

SPOSÓB ZASTOSOWANIA METOD SCENARIUSZOWYCH W ZARZĄDZANIU UTRZYMANIEM RUCHU WYBRANYCH SIECIOWYCH SYSTEMÓW TECHNICZNYCH

LOSKA Andrzej, PASZKOWSKI Waldemar

Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, ul. Roosevelta 26-28, 41 800 Zabrze, PL
E-mail: Andrzej.Loska@polsl.pl, Waldemar.Paszkowski@polsl.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań nad możliwością zastosowania scenariuszy w planowaniu i wdrażaniu prac konserwatorskich w wybranym sieciowym systemie technicznym. W pierwszej części omówiono specyficzne organizacyjne i techniczne cechy prac obsługowo-naprawczych systemów kanalizacyjnych. Na podstawie sformułowanych wniosków, wynikających ze specyfiki eksploatacyjnej systemów sieciowych, omówiono propozycję stosowania metod scenariuszy w modelowaniu procesów eksploatacyjnych. Przyjęto, że modele scenariuszy mogą stanowić podstawę budowy autonomicznej strategii konserwacji sieciowych systemów technicznych. W związku z tym przedstawiono wytyczne dotyczące budowy scenariuszy eksploatacyjnych i kluczowych aspektów ich oceny w odniesieniu do specyficznych warunków organizacyjnych i technicznych.

Słowa kluczowe: sieciowy system techniczny, metody scenariuszowe, system kanalizacyjny, strategia eksploatacyjna.

1 Wprowadzenie

Sieciowe systemy techniczne (SST) wchodzą w skład infrastruktury technicznej stanowiącej podstawę funkcjonowania sektorów inżynierskich gospodarki komunalnej. Za pośrednictwem SST dostarczane są usługi polegające na doprowadzaniu różnego rodzaju mediów, spełniających wymagane parametry techniczne, do wielu grup klientów rozproszonych terytorialnie oraz należących do różnych kategorii, takich jak gospodarstwa domowe, zakłady przemysłowe, przedsiębiorstwa komunalne, zakłady usługowe i inne [9]. Najbardziej typowe SST obejmują:

- system wodociągowy - głównym zadaniem jest dostarczanie odbiorcom wody w sposób nieprzerwany, w wymaganych przez nich ilościach, przy ciśnieniu zapewniającym odpowiedni pobór oraz spełniającej wszelkie wymagania dotyczące jakości,
- system kanalizacyjny - pozwalający na odprowadzanie ścieków bytowo-gospodarczych, przemysłowych, opadowych i roztopowych do oczyszczalni ścieków, a po ich odpowiednim oczyszczeniu do odbiornika końcowego,

- system zaopatrzenia w gaz - głównym zadaniem jest zaspokojenie potrzeb odbiorców w zakresie dostawy gazu, która powinna charakteryzować się odpowiednią ilością, ciśnieniem oraz spełniać wszelkie obowiązujące wymogi jakościowe,
- system zaopatrzenia w ciepło - głównym zadaniem jest przesyłanie ciepła ze źródła ciepła (elektrociepłownia, ciepłownia, kotłownia) do odbiorców ciepła, których stanowią budynki mieszkalne, obiekty użyteczności publicznej, obiekty,
- system przesyłowy elektro-energetyczny - głównym zadaniem jest zapewnienie odbiorcom dostawy energii elektrycznej o właściwych parametrach jakościowych (częstotliwość, napięcie) w sposób ciągły.

2 Budowa i charakterystyka systemu kanalizacji

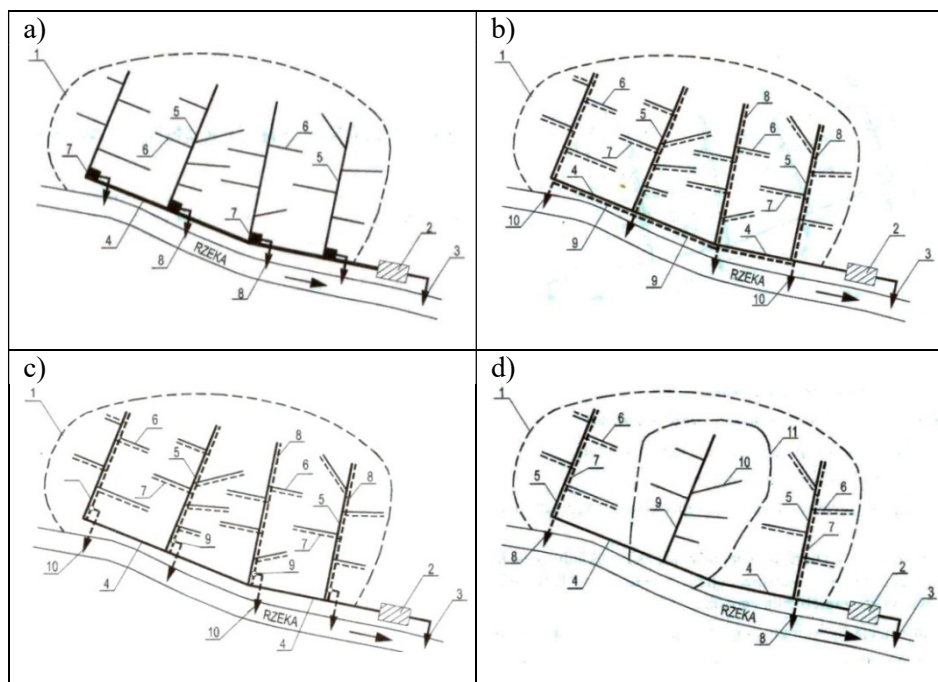
Typowym przykładem sieciowego systemu technicznego jest system kanalizacji, który należy rozumieć jako zespół wzajemnie powiązanych elementów technicznych służących do odprowadzania i unieszkodliwiania wszystkich rodzajów ścieków z określonego terenu. Inaczej mówiąc, zadaniem systemu kanalizacji jest stworzenie takiego układu przewodów kanalizacyjnych i innych urządzeń, który w sposób ekonomicznie uzasadniony umożliwi zbieranie, odprowadzanie i oczyszczanie ścieków powstałych w wyniku życia i działania człowieka i spływu wód opadowych [18]. Systemy kanalizacyjne charakteryzują się szeregiem specyficznych cech, do których zaliczyć należy przede wszystkim:

- rozproszenie terytorialne elementów składowych systemu, wymagające specjalnego podejścia do realizacji zadań utrzymania ruchu,
- duża ilość oraz różnorodność typów obiektów wchodzących w skład systemu,
- mocne powiązania oraz liczne zależności pomiędzy elementami składowymi systemu,
- duża dynamika systemu wymagająca ciągłego sterowania i monitorowania przebiegu realizowanych przez system procesów,
- nieprzerwana, ciągła praca większości instalacji, urządzeń i obiektów należących do systemu.

W związku z faktem, że SST należą do bardzo kosztownych składników infrastruktury technicznej, a okres ich funkcjonowania wynosi często kilkadziesiąt lat, podstawowe elementy składowe takiego systemu powinny wypełniać swoje funkcje przez jak najdłuższy czas.

Literatura przedmiotu [3, 4, 11, 18, 19, 20] obejmuje sposoby klasyfikacji systemów kanalizacji, które wynikają z różnych potrzeb (organizacyjnych, prawnych czy technicznych). W aspekcie prezentowanym w tym artykule, najistotniejszy wydaje się układ związany z identyfikacją, fizycznymi powiązaniami pomiędzy poszczególnymi elementami, a także wzajemną lokalizację poszczególnych obiektów tworzących omawianą tutaj sieć kanalizacyjną. W takim ujęciu najistotniejszy i najczęściej spotykany jest system kanalizacji zewnętrznej, który może przyjmować jedną z czterech postaci (rys. 1):

- system kanalizacji ogólnospławnej (rys. 1a), w postaci sieci jednaprzewodowej, którą płyną wspólnie ścieki bytowo-gospodarcze, przemysłowe, deszczowe i opadowe,
- system kanalizacji rozdzielczej (rys. 1b), w postaci sieci dwuprzewodowej, w której jednym przewodem płyną ścieki bytowo-gospodarcze i przemysłowe, a drugim przewodem płyną ścieki opadowe,
- system kanalizacji półrozdzielczej (rys. 1c), w postaci podobnej, jak system kanalizacji rozdzielczej, przy czym przewody są powiązane do wspólnego działania,
- system kanalizacji mieszanej (rys. 1d), w postaci oddzielnych obszarowo jednostek kanalizacji rozdzielczej i jednostek kanalizacji ogólnospławnej.



Rys. 1. Schematy systemów kanalizacji [20]: a) system kanalizacji ogólnospławnej, b) system kanalizacji rozdzielczej, c) system kanalizacji półrozdzielczej, d) system kanalizacji mieszanej

3 Specyfika eksploatacyjna systemu kanalizacji

Z technicznego punktu widzenia prawidłowego funkcjonowania systemu kanalizacji, wymagane jest zapewnienie ciągłości i jakości działania obiektów w ramach rozbudowanej infrastruktury technicznej rozproszonej geograficznie na dużym obszarze. W praktyce oznacza to konieczność zapewnienia odpowiedniego poziomu niezawodności. System kanalizacji tworzą logicznie powiązane ze sobą podstruktury tworzące odrębne podsystemy, w szczególności:

- podsystem sieciowy,
- podsystem pompowy,
- podsystem oczyszczania ścieków,
- podsystem wylotowy.

Każdy z wymienionych podsystemów charakteryzuje odmienne podejście organizacyjno-techniczne do sposobów i zakresów prowadzonych prac obsługowo-naprawczych.

Podsystemy sieciowy i wylotowy mają za zadanie utrzymanie możliwości ciągłego transportu ścieków poprzez zespół przewodów kanalizacyjnych i kolektorów do wylotu do odbiornika. Prace obsługowo-naprawcze, mające charakter zarówno prewencyjny, jak i interwencyjny, sprowadzają się do utrzymania ich sprawności i szczelności. Prace te obejmują m.in.:

1. rutynowe przeglądy sieci obejmujące wizualne i przyrządowe kontrole szczelności i przepustowości kanałów i kolektorów, zapobieganie zanieczyszczaniu kanałów, przykanalików i uzbrojenia sieci,
2. prace konserwacyjne i korekcyjne, obejmujące czyszczenie i płukanie kanałów, czyszczenie wpustów ulicznych, usuwanie zapchań przewodów kanalizacyjnych,
3. prace naprawcze, obejmujące usuwanie uszkodzeń, a także wymiana zużytych elementów sieci kanalizacyjnej.

Na charakter prac w stosunku do podsystemu sieciowego wpływa w dużym stopniu dostępność (często ograniczona) do określonych odcinków.

Podsystem pompowy ma za zadanie utrzymanie pewnej i nieprzerwanej pracy sieci kanalizacyjnej. Dla realizacji tak sprecyzowanego celu, prowadzone są prace obsługowo-naprawcze obejmujące:

1. Nadzór nad pracą zespołu pompowego, mający na celu stałą ocenę wybranych parametrów, tj.: wydajności pompy, wysokości podnoszenia, poboru mocy, natężenia prądu oraz pracy silnika i łożysk.
2. Rutynowe prace konserwacyjne, realizowane na tzw. ruchu i obejmujące oględziny pompy w trakcie pracy ze specjalnym zwróceniem uwagi na drgania, wibracje oraz wskazania przyrządów pomiarowych. Dodatkowo dokonuje się wymiany smaru lub oleju w łożyskach i uszczelnianie dławic. Prace tego typu dotyczą także zbiorników ścieków czy krat i polegają na ich okresowym czyszczeniu.
3. Prace remontowe, realizowane na tzw. postoju, obejmują prace korekcyjne i regeneracyjne zależne od czasu pracy pompy oraz stopnia jej zużycia. Przykładowo remont kapitalny pompy wirowej jest wykonywany co 2-4 lat (12 tys. - 18 tys. godzin pracy) i polega na demontażu pompy i wymianie zużytych części spośród: wirników, kierownic wałów, łożysk, sprzęgła, pierścieni uszczelniających wirnik, wymianie przyrządów pomiarowych, naprawie instalacji do chłodzenia łożysk itp.
4. Naprawy awaryjne, polegają na usuwaniu usterek w pracy zespołów pompowych i są prowadzone na bieżąco w miarę wykrywania nieprawidłowości w pracy poszczególnych obiektów technicznych. Konieczność realizacji prac tego typu jest wynikiem m.in. różnych typów nieszczelności, braku zasysania wody, zmniejszonej wydajności, zwiększonego poboru mocy, zwiększonych wibracji czy grzania się łożysk. Szczegółowy przegląd najbardziej charakterystycznych zdarzeń niezamierzonych z możliwymi symptomami, przyczynami i sposobami postępowania zestawiono w [18].

Podsystem oczyszczania ścieków ma za zadanie utrzymanie ciągłego działania obiektów technicznych należących do pozostałych podsystemów i zapewnienie założonego efektu oczyszczania ścieków. Prace obsługowo-naprawcze w tym przypadku obejmują:

1. Rozruch oczyszczalni ścieków, prowadzony przy pierwszym uruchomieniu oraz po każdej dłuższej przerwie w pracy. Rozruch ma charakter stopniowy i wieloetapowy (rozruch hydrauliczny, rozruch technologiczny), w jego trakcie przeprowadza się eksploatacyjne prace prewencyjne, jak również korekcyjne.
2. Prowadzenie prac kontrolnych, obejmujących:
 - pomiary parametrów procesów technologicznych (natężenie dopływu i odpływu, zużycie energii, powietrza, pary, gorącej wody i reagentów), a także analizy jakości ścieków, osadów i innych czynników osobno dla poszczególnych elementów, a także dla oczyszczalni jako całości,
 - ocenę parametrów eksploatacyjnych poprzez rutynowe obchody i przeglądy poszczególnych obiektów pod kątem identyfikacji występujących uszkodzeń
3. Prowadzenie prac konserwacyjnych i naprawczych (prewencyjnych), mających na celu utrzymywanie elementów oczyszczalni w pełnej sprawności technicznej. Prace tego typu są konsekwencją oceny stanu technicznego jako wynik rutynowych działań kontrolnych, a także efektem prowadzonych badań niezawodnościowych, odzwierciedlonych w resursach eksploatacyjnych poszczególnych obiektów umieszczonych w dokumentacji techniczno-ruchowej.
4. Prowadzenie prac naprawczych (korekcyjnych i awaryjnych), obejmujących regulację urządzeń mechanicznych, zasilania i automatyki, usuwania osadów z koryt, kanałów, przewodów i innych miejsc gdzie nie powinno nastąpić ich odkładanie się, usuwanie awarii i niedomagania obiektów technicznych.

Przeprowadzone badania w zakresie sposobu funkcjonowania wybranych polskich systemów kanalizacji oraz organizacji działań obsługowo-naprawczych pozwoliły na wyróżnienie kilku aspektów wskazujących na specyfikę eksploatacyjną omawianego w tym artykule obszaru organizacyjno-technicznego. W szczególności, aspekty te obejmują:

- strukturalną złożoność niezawodnościową obiektów technicznych systemu kanalizacji,
- organizacyjno-techniczną złożoność strategii i systemów eksploatacji.

Strukturę niezawodnościową systemu kanalizacji można przedstawić za pomocą typowych modeli systemowych [11]. Jednakże zdecydowana większość eksploatowanych systemów kanalizacji oparta jest na modelach złożonych, będących powiązaniem struktur szeregowych i równoległych [7]. Wynika to z faktu, że w rozbudowanym systemie kanalizacyjnym, uszkodzenie pojedynczego elementu (np. zapchanie wybranego przewodu) nie powoduje bezpośrednio zatrzymania całego systemu, ale tylko określonego fragmentu, pozostała sprawna część systemu może pracować w sposób normalny. System kanalizacji powinien być w ogólnym ujęciu sprawny niezależnie od występujących zdarzeń czy wykonywanych prac konserwacyjnych i naprawczych. Idea ta przekłada się także na ilościową ocenę i kontrolę efektywności eksploatacyjnej, która powinna być odnoszona nie do całości systemu ale do wyodrębnionych fragmentów lub podsystemów.

4. Organizacyjno-techniczna złożoność strategii i systemów eksploatacji

W praktyce eksploatacyjnej, budowa i wynikająca z niej funkcjonalność systemu kanalizacji warunkują klasyczne formy prowadzenia prac obsługowo-naprawczych. Z organizacyjnego punktu widzenia, prace takie mogą być ujęte w ogólnie znanych i przyjętych formach bazowych strategii eksploatacyjnych, w szczególności: strategii według uszkodzeń, strategii według ilości wykonanej pracy, strategii według stanu technicznego [10].

W celu określenia specyfiki eksploatacyjnej przeprowadzono badania, które polegały na identyfikacji i inwentaryzacji zdarzeń dotyczących wybranych polskich systemów kanalizacji. Stwierdzono, że elementy zakwalifikowane do poszczególnych wymienionych wcześniej podsystemów charakteryzują się odmienną formą organizacyjno-techniczną w zakresie możliwości i sposobu prowadzenia prac obsługowo-naprawczych. Na podstawie tych badań oraz w oparciu o przedstawioną charakterystykę prac obsługowo-naprawczych najważniejszych elementów systemu kanalizacji, opracowano hierarchię poszczególnych strategii odniesione do poszczególnych podsystemów (tab. 1).

Tabela 1. Hierarchiczna struktura strategii eksploatacyjnych dotycząca poszczególnych podsystemów systemu kanalizacji

Podsystem	Bazowa strategia eksploatacyjna	Interpretacja
Podsystemy sieciowy i pompowy	1. Strategia według uszkodzeń 2. Strategia według ilości wykonanej pracy 3. Strategia według stanu	Na taki układ typów prac obsługowo-naprawczych wpływa trudnodostępność oraz wysoka niezawodność obiektów technicznych (szczególnie przewodów i rur). Nie bez znaczenia pozostaje także konieczność prowadzenia prac wykopowych, co utrudnia prowadzenie normalnej działalności na danym terenie. Dlatego w tym przypadku największy udział mają prace interwencyjne, natomiast prace prewencyjne ograniczone są głównie do działań bezinwazyjnych.

Podsystem pompowy	1. Strategia według stanu 2. Strategia według uszkodzeń 3. Strategia według ilości wykonanej pracy	Spośród wszystkich podsystemów systemu kanalizacji, podsystem pompowy cechuje największa diagnozowalność o charakterze przyrządowym. Pompy i ich wyposażenie są podatne na proste i złożone procedury diagnostyczne. Przy dość dużej dostępności elementów podsystemu pozwala to na dokonywanie bieżącej oceny stanu technicznego i na tej podstawie podejmowanie decyzji i realizację prac obsługowo-naprawczych.
Podsystem oczyszczania ścieków	1. Strategia według ilości wykonanej pracy 2. Strategia według uszkodzeń 3. Strategia według stanu	Podsystem oczyszczania ścieków różni się w sposobie funkcjonowania i jednocześnie metodologii podejścia do prac obsługowo-naprawczych. W tej sytuacji zakłada się dużą dostępność obiektów technicznych oraz mniejszą niż w przypadku podsystemu pompowego diagnozowalność, dlatego najlepsza w tym przypadku jest strategia oparta na rozbudowanej wielopoziomowej prewencji począwszy od prostych prac kontrolnych, przez przeglądy, konserwacje, naprawy i złożone remonty. Pozostałe typy strategii są tutaj równie ważne, ale przyjmują charakter uzupełniający (np. diagnostyka dla potrzeb prac kontrolnych czy remontowych, usuwanie awarii itp.).

Z przeprowadzonych badań oraz z informacji zawartych w tabeli widać, że optymalizacja procesów eksploatacyjnych w systemie kanalizacji powinna mieć charakter wieloaspektowy. Wynika to przede wszystkim ze specyfiki budowy oraz lokalizacji systemu wodociągowego. Z jednej strony, znacząca ilość elementów takiego systemu jest zlokalizowana i funkcjonuje pod ziemią, co utrudnia lub uniemożliwia prowadzenie takich prac prewencyjnych, które są charakterystyczne dla typowych przedsiębiorstw produkcyjnych (obchody, przeglądy). Nie bez znaczenia jest też rozproszenie obiektów technicznych na dużym obszarze. Z drugiej zaś strony, występują tutaj takie obiekty, jak pompownie, czy oczyszczalnie ścieków, które z eksploatacyjnego punktu widzenia mogą być postrzegane podobnie jak typowe przedsiębiorstwo produkcyjne, które umożliwia zastosowanie skutecznych metod i narzędzi wspomagających, takich jak strategia TPM wspomagana z użyciem systemu klasy CMMs/EAM.

5 Propozycja wykorzystania metod scenariuszowych do budowy autonomicznej strategii eksploatacyjnej

Przedstawiona różnorodność i wieloznaczność możliwości strategicznych w odniesieniu do poszczególnych elementów systemu kanalizacji, powodują trudność w zdefiniowaniu jednolitej optymalnej polityki eksploatacyjnej. Jednakże zebrane i usystematyzowane dane pozwoliły na przyjęcie założeń dla potrzeb opracowania autonomicznej (zdynamizowanej) wspomaganej komputerowo strategii eksploatacyjnej w postaci systemu analityczno-doradczego uwzględniającej:

1. odmienny charakter prac eksploatacyjnych w odniesieniu do poszczególnych podsystemów systemu kanalizacji (interwencyjny charakter sieci kanalizacyjnej, diagnostyczny charakter pompowni, prewencyjny charakter oczyszczalni ścieków),

2. „moment” eksploatacyjny potrzeb realizacji prac eksploatacyjnych (działania zapobiegawcze, usuwanie eksploatacyjnych skutków sytuacji kryzysowych),
3. typowe aspekty fizycznego zużywania się poszczególnych obiektów technicznych,
4. lokalizację techniczną i geograficzną poszczególnych obiektów technicznych,
5. informację o charakterystyce terenu w planowaniu i optymalizacji prac eksploatacyjnych.

Realizacja powyższej koncepcji jest możliwa w oparciu o spójny zbiór wytycznych stanowiących podstawę podejmowania decyzji eksploatacyjnych. W tym zakresie pomocne mogą być techniki scenariuszowe, należące do metod prognozowania. Techniki te dotychczas były stosowane w obszarze nauk ekonomicznych do prognozowania gospodarczego i zarządzania strategicznego [1, 2, 5, 6, 12, 15, 16, 17]. W dziedzinie nauk technicznych, jak na razie nie zdobyły sobie większego uznania.

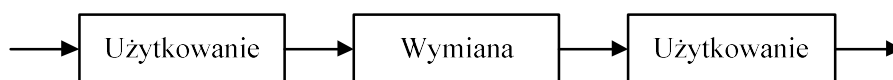
Według [8], planowanie scenariuszowe polega na opisie zdarzeń i wskazania ich logicznego i spójnego następstwa w celu ustalenia, w jaki sposób rozwijać się będzie dany obiekt lub sytuacja. Przyjmuje się w tym przypadku określony punkt odniesienia, którym w przypadku zarządzania eksploatacją może być na przykład przeszły lub bieżący stan techniczny. Według [17], należy wyraźnie rozróżnić pomiędzy scenariuszem zewnętrznym odnoszonym do otaczającej rzeczywistości (np. środowiska naturalnego lub przemysłowego) a scenariuszem wewnętrznym będącym własnością pojedynczej osoby.

Opisywane szeroko w literaturze przykłady tworzą duży i różnorodny zbiór wypracowanych metod tworzenia scenariuszy, ich praktycznego wykorzystania oraz oceny skuteczności. Przykładowo, według [15], istnieją cztery zasadnicze typy scenariuszy: scenariusze możliwych zdarzeń, scenariusze symulacyjne, scenariusze stanów otoczenia, scenariusze procesów w otoczeniu. Scenariusze te różnią się między sobą logiką ich tworzenia oraz sposobem i zakresem gromadzenia danych. Natomiast według [6], scenariusze mogą mieć charakter indukcyjny lub dedukcyjny. Podsumowując, należy stwierdzić, że istnieje wiele form i technik budowy scenariuszy, które wynikają z braku jednoznacznych wypracowanych zasad modelowania w tym obszarze zadaniowym.

Na podstawie przeprowadzonego rozpoznania oraz zidentyfikowanych analogii do innych obszarów, należy stwierdzić, że obszar eksploatacji systemów technicznych (eksploatacji systemu kanalizacji) jest bardzo podatny na wykorzystanie technik scenariuszowych do modelowania procesów eksploatacyjnych i budowy autonomicznej strategii utrzymania ruchu.

Punktem wyjścia mogą być w tym przypadku modele opisów działań w ramach procesów eksploatacji, które zaproponowano w [10]. Chodzi o modelowe „drogi przejścia” obiektu od stanu początkowego (oddanie obiektu do użytkowania), do stanu końcowego (wycofanie obiektu z eksploatacji - np. złomowanie), czyli określenie możliwych (typowych) sposobów zagospodarowania czasu „życia” obiektu. Można wyróżnić cztery typowe modele takiego zagospodarowania, określane pojęciem scenariusza. W szczególności wyróżnia się:

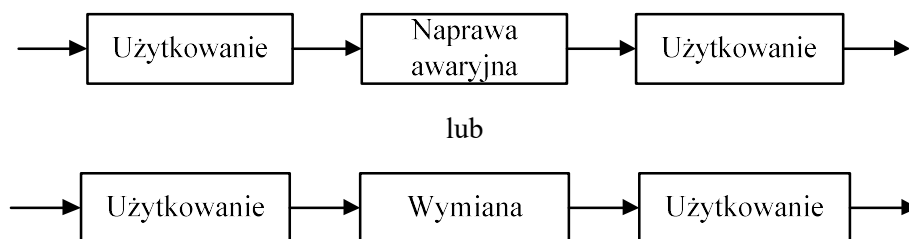
1. Scenariusz procesu eksploatacji typu 1 (rys. 2), polega na użytkowaniu początkowo nowego obiektu do momentu, gdy utraci on zdolność do realizacji zadań wynikających z jego funkcji celu. Po utracie zdolności obiekt jest definitywnie wycofywany z eksploatacji. Scenariusz ten może być wykorzystany do opisu procesów eksploatacji obiektów nienaprawialnych.



Rys. 2. Przykładowy układ strukturalnych powiązań zadań eksploatacyjnych dla scenariusza typu 1

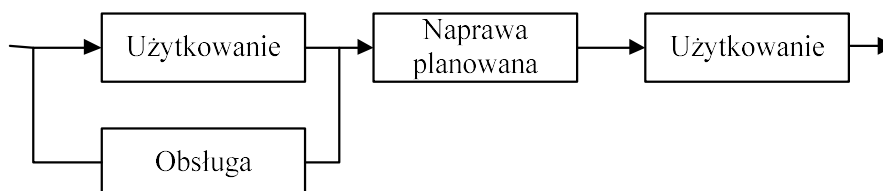
2. Scenariusz procesu eksploatacji typu 2 (rys. 3), polega na uzupełnieniu scenariusza typu pierwszego o działania związane z odnową zdolności. W związku z tym scenariusz ten można

przedstawić w postaci sekwencji: użytkowanie - utrata zdolności - odnowa zdolności - użytkowanie ...



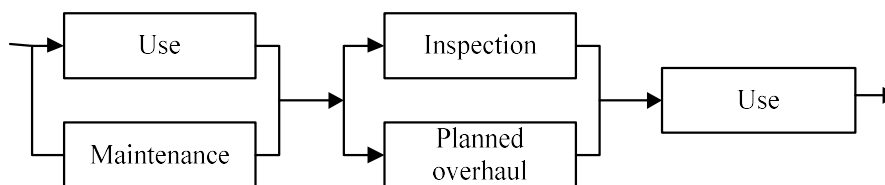
Rys. 3. Przykładowy układ strukturalnych powiązań zadań eksploatacyjnych dla scenariusza typu 2

- Scenariusz procesu eksploatacji typu 3 (rys. 4), polega na uzupełnieniu scenariusza typu drugiego o działania zmierzające do wydłużenia okresów użytkowania, a tym samym skrócenia okresów nieużytkowych. Może być to realizowane np. poprzez wprowadzenie prac prewencyjnych (konserwacje, obsługi).



Rys. 4. Przykładowy układ strukturalnych powiązań zadań eksploatacyjnych dla scenariusza typu 3

- Scenariusz procesu eksploatacji typu 4 (rys. 4), polega na uzupełnieniu scenariusza typu drugiego lub trzeciego o działania zmierzające do identyfikacji stanu technicznego eksploatowanego obiektu (np. przeglądy).



Rys. 5. Przykładowy układ strukturalnych powiązań zadań eksploatacyjnych dla scenariusza typu 4

Przedstawione powyżej modele strukturalne mają tutaj charakter przykładowy. W warunkach opisu rzeczywistych przypadków, zakres, jak również układ powiązań może znacząco się różnić i być bardziej rozbudowany.

Wnioski

Kluczowe elementy metodologii scenariuszowej oraz specyfika obszaru eksploatacji systemów technicznych warunkują zbiór koniecznych działań (celów szczegółowych), których realizacja pozwoli na opracowanie autonomicznej strategii eksploatacyjnej w odniesieniu do systemu kanalizacji [13, 14]. Działania te obejmują:

- zdefiniowanie potrzeby i podstawy generowania scenariusza/zbioru możliwych scenariuszy w oparciu o określone modele eksploatacyjne, które w tym przypadku mogą wynikać z

kryteriów niezawodnościowych (np. zbioru wybranych ilościowych wskaźników eksploatacyjnych)

- określenie wewnętrznej, formalnej struktury opisu scenariusza (identyfikacja zbioru parametrów, czyli składników ilościowych, oraz cech, rozumianych jako składniki jakościowe obrazu danej sytuacji/zdarzenia),
- uzupełnienie scenariuszy sytuacji dotyczących obiektu jako takiego przez odwzorowanie jego otoczenia (czyli przez analogię, autor artykułu proponuje oprócz scenariusza opisać „scenografię”, w której scenariusz się dzieje),
- rozwiązanie problemu praktycznego wykorzystania scenariuszy w planowaniu prac obsługowo-naprawczych, a jednocześnie optymalizacji procesów decyzyjnych dotyczących eksploatowanych systemów technicznych z uwzględnieniem zagadnienia wielowariantowości możliwych zdarzeń oraz symulacji zachowań obiektu w bliższej i dalszej przyszłości.

Ważnym aspektem w omawianym obszarze zadaniowym z uwzględnieniem proponowanej metodologii jest wykorzystanie informacji o terenie, które w tym przypadku powinno opierać się na badaniu:

- możliwości i efektywności wykorzystania warstw informatycznych (modelu sieci kanałów otwartych i zamkniętych, modelu atmosferycznego, modelu ukształtowania terenu NMT, modelu strefy gruntu: szorstkości i/lub przepuszczalności terenu, gęstości zabudowy i innych) do opracowania komponentów hydrologicznego i hydraulicznego modelu zlewni badanego obszaru,
- możliwości implementacji i wizualizacji wyników uzyskanych z symulacji z wykorzystaniem opracowanego hydrologicznego i hydraulicznego modelu zlewni badanego obszaru w postaci nowych warstw tematycznych w systemie GIS,
- możliwości wykorzystania informacji z nowych warstw tematycznych (analiz przestrzenno-statystycznych) w budowie modelu autonomicznej strategii eksploatacyjnej oraz w opracowaniu tworzenia dynamicznego, wariantowego scenariusza zdarzeń.

Przedstawione działania będą przedmiotem dalszych prac badawczych, wyrażonych w postaci kolejnych publikacji autora.

Literatura

- [1] Chermack T.J.: Scenario planning in organizations. How to create, use and assess scenarios, Berret-Koehler Publishers, Inc., San Francisco 2011.
- [2] Ducot C., Lubben G.J., A Typology of Scenarios. Futures 1980: No. 1.
- [3] Engelhardt M.O., Skipworth P.J., Savic D.A., Saul A.J., Walters G.A.: Rehabilitation strategies for water distribution networks: a literature review with a UK perspective, Urban Water 2 (2000) 153-170.
- [4] Fenner F. A.: Approaches to sewer maintenance: a review, Urban Water 2 (2000), 343-356.
- [5] Gierszewska G., Romanowska M. Analiza strategiczna przedsiębiorstwa, PWE, Warszawa: 2003.
- [6] Heijden K. Planowanie scenariuszowe w zarządzaniu strategicznym, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2000.
- [7] IEC 60300-3-1: 2003 - Dependability management - Part 3-1: Application guide - Analysis techniques for dependability - Guide on methodology.

- [8] Kahn H, Wiener A.J. The Year 2000. A Framework for Speculation on the Next Thirty Three Years. Macmillan, New York 1967.
- [9] Kaźmierczak J., Loska A., Dąbrowski M.: Use of geospatial information for supporting maintenance management in a technical network system, International Conference Euromaintenance 2012, Belgrad, May 2012.
- [10] Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych, Politechnika Śląska, Gliwice 2000.
- [11] Kwietniewski M., Roman M., Kłoss-Trębaczekiewicz H.: Niezawodność wodociągów i kanalizacji, Arkady, Warszawa 1993.
- [12] Lindgren M, Bandhold H.: Scenario planning. The link between future and strategy, Palgrave Macmillan, New York 2009.
- [13] Loska A. Remarks about modelling of maintenance processes with the use of scenario techniques. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2012; 14 (2): 5–11.
- [14] Loska A. Scenario modeling exploitation decision-making process in technical network systems. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2017; 19 (2): 268–278.
- [15] Praca zbiorowa po red. Cieślak M. Prognozowanie gospodarcze. Metody i Zastosowanie, PWN, Warszawa 2001.
- [16] Ralston B, Wilson I: The scenario planning handbook. Developing strategies in uncertain times, South-Western Cengage Learning, Mason (USA) 2006.
- [17] Ringland G.: Scenario planning. Managing for the future, John Wiley & Sons, Ltd., Chchester (Great Britain) 2006.
- [18] Roman M. (red.): Wodociągi i kanalizacja. Poradnik, Arkady, Warszawa 1991.
- [19] Żuchowicki A.W.: Odprowadzanie ścieków, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2002.
- [20] Żuchowicki A.W.: Projektowanie sieci wodociągowej i kanalizacyjnej, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2004.

THE WAY OF USE SCENARIO METHODS IN MAINTENANCE MANAGEMENT OF SELECTED TECHNICAL NETWORK SYSTEMS

Abstract: The paper presents the results of research on the possibility of use scenario methods in the planning and implementing of the maintenance work in the selected network technical system. The first part discusses the specific organizational and technical factors of maintenance work into wastewater system collection. Based on the conclusions formulated, resulting from the exploitation specificity of network systems, the proposal for use of scenario methods in modeling exploitation processes has been discussed. It is assumed that scenario models can be the basis of construction of an autonomous maintenance strategy for these network technical systems. In this regard, it has been presented the guidelines for the construction of exploitation scenarios and key aspects of their assessment in relation to specific organizational and technical conditions.

Keywords: network technical system, scenario methods, sewer system, maintenance strategy.