ziemią. Wymienione cechy systemów sieciowych stanowią o ich odmienności względem typowych przemysłowych obiektów technicznych, na których realizowane są procesy eksploatacyjne w zakładach produkcyjnych [6].

W każdym z przywołanych systemów sieciowych występują obiekty, które podlegają planowanym i cyklicznym przeglądom technicznym. Dla potrzeb niniejszego artykułu autor wybrał przeglądy techniczne zewnętrznych hydrantów przeciwpożarowych – czyli elementy infrastruktury systemu zaopatrzenia w wodę, jednak opracowany przykład w równym stopniu może dotyczyć również innych obiektów znajdujących się w pozostałych wymienionych systemach sieciowych.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami [15] zewnętrzne hydranty przeciwpożarowe powinny być co najmniej raz w roku poddawane przeglądom i konserwacji. Zakres wykonywanych czynności podczas planowych przeglądów obejmuje sprawdzenie stanu technicznego hydrantu zewnętrznego, sprawdzenie otwarcia zasuw oraz dokonanie pomiaru wydajności nominalnej i ciśnienia na zaworze hydrantu za pomocą przepływomierza.

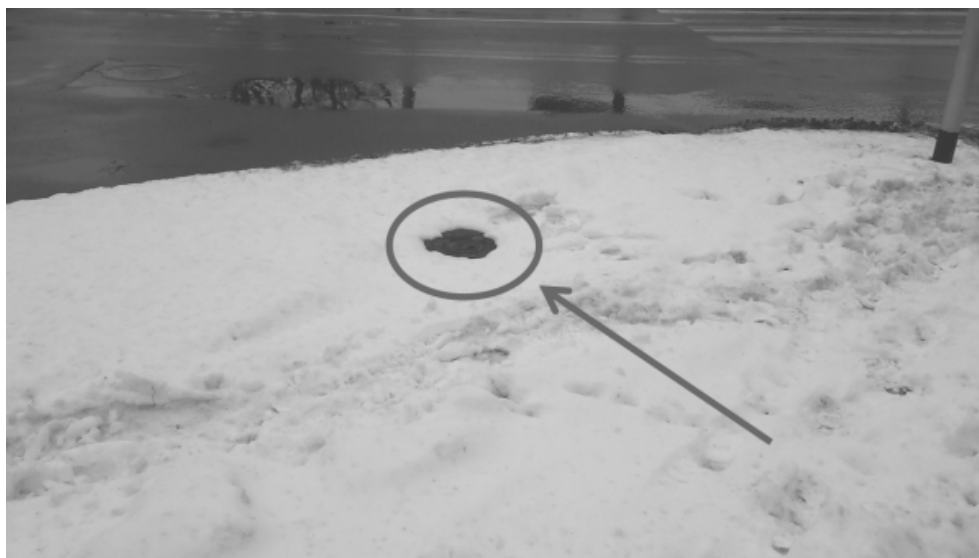
Dodatkowe czynności wykonywane podczas przeglądu hydrantów obejmują sprawdzenie odwodnień hydrantu oraz sprawności obudowy zasuw hydrantu. Przy okazji przeglądu uzupełniane są ewentualnie dodatkowe elementy hydrantu, takie jak: nasady oraz zaślepki. Uzupełnieniom lub wymianom podlegają również tabliczki informujące o lokalizacji w terenie hydrantu oraz jego zasuw.

Biorąc pod uwagę fakt, że w dużych miastach może występować od kilku do nawet kilkunastu tysięcy hydrantów zewnętrznych, objęcie przeglądami tak dużej ilości obiektów wymaga odpowiedniego zaplanowania działań przeglądowych i konserwacyjnych, co jest niezbędne dla zachowania wymaganej przepisami terminowości realizacji przeglądów.

Osobną kwestią podczas realizacji przeglądów jest posiadanie informacji o miejscu występowania hydrantów wskazanych w planie przeglądów. W celu ułatwienia dotarcia do wszystkich wymaganych miejsc służby remontowe dostają szczegółowe wydruki map

przedstawiające lokalizacje, w których znajdują się hydranty wytypowane do przeglądu w danym tygodniu [5].

Zdarzają się sytuacje, w których papierowa mapa nie jest wystarczająca do odnalezienia danego hydrantu - w szczególności dotyczy to hydrantów podziemnych. Podobne problemy ze znalezieniem w terenie mogą dotyczyć zasuw hydrantowych. Na rys. 3 przedstawiono pokrywę zasuw hydrantowej znajdującą się w pasie zieleni przy ulicy. W okresie zimowym pokrywa taka może być przykryta warstwą śniegu, w porze letniej – skutecznie osłaniać ją mogą trawy, czy inne zarośla mogące porastać okolicę.



Rys. 3. Pokrywa zasuw hydrantowej [opracowanie własne]

Innym przypadkiem skutecznego maskowania pokryw hydrantów podziemnych lub zasuw hydrantowych – jest ukrywanie ich pod powierzchnią chodników lub nawierzchni ulic przez służby dokonujące brukowania lub asfaltowania na danym terenie. Niestety takie sytuacje też mają miejsce w przypadku realizacji remontów nawierzchni dróg lub chodników przez nierzetelnych wykonawców.

W niniejszym artykule zaproponowano rozwiązanie mające na celu wspomaganie służb prowadzących przeglądy techniczne w skutecznym odnajdowaniu zasuw oraz hydrantów.

4. Lokalizowanie w terenie elementów sieciowych systemów technicznych

Przedstawione w niniejszym artykule rozwiązanie wspomagające bazuje na założeniu, że w danym przedsiębiorstwie zarządzającym sieciowym systemem technicznym – w tym wypadku przedsiębiorstwie wodociągowym, wdrożone jest oprogramowanie GIS oraz dostępne są warstwy wektorowe obiektów sieciowych takich jak przewody wodociągowe, hydranty zewnętrzne, zasuw hydrantowe, itp. W krajowych realiach sytuacja taka nie jest niestety powszechna, bowiem zwykle w mniejszych gminach podstawowa informacja o topografii sieci podziemnych znajduje swe źródło w papierowych planach sieci lub w wiedzy doświadczonych pracowników, którzy niejednokrotnie osobiście uczestniczyli w budowaniu danych odcinków sieci. W minionym ustroju budową sieci wodociągowych

często zajmowały się społeczne komitety, a przebieg samych prac budowlanych nie był skoordynowany z działaniami dokumentacyjnymi – w związku z czym część sieci wcale nie została naniesiona na mapy papierowe. Inną kwestią są przypadki zaginięcia lub zniszczenia jedynych egzemplarzy papierowych map sieci, przez co utracono szczegółowe informacje na temat fragmentów sieci, które były na nich zawarte.

W przypadku braku w danym przedsiębiorstwie systemu GIS i związanych z tym informacji o lokalizacji elementów uzbrojenia sieci – informację tę pozyskiwać można podczas przeglądów realizowanych w dotychczasowym trybie. W tej sytuacji przy okazji prowadzonych prac przeglądowych należałoby dodatkowo dokonać pełną inwentaryzację koordynatów geograficznych poprzez rejestrację współrzędnych punktów wskazujących lokalizację przeglądanych elementów uzbrojenia sieci. Na rys. 4 przedstawiono ekran odbiornika GPS *Garmin Oregon 600* przechwycony podczas rejestracji współrzędnych geograficznych punktu w terenie.



Rys. 4. Rejestracja współrzędnych geograficznych elementów uzbrojenia sieci wodociągowej [opracowanie własne]

Tak pozyskane współrzędne oczywiście będą mniej dokładne od tych rejestrowanych przez geodetów w profesjonalnych opracowaniach, jednak w sytuacji braku jakichkolwiek zarejestrowanych informacji na temat lokalizacji uzbrojenia w terenie – pomiary takie mogą stanowić informację bardzo użyteczną dla służb dla ich przyszłych prac w terenie.

Wracając do punktu wyjścia, czyli tematycznych warstw typu punktowego, przedstawiających wspomniane elementy uzbrojenia sieciowego – obiekty te oprócz podstawowych atrybutów charakteryzujących dany element uzbrojenia, powinny posiadać również przypisane do nich współrzędne geograficzne zgodne z wybranym układem odniesienia. Tak opracowane warstwy tematyczne stanowią dobre materiały źródłowe dla aplikacji Mobile GIS.

W niniejszym artykule autor posłużył się oprogramowaniem *Locus GIS* w wersji 0.9.1 oraz *Locus Map Pro* w wersji 3.21.1, zainstalowanych na smartfonie z systemem operacyjnym Android w wersji 5.1.1. Jednym z użytecznych dodatków do oprogramowania *Locus Map Pro* jest dodatek o nazwie „*Rozszerzona rzeczywistość*”. Dodatek ten bazuje na modelu rozszerzonej rzeczywistości (ang. Augmented Reality), który wykorzystuje kamerę dostępną w urządzeniu przenośnym i nakłada na nią obraz wskazujący rozmieszczone

w terenie punkty – w tym wypadku obiekty należące do uzbrojenia sieciowego. Na rys. 5 przedstawiono przykład działania dodatku „Rozszerzona rzeczywistość” w praktyce.



Rys. 5. Wykorzystanie wzmocnionej rzeczywistości do lokalizowania obiektów uzbrojenia sieciowego w terenie [opracowanie własne]

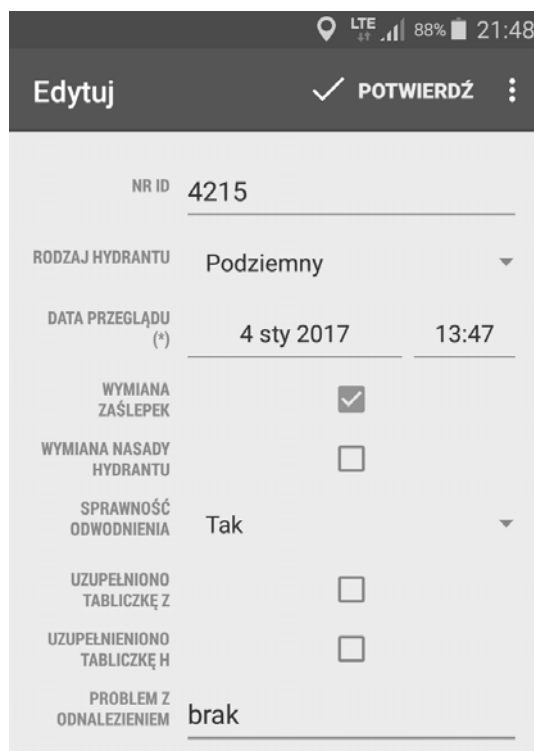
Na rys. 5 widać rzeczywisty obraz otoczenia przekazywany za pośrednictwem kamery i wyświetlany na ekranie smartfona. Na obrazie tym widać dodatkowo elementy rozszerzonej rzeczywistości - punkt wskazujący pokrywę zasuwę hydrantowej, a ponad nią etykietę z opisem tego punktu. Wykorzystując dostępną w aplikacji *Locus Map Pro* funkcję „Rozszerzonej rzeczywistości” użytkownik może dokonać wstępnego rozpoznania lokalizacji okolicznych punktów znajdujących się na sieci wodociągowej. W celu dokładnego nawigowania do określonego punktu wykorzystana powinna być z kolei funkcja *Nawiguj* (rys. 6).



Rys. 6. Nawigowanie do określonego punktu w terenie z wykorzystaniem *Locus Map Pro* [opracowanie własne]

Po rozpoczęciu nawigacji na ekranie aplikacji ukazuje się widok wskazujący dystans dzielący użytkownika od poszukiwanego punktu oraz trasę dojścia do tego miejsca wraz z wskaźnikiem obrazującym kierunek, w którym w danej chwili podąża użytkownik.

Po dotarciu na miejsce można już otworzyć warstwę tematyczną w aplikacji *Locus GIS* i odczytać atrybuty opisowe charakteryzujące dany obiekt, aby pozyskać istotne z punktu widzenia przeprowadzanego przeglądu parametry techniczne danego elementu. W aplikacji tej dostępny jest również interfejs pozwalający na wprowadzenie do systemu danych dotyczących szczegółów przeprowadzonego przeglądu (rys. 7).



Edytuj		POTWIERDZ
NR ID	4215	
RODZAJ HYDRANTU	Podziemny	
DATA PRZEGLĄDU (*)	4 sty 2017	13:47
WYMIANA ZAŚLEPEK	<input checked="" type="checkbox"/>	
WYMIANA NASADY HYDRANTU	<input type="checkbox"/>	
SPRAWNOŚĆ ODWODNIENIA	Tak	
UZUPEŁNIONO TABLICzkę Z	<input type="checkbox"/>	
UZUPEŁNIENIONO TABLICzkę H	<input type="checkbox"/>	
PROBLEM Z ODNALEZIENIEM	brak	

Rys. 7. Zbiór danych opisujących przeprowadzony przegląd techniczny [opracowanie własne]

W przypadku przeglądu technicznego hydrantów zewnętrznych oraz zasuw hydrantowych dzięki wykorzystaniu aplikacji Mobile GIS – do odpowiednich warstw bezpośrednio z terenu mogą zostać wysłane informacje związane z działaniami wykonanymi na danym hydrancie, czy zasuwie – mogą to być np. informacje o dokonanych wymianach zaślepek, czy wymianie nasady hydrantu, potwierdzenie sprawności odwodnienia hydrantu, czy sprawności obudowy zasuw, itp.. W stosowanej obecnie praktyce informacje tego typu odnotowywane są zwykle na papierowych formularzach, które stanowią następnie podstawę do rozliczenia wykonanych przeglądów technicznych oraz potwierdzenie ich realizacji. Wprowadzając dane dotyczące szczegółów zrealizowanych przeglądów bezpośrednio do odpowiedniej warstwy tematycznej zawartej w oprogramowaniu Mobile GIS, takim jak w przedstawionym przykładzie aplikacja *Locus*

GIS – służby eksploatacyjne mogłyby zasilić bezpośrednio tymi danymi stacjonarny system GIS, znajdujący się w przedsiębiorstwie wodociągowym. Ograniczyłyby to jednocześnie ilość czynności związanych z ponownym ręcznym wprowadzaniem do systemu GIS danych, a decydentom dostarczyłyby aktualne informacje o postępach prac przeglądowych.

5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono możliwość wykorzystania aplikacji klasy Mobile GIS dla potrzeb lokalizowania elementów uzbrojenia sieci wodociągowych w terenie. Oprócz samego nawigowania w terenie oprogramowanie tego typu pozwala również na wprowadzanie danych pozyskiwanych w terenie i przesyłanie ich do głównej bazy danych od razu w postaci elektronicznej. Dzięki takiemu podejściu pomijany jest etap posługiwania się papierowymi zapisami rejestrującymi szczegóły wykonanych czynności przeglądowych. Oprócz oszczędności czasu wynikającej z braku konieczności ponownego wprowadzania tych danych w późniejszym terminie, podejście to pozwala również na uniknięcie powstawania wielu błędów wynikających z wielokrotnego przetwarzania tych samych danych do różnych postaci.

Zaprezentowany w artykule przykład wykorzystania oprogramowania klasy Mobile GIS bazuje na szeregu założeń wstępnych, które powinny być spełnione, aby opracowane rozwiązanie wspomagające mogło zaistnieć w praktyce. Należy zaznaczyć, że wykorzystanie standardowego smartfonu jako platformy dla aplikacji Mobile GIS będzie wiązało się z szeregiem ograniczeń związanych chociażby z użytecznym czasem korzystania z baterii w takim urządzeniu, czy z występującymi w niektórych miejscach problemami ze złapaniem odpowiedniego zasięgu sieci umożliwiającego skuteczny przesył danych. Pomimo wymienionych w rozwiązaniu to ma jednak jedną istotną zaletę – jest relatywnie tanie.

Literatura

1. Białousz S.: Informacja przestrzenna dla samorządów terytorialnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2013.
2. Brovelli M. A., Minghini M., Zamboni G.: Public participation in GIS via mobile applications, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 114 (2016) s. 306–315.
3. Brown G., Schebella M. F., Weber D.: Using participatory GIS to measure physical activity and urban park benefits, Landscape and Urban Planning 121 (2014) s. 34–44.
4. Chi Aye Z., Sprague T., Cortes V. J., Prenger-Berninghoff K., Jaboyedoff M., Derron M-H.: A collaborative (web-GIS) framework based on empirical data collected from three case studies in Europe for risk management of hydro-meteorological hazards, International Journal of Disaster Risk Reduction 15 (2016) s. 10–23.
5. Dąbrowski M.: Innowacyjny sposób wykorzystania modeli GIS dla potrzeb zarządzania eksploatacją systemu zaopatrzenia w wodę, Mechanik nr 5-6 (2014), s. 149-158.
6. Dąbrowski M.: Wykorzystanie informacji geograficznej w zarządzaniu zdarzeniami eksploatacyjnymi w sieciowym systemie technicznym, Mechanik nr 7 (2011), s. 197-204.
7. Denczew S.: Podstawy gospodarki komunalnej. Współczesne zagadnienia sektorów inżynierskich, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2004.
8. ElSamen A.A.A., Hiyasat R.I.: Beyond the random location of shopping malls: A GIS

- perspective in Amman, Jordan, *Journal of Retailing and Consumer Services* 34 (2017) s. 30–37.
9. Gaździcki J.: *Systemy Informacji przestrzennej*, Polskie Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, Warszawa 1990.
 10. Gotlib D.: *Metodyka prezentacji kartograficznych w mobilnych systemach lokalizacyjnych i nawigacyjnych*, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Zeszyt "Geodezja"* nr 48, Warszawa 2011.
 11. Huang Z., Huang D., Xu Zhu, Xu Zhigen: *GPS Vehicle Positioning Monitoring System Integrated with CORS and Mobile GIS*, *Procedia Environmental Sciences* 10 (2011) s. 2498 – 2504.
 12. Montoya L.: *Geo-data acquisition through mobile GIS and digital video: an urban disaster management perspective*, *Environmental Modelling & Software* 18 (2003) s. 869–876.
 13. Simão A., Densham P. J., Haklay M. M.: *Web-based GIS for collaborative planning and public participation: An application to the strategic planning of wind farm sites*, *Journal of Environmental Management* 90 (2009) s. 2027–2040.
 14. Zipf A., Jöst M.: *Implementing adaptive mobile GI services based on ontologies Examples from pedestrian navigation suport*, *Computers, Environment and Urban Systems* 30 (2006) s. 784–798.
 15. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.07.2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. Nr 124 poz.1030).
 16. Strona internetowa: <http://portal.myslenicki.pl/portal-edukacyjny/> (dostęp: 10.01.2017r)

Dr inż. Marcin DĄBROWSKI
Instytut Inżynierii Produkcji
Wydział Organizacji i Zarządzania
Politechnika Śląska
41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28
tel.: (0-32) 2777313, fax: (0-32) 277 73 62
e-mail: marcin.dabrowski@polsl.pl