

Katarzyna SIEKANOWICZ-GROCHOWINA*

GIS JAKO WSPARCIE PRZY OCENIE STANU TECHNICZNEGO SIECI KANALIZACYJNEJ. STUDIUM PRZYPADKU

W artykule przedstawiono metodę oceny stanu technicznego sieci kanalizacyjnej z wykorzystaniem danych z inspekcji TV oraz technik GIS. Prezentowane podejście pomocne jest w aktywnym sposobie zarządzania majątkiem sieciowym. Celem podjętej analizy jest próba opracowanie narzędzia, wspierającego podejmowanie decyzji o planowanych działaniach eksploatacyjnych oraz naprawczych sieci. Przy użyciu skali punktowej oceniono zarejestrowane w ramach inspekcji TV uszkodzenia, a następnie, wykorzystując możliwości oferowane przez oprogramowanie GIS, dane te odniesiono przestrzennie. Uzyskany w ten sposób obraz pozwala na łatwą ocenę stanu technicznego poszczególnych odcinków sieci. Metodę zaprezentowano na przykładzie wrocławskiego osiedla Zalesie.

1. WPROWADZENIE

Systemy geoinformacyjne (GIS) stanowią kluczowe narzędzie, umożliwiające zbieranie oraz analizę danych przestrzennych. Pojęcie GIS dotyczy zarówno samego oprogramowania, jak i metodyki rozwiązywania problemów badawczych [6]. Jako główne zadanie systemów informacji geograficznej w przedsiębiorstwach sieciowych wskazuje się usprawnienie procesu zarządzania majątkiem oraz wspomaganie procesu podejmowania decyzji [5].

W systemie geoinformacyjnym, poza danymi o lokalizacji, np. przebiegu sieci, mogą być przechowywane dane atrybutowe. Struktura danych zależna jest od potrzeb użytkownika. Dla sieci kanalizacyjnej mogą to być informacje istotne ze względu na warunki hydrauliczne, m.in. o: rodzaju medium przenoszonego odcinkiem (kanał

* Politechnika Wroclawska, Wydział Inżynierii Środowiska, Katedra Wodociągów i Kanalizacji, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław.

bytowo-gospodarczy, deszczowy, ogólnospławny), hierarchii odcinka w systemie (kanał: przełazowy, nieprzełazowy, przykanalik), materiale, średnicy, roku budowy.

Ponadto w bazie przechowywane mogą być dane ważne ze względów eksploatacyjnych: własność sieci, numer dokumentacji projektowej, istotne dla służb daty (np. odbioru technicznego). Co więcej, GIS stanowić może wsparcie dla przechowywania danych inspekcyjnych i zdarzeniach awaryjnych na sieci. Ponadto GIS znajduje zastosowanie w procesie inwestycyjnym, ułatwiać może wydawanie warunków na przyłączenie do sieci, stwarza możliwości prowadzenia kontroli zużycia wody. Dane zawarte w GIS mogą też stanowić dane wejściowe do modelowania warunków bieżącej pracy systemów zaopatrzenia w wodę i usuwania ścieków jak i różnych scenariuszy awaryjnych czy też uwzględniających rozbudowę sieci.

Jako jeden z kierunków rozwoju GIS, wykorzystywanego na potrzeby przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, wskazywane jest użycie systemów geoinformacyjnych do oceny bieżącej awaryjności jak i stanu technicznego sieci i urządzeń [5].

2. OBSZAR ANALIZY I DANE WEJŚCIOWE

2.1. OBSZAR ANALIZY

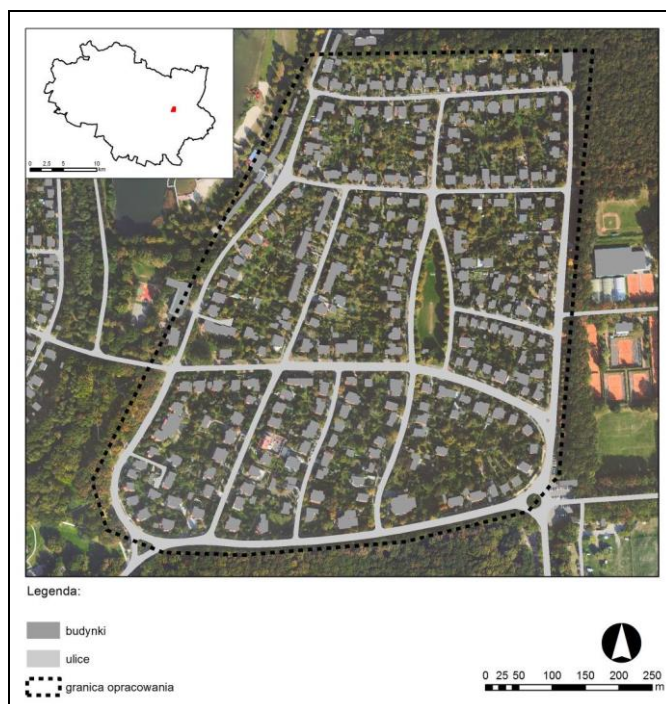
Analizę przeprowadzono dla wrocławskiego osiedla Zalesie. Osiedle to położone jest na tzw. Wrocławskiej Wielkiej Wyspie. Na terenie osiedla przeważa zabudowa niska, mieszkaniowa jednorodzinna. Obszar jest w całości obsługiwany rozdzielczym systemem kanalizacyjnym. Budowę kanalizacji na tym terenie rozpoczęto wkrótce po przyłączeniu Zalesia do Wrocławia – na początku XX wieku. Większość sieci pochodzi z okresu 1905–1930 [7]. Na rysunku 1 przedstawiono zasięg przestrzenny opracowania, zaprezentowano również lokalizację Zalesia na planie miasta Wrocławia. Fakt, że prawie cała sieć kanalizacji deszczowej Zalesia został podana pełnej inspekcji telewizyjnej (CCTV) w okresie krótszym niż rok, był jednym z czynników decydujących o wyborze tego obszaru do analiz.

2.2. DANE WEJŚCIOWE

Ocenę stanu technicznego wykonano dla sieci deszczowej osiedla, pozostającej w eksploatacji MPWiK S.A. Wrocław. Dane uzyskane z inspekcji TV tej sieci były materiałem wejściowym do przeprowadzonej analizy.

Techniki inspekcji TV są szeroko stosowane w celach inwentaryzacyjnych, bieżącej eksploatacji, czy też w końcowym etapie realizacji inwestycji, związanym

z odbiorem wykonanej sieci. Z uwagi na koszty i pracochłonność, pozyskanie kompleksowego obrazu inspekcyjnego dla całej sieci kanalizacyjnej jest niemożliwe.



Rys. 1. Obszar opracowania

Dane, pozyskane przez techniki inspekcyjne, nie mogą zatem stanowić jedyne źródła wiedzy o starzejącej się sieci. Jednak ze względu na swoją dokładność, dane te są najlepszym dostępnym źródłem do oceny stanu technicznego sieci. Warto zaznaczyć, że International Water Association, jako jeden z wskaźników operacyjnych efektywności przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, wskazuje długość sieci poddanej inspekcji w odniesieniu do całkowitej długości eksploatowanej przez przedsiębiorstwo sieci w okresie referencyjnym [8].

Inspekcja TV, wykonywana jest przez operatora, który w oparciu o przygotowane wytyczne identyfikuje obserwowane uszkodzenia elementów i opisuje je. Szczegółowe wytyczne do rozpoznawania uszkodzeń zależne są od regulacji wewnętrznych w danym przedsiębiorstwie wodociągowo-kanalizacyjnym. Szerokie zestawienie dotyczące uszkodzeń sieci kanalizacyjnej i ich klasyfikacji w krajach europejskich prezentuje norma [9], a także raport CARE-S [3], a w Polsce [4]. Należy zaznaczyć, że jakość pozyskanych danych w czasie inspekcji TV sieci jest silnie uzależniona od umiejętności i doświadczenia osoby wykonującej inspekcję [2]. Istnieją techniki automatycznego czy półautomatycznego rozpoznawania i klasyfikowania obrazów in-

spekcyjnych [10], choć mniej czasochłonne, nie wykluczają one błędnej interpretacji materiału. Inspekcja TV należy do jednego z rodzajów technik inspekcyjnych, poza nią wyróżnia się techniki akustyczne, oparte o oddziaływanie elektryczne/elektromagnetyczne, laserowe i inne (m.in. georadarowe czy wykorzystujące promieniowanie podczerwone) [1].

Udostępnione przez MPWiK S. A. Wrocław dane inspekcyjne mają tę zaletę, że posiadają geoodniesienie. Pozwala to na zczytanie ich do oprogramowania GIS. Dzięki temu, dane z inspekcji można powiązać z innymi informacjami przechowywanymi w systemie geoinformacyjnym, m.in. o sieci (jej przebiegu i parametrach technicznych) oraz o lokalizacji zdarzeń awaryjnych.

Informacja o trasie inspekcji przechowywana jest w GIS w formie warstwy liniowej, zaś poszczególne uszkodzenia reprezentowane są na warstwie punktowej.

W ramach prowadzonej inspekcji na obszarze opracowania zarejestrowano ponad 1100 punktów oraz sfilmowano ponad 5,5 km sieci kanalizacji deszczowej. Dane zbierane były od listopada 2013 do czerwca 2014 roku. Relatywnie krótki okres zbierania danych pozwala na ich kompleksowe analizowanie. Spójność czasowa danych jest niezwykle istotna do oceny stanu technicznego sieci w zadanym momencie.

Rysunek 2 przedstawia odcinki trasy inspekcji sieci deszczowej dla osiedla Zalesie oraz lokalizację zarejestrowanych uszkodzeń sieci na obszarze opracowania.

3. OPIS PRZYJĘTEJ METODY I PREZETACJA WYNIKÓW

3.1. METODA

Przyjęto trójstopniową skalę (1, 2, 3 pkt.) oceny uszkodzeń. Uszkodzeniu, mającemu najsilniejszy wpływ na obniżenie stanu technicznego odcinka, przypisano 3 pkt. Wraz ze spadkiem wagi uszkodzenia, punktów przypisano kolejno mniej. Podział wypracowany został we współpracy ze służbami eksploatacyjnymi MPWiK S. A. Wrocław.

Z uwagi na zawarte porozumienie z właścicielem danych inspekcyjnych – MPWiK S.A. Wrocław, szczegółowy słownik uszkodzeń, obejmujący blisko 100 pozycji nie może zostać opublikowany.

Ponadto, poza waloryzacją punktową, pozwalającą na ocenę stanu technicznego sieci, na potrzeby badania wyróżniono grupy tematyczne uszkodzeń, m. in.: uszkodzenia powodowane przez korzenie, uszkodzenia, którym towarzyszy infiltracja wody, zapadnięcia, pęknięcia wzdłużne i poprzeczne. Dzięki przyjętej klasyfikacji tematycznej scharakteryzować można główny problem z odcinkami sieci na badanym obszarze oraz zlokalizować go w przestrzeni.

Na fotografiach 1-4 przedstawiono przykłady uszkodzeń zarejestrowanych na badanym obszarze. Uszkodzenia dotyczą zarówno struktury kanału jak i obecności „zanieczyszczeń” – osadów czy wrastających korzeni.

3.2. WYNIKI

Wyniki analizy zaprezentowano w formie graficznej. Do odcinków sieci przypisano informację o ilości uszkodzeń w danej grupie oraz całkowitą ilość uszkodzeń. Wykonano również wariant analizy, w którym odniesiono ilość uszkodzeń do długości odcinka. Dane zwizualizowano, wykorzystując metodę naturalnej przerwy Jenksa. Metoda ta pozwala na wydzielenie klas wewnątrz mało zróżnicowanych. Jednakże wadą tej metody jest trudność w porównaniu relacji ilościowych zarówno pomiędzy przedziałami, jak i pomiędzy kolejnymi wariantami analizy.



Rys. 2. Trasy inspekcji TV sieci kanalizacji deszczowej oraz zarejestrowane uszkodzenia



Fot. 1. Korzenie na złączu kanału \varnothing 300 mm



Fot. 2. Osady w przyłączy deszczowym



Fot. 3. Otwory w ścianie kanału \varnothing 450 mm



Fot. 4. Zapadnięcie stropu kanału przy jednoczesnym wysokim napełnieniu \varnothing 250 mm

Na rysunku 3 zaprezentowano wyniki dla pierwszej grupy uszkodzeń, którym przypisano liczbę punktów 3. Zamieszczony rysunek pozwala na łatwą identyfikację odcinków, które wolne są od uszkodzeń z pierwszej grupy. Dla pozostałych odcinków wyniki analizy stanowią materiał wyjściowy do planowania działań mających na celu poprawę ich stanu technicznego, czy to przez działania eksploatacyjne, czy to remontowe (odnowę lub wymianę).



Rys. 3. Wizualizacja odcinków wg ilości uszkodzeń sklasyfikowanych za 3 pkt.

4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza dowodzi, że GIS jest skutecznym narzędziem wspomagającym ocenę stanu technicznego sieci kanalizacyjnej. Jest on jest nieocenionym wsparciem dla analizy dużych zbiorów danych, zwłaszcza o charakterze przestrzennym. Zaprezentowana metoda pozwala na poznanie rozkładu przestrzennego problemu.

Przeprowadzony algorytm przetwarzania danych należy relatywnie do mało czasochłonnych, może być on również łatwo modyfikowany. Rozbudowie może być poddany słownik uszkodzeń, jak i zmianom może ulegać skala punktowa im przypisana. Metoda usprawnia identyfikację stanu technicznego odcinków bez konieczności powtórnego, czy wielokrotnego nawet oglądania materiałów inspekcyjnych.

Ponadto, przygotowane w GIS dane z inspekcji, celem uzupełnienia wiedzy o stanie technicznym sieci, mogą być w dalszych etapach skojarzone z informacjami o:

- materiale i roku budowy sieci,
- występujących na niej awariach,
- poziomie wód podziemnych,
- sposobie zagospodarowania terenu (jezdnia/chodnik/zieleń).

Autorka dziękuje MPWiK S. A. Wrocław za udostępnienie danych do analiz przestrzennych, materiałów z inspekcji TV sieci kanalizacyjnej oraz zapewnienie dostępu do oprogramowania GIS.

LITERATURA

- [1] FEENEY C. S., THAYNR S., BONOMO M., MARTEL M., *White Paper on Condition Assessment of Wastewater Collection Systems*, EPA, 2009.
- [2] FENNER R.A., *Approaches to sewer maintenance: a review*, Urban Water, 2000, Vol. 2, 343–356.
- [3] KNOLMAR M., SZABO G.C., *Report D3. WP2-Structural condition. Classification systems based on visual inspection*, Computer Aided Rehabilitation of Sewer Networks. Research and technological development project of European Community, Budapeszt 2003.
- [4] KULICZKOWSKI A., KULICZKOWSKA E., *Uwagi krytyczne dotyczące stosowanych klasyfikacji uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych*, Instal, 2007, No. 4, 42–47.
- [5] KWIETNIEWSKI M., *GIS w wodociągach i kanalizacji*, PWN, Warszawa 2008.
- [6] LONGLEY P. A., GOODCHILD M. F., MAQUIRE D. J., RHIND D. W., *GIS. Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 2008.
- [7] MATERIAŁY MAPOWE Z SERWISU MATERIAŁÓW PONIEMIECKICH, dostęp: www.gis.mpwik.wroc.pl/eserwisy, luty 2015.
- [8] MATOS R., CARDOSO A., ASHLEY R., DAURETE P. MOLINARI A., SCHULZ A., *Performance indicators for wastewater services. Manual of best practice.*, IWA Publishing, Londyn 2003.
- [9] PN-EN 13508–2. *Warunki dotyczące zewnętrznych systemów kanalizacji – Część 2: System kodowania inspekcji wizualnej.*

- [10] YANG M., SU T., *Segmenting ideal morphologies of sewer pipe defects on CCTV images for automated diagnosis*, Expert Systems with Applications, 2009, Vol. 36, 3562–3573.

GIS SUPPORT FOR SEWER SYSTEM TECHNICAL CONDITION EVALUATION. A CASE STUDY

In this paper the evaluation method for technical condition of sewer system was presented. The main goal of this analysis was an attempt to create a support tool for decision making about sewer system maintenance. To evaluate failure registered by CCTV point scale was used. GIS-techniques supported the visualization and rapport the results. The method was used for settlement – Zalesie located in Wrocław.