

Dr inż. Andrzej LOSKA
 Politechnika Śląska
 Wydział Organizacji i Zarządzania
 Instytut Inżynierii Produkcji

DOI: 10.17814/mechanik.2015.7.262

SCENARIUSZOWY MODUŁ OBSŁUGI POLITYKI EKSPLOATACYJNEJ – SMOPE

Streszczenie: Przedmiotem tego artykułu jest budowa narzędzia komputerowego wspomagającego metodykę scenariuszowego modelowania polityki eksploatacyjnej i eksploatacyjnego procesu decyzyjnego dla specyficznej klasy obiektów, jakimi są sieciowe systemy techniczne. Po przeprowadzeniu analizy możliwości i potrzeb wspomagania, przedstawione zostały strukturalne i funkcjonalne cechy prototypowego programu komputerowego SMOPE (Scenariuszowy Moduł Obsługi Polityki Eksploatacyjnej), zbudowanego przez autora. W końcowej części artykułu wskazano na możliwość wykorzystania SMOPE w budowie koncepcji SmartMaintenance, jako ważnego ogniwa w bezawaryjnym funkcjonowaniu podsystemów inżynierii miejskiej w myśl idei SmartCity.

SCENARIO MODULE OF SUPPORT OF EXPLOITATION POLICY – SMOPE

Abstract: The subject of this article is building computer tool supporting the methodology of scenario modeling of exploitation policy and exploitation decision-making process, for a specific class of objects, which are technical network systems. After an analysis of the opportunities and needs supporting, it was presented structural and functional features of prototype computer tool SMOPE, built by author of the article. In the final part of the article, there were pointed out the possibility of using SMOPE in the development of the SmartMaintenance concept, as an important link in the trouble-free operation of municipal engineering subsystems on the ideals of SmartCity.

Słowa kluczowe: polityka eksploatacyjna, scenariusze eksploatacyjne, sieciowy system techniczny, komputerowe wspomaganie eksploatacyjnego procesu decyzyjnego

Keywords: exploitation policy, exploitation scenarios, technical network system, computer supporting of exploitation decision-making process

1. WPROWADZENIE

Eksploatacyjny proces decyzyjny reprezentuje przedmiot i efekt oddziaływania na eksploatowany system techniczny, dwóch grup czynników, w szczególności:

- czynników otoczenia zewnętrznego, będących składnikami polityki przedsiębiorstwa, prowadzonej w odniesieniu do usługowych efektów eksploataowania systemu technicznego,

- czynników otoczenia wewnętrznego, będących składnikami polityki eksploatacyjnej, umożliwiającej i/lub ułatwiającej realizację prac użytkowych i obsługowo-naprawczych, w odniesieniu do systemu technicznego.

Eksploatacyjny proces decyzyjny skupia efekty kształtowania polityki eksploatacyjnej, stanowiąc przedmiot jej oceny, zarówno w aspekcie wewnętrznym – na tle funkcjonowania systemu technicznego, jak i w aspekcie zewnętrznym – w świetle wymagań i uwarunkowań otoczenia organizacji utrzymania ruchu [18]. Kształtowanie polityki eksploatacyjnej jest możliwe w warunkach dysponowania wieloaspektowym zasobem informacji związanym z technicznym działaniem poszczególnych obiektów w rozpoznanych warunkach organizacyjnych i ekonomicznych [13].

Prowadzone przez autora wieloletnie badania doprowadziły do opracowania metodyki scenariuszowego modelowania eksploatacyjnego procesu decyzyjnego [10-12]. Praktyczną realizacją i weryfikacją tej metodyki jest zbudowany komputerowy Scenariuszowy Moduł Obsługi Polityki Eksploatacyjnej (SMOPE), którego założenia, struktura i sposób działania będą przedmiotem dalszej części artykułu.

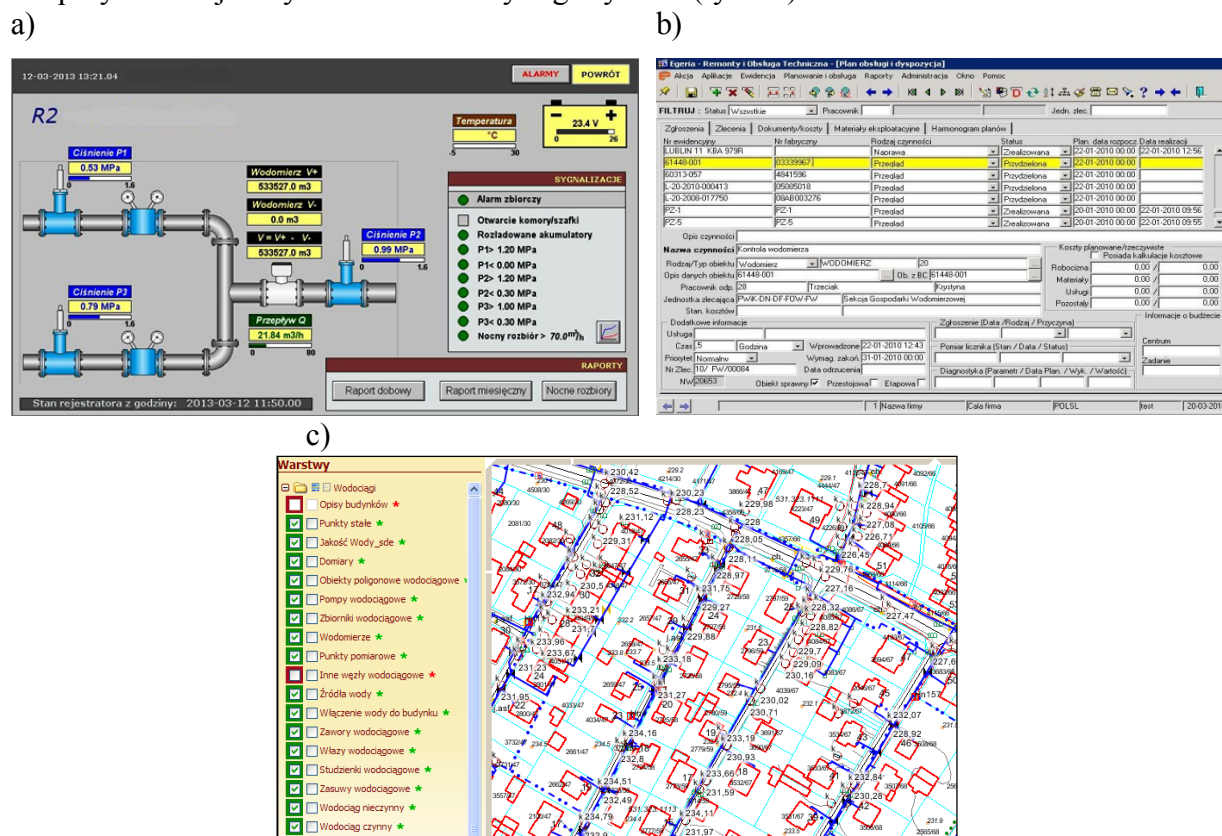
Badania koncepcyjne i weryfikacyjne opisane w tym artykule prowadzone były w specyficznym środowisku eksploatacyjnym – w odniesieniu do sieciowych systemów technicznych, wchodzących w skład infrastruktury stanowiącej podstawę funkcjonowania sektorów inżynierskich gospodarki komunalnej (m.in. systemy: wodociągowy, kanalizacyjny, ciepłowniczy) [3, 4, 15, 19].

2. ANALIZA MOŻLIWOŚCI I POTRZEB WSPOMAGANIA EKSPLOATACYJNEGO PROCESU DECYZYJNEGO

W znaczeniu aplikacyjnym, budowa systemu wspomagającego realizację opracowanej metodyki musi uwzględniać i wykorzystywać istniejące oraz funkcjonujące rozwiązania koncepcyjne i narzędziowe, stanowiąc spójny element większej całości. Wskazuje to na konieczność przeprowadzenia, w pierwszej kolejności, inwentaryzacji i oceny rozwiązań wspomagających prace eksploatacyjne, stosowanych w przedsiębiorstwach zarządzających sieciowymi systemami technicznymi, a następnie ich grupowania w obrębie głównych kategorii narzędziowych. W ten sposób zidentyfikowano i wyodrębniono trzy grupy narzędzi, najbardziej typowych i najczęściej stosowanych w zadaniowym obszarze zarządzania eksploatacją sieciowych systemów technicznych.

1. Narzędzia wspomagające monitorowanie parametrów pracy sieciowego systemu technicznego, wykorzystywane do pozyskiwania i przetwarzania danych i informacji o kluczowych cechach eksploatacyjnych, dla potrzeb prowadzenia nadzoru diagnostycznego nad funkcjonowaniem sieci i urządzeń inżynierskich. Typowym przedstawicielem tej grupy narzędzi są systemy klasy SCADA [5, 6]. Przykładowy ekran systemu TelWin firmy TEL-STER Sp. z o.o. pokazano na rys. 1a.
2. Narzędzia wspomagania zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu (systemy klasy CMMs/EAM [14]) lub tzw. moduły remontowe systemów wspomagania zarządzania przedsiębiorstwem (systemów klasy ERP [7]), wykorzystywane do pozyskiwania i przetwarzania informacji o sposobach prowadzenia prac obsługowo-naprawczych, a także rozliczeń zużycia mediów z użytkownikami sieci. Przykładowy ekran modułu ROT systemu EGERIA firmy Comarch S.A. przedstawiono na rys. 1b.
3. Narzędzia wspomagania wizualizacji i oceny przestrzennej, wykorzystywane do inwentaryzacji oraz lokalizacji na mapach elementów infrastruktury sieciowej. Typowym

przedstawicielem tej grupy narzędzi są systemy klasy GIS [2, 8, 16, 17], a praktycznym przykładem jest system Sonet firmy Signity S.A. (rys. 1c).



Rys. 1. Przykładowe ekrany narzędzi wspomagających eksploatację sieciowych systemów technicznych: a) ekran systemu TelWin, b) ekran modułu ROT systemu EGERIA, c) ekran systemu Sonet

Przeprowadzony przegląd stosowanych sposobów i środków wspomagających zarządzanie eksploatacją wybranych sieciowych systemów technicznych wykazał braki i niedoskonałości zarówno w procesie wspomagania, jak i wykorzystywanych do tego celu narzędzi, w szczególności [12]:

- duże zróżnicowanie i rozproszenie informacyjno-informatyczne, przejawiające się brakiem ciągłości¹ i małą kompatybilnością stosowanych narzędzi „produkujących” informację, która jest wykorzystywana głównie do wspomagania realizacji zadań cząstkowych organizacji utrzymania ruchu, a w konsekwencji nie stanowi podstawy analitycznej eksploatacyjnego procesu decyzyjnego,
- niepełne powiązania informacyjne i narzędziowe pomiędzy poszczególnymi decyzyjnymi obszarami eksploatacyjnymi (np. odrębne narzędzia wspomagające prace identyfikacyjne, diagnostyczne, obsługowo-naprawcze czy dokumentacyjne),
- niewystarczające uwzględnienie, w obrębie organizacji utrzymania ruchu, specyfiki eksploatacyjnej poszczególnych obiektów/systemów technicznych,
- brak wykorzystania, w obrębie organizacji utrzymania ruchu, rozwiązań modelowych i narzędzi analitycznych, szczególnie w zakresie wspomagania długoterminowych analiz eksploatacyjnych i długoterminowego eksploatacyjnego procesu decyzyjnego.

¹ Brak ciągłości należy tutaj rozumieć jako niedostateczny i/lub niewystarczający obszar pokrycia systemu informacyjnego za pomocą rozwiązań wspomagających.

Należy stwierdzić, że stosowane w omawianym obszarze metody i narzędzia nie pozwalają w pełni wykorzystać gromadzonej informacji o obiektach, zdarzeniach i procesach eksploatacyjnych, dla potrzeb realizacji eksploatacyjnego procesu decyzyjnego. W szczególności, istnieje wyraźna potrzeba uzupełnienia informacyjnej ścieżki realizacji procesu eksploatacyjnego o rozwiązania pozwalające na skuteczne wzbogacenie istniejących typowych rozwiązań zarządczych o aspekty analityczne i decyzyjne.

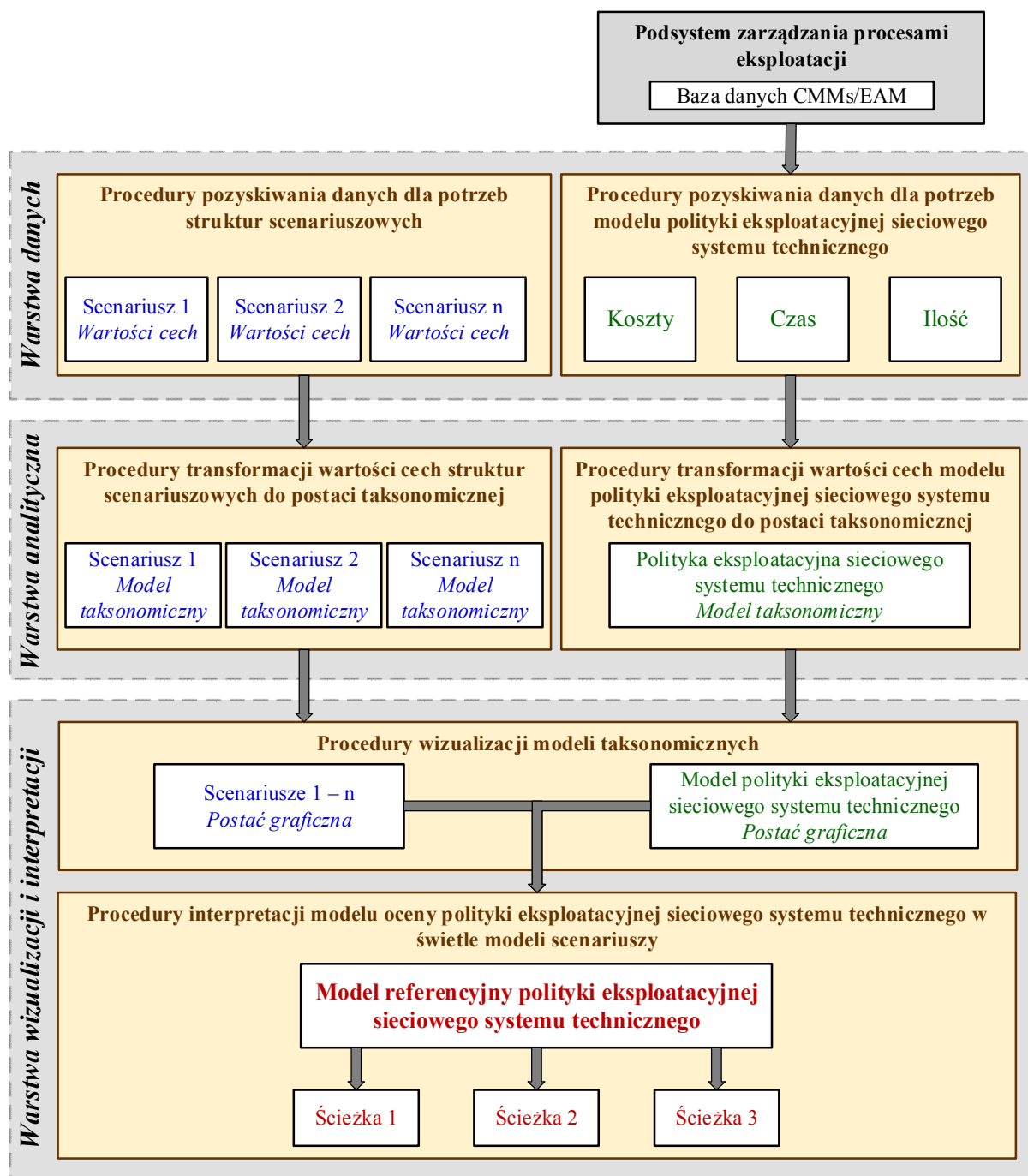
3. SCENARIUSZOWY MODUŁ OBSŁUGI POLITYKI EKSPLOATACYJNEJ (SMOPE)

Opracowany przez autora prototypowy moduł wspomagający został oparty na założeniach metodyki modelowania polityki eksploatacyjnej i metodyki scenariuszowego modelowania eksploatacyjnego procesu decyzyjnego, której kluczowe aspekty obejmują [10, 12]:

- wykorzystanie dla potrzeb oceny eksploatacyjnego procesu decyzyjnego, wartości trzech cech kluczowych: czasu, kosztów i ilości prac obsługowo-naprawczych,
- budowę modelu oceny polityki eksploatacyjnej z wykorzystaniem wypadkowych taksonomicznych miar geometrycznych,
- budowę wzorców polityki eksploatacyjnych z wykorzystaniem sposobów wariantowania scenariuszowego.

Opracowany sposób wspomagania eksploatacyjnego procesu decyzyjnego zobrazowano na rys. 2. Koncepcja ta odzwierciedla przebieg obliczeń i wizualizację ich wyników, realizowanych dwutorowo (odrębnie dla analizowanego sieciowego systemu technicznego i dla zestawu scenariuszowego), z uwzględnieniem końcowego zestawienia wariantowego.

Zbudowane na tej podstawie narzędzie komputerowe – SMOPE (Scenariuszowy Moduł Obsługi Polityki Eksploatacyjnej) ma charakter obiektowy, dzięki czemu możliwe było dokonanie powiązania pomiędzy najistotniejszymi mechanizmami. Wymienione obiekty są reprezentowane przez warstwy oddzielające od siebie wyodrębnione struktury danych wejściowych i informacji wynikowych oraz procedury postępowania (etapy wspomaganých zadań). W ten sposób możliwe jest zaprezentowanie SMOPE w obrębie tego samego wzorca, zarówno w ujęciu strukturalnym, jak i funkcjonalnym.



Rys. 2. Schemat modułu wspomagającego eksploatacyjny proces decyzyjny

3.1. Strukturalna interpretacja modułu SMOPE

W ujęciu strukturalnym, SMOPE został zbudowany w oparciu o technologię webową, z wykorzystaniem składników narzędziowych, uporządkowanych w obrębie poszczególnych warstw.

1. Warstwa danych, która w tym przypadku ma charakter hurtowni danych. Idea takiego rozwiązania opiera się na założeniu celowego wykorzystania istniejących zasobów danych przedsiębiorstwa bez czynnej ingerencji w stosowane w przedsiębiorstwie rozwiązania informatyczno-informacyjne. Dlatego hurtownia danych, opracowana za pomocą systemu zarządzania relacyjną bazą danych MySQL, poprzez mechanizmy wymiany danych języka SQL w standardzie SQL:2003, umożliwia gromadzenie na bieżąco danych, które:

- mogą być pozyskiwane z systemu wspomagającego obsługę zdarzeń i procesów eksploatacyjnych, funkcjonującego w przedsiębiorstwie (systemu klasy CMMs/EAM lub systemu klasy ERP),
- mogą być wprowadzane bezpośrednio do bazy danych SMOPE, z wykorzystaniem mechanizmów budowy modeli polityki eksploatacyjnej i modeli scenariuszy eksploatacyjnych.

Oprócz funkcji definiowania i przechowywania struktury budowanych modeli, narzędzia ujęte w ramach warstwy danych umożliwiają dysponowanie przestrzenią na dane i informację, dla potrzeb prowadzenia wszystkich obliczeń, przechowywania wyników pośrednich i końcowych, a także wizualizacji rezultatów prowadzonych analiz.

2. Warstwa analityczna, która w ujęciu strukturalnym obejmuje zbiór algorytmów interpretowanych za pomocą skryptowego języka programowania PHP w wersji 5.2.4. Zadaniem SMOPE w obrębie tej warstwy jest realizacja procedur pozwalających na wyznaczenie poszczególnych miar taksonomicznych. Przykładowy fragment kodu źródłowego SMOPE, opracowany dla potrzeb wyznaczenia wartości miar syntetycznych, przedstawiono na Rys. 3 3.

```
// stymulacja
for ($i = 1; $i <= 4; $i++) {
    foreach ($kolumny as $styp) {
        $nameVal = 'takso_' . $i . '_' . $styp;
        $nameWaga = 'waga'.ucfirst($styp);

        if (isset($array[$nameVal])) {
            $record['stymulacja'][$styp][$i] = $$nameWaga / $array[$nameVal];
        }
    }
}

// miara syntetyczna
foreach ($kolumny as $styp) {
    $record['pattern'][$styp] = @($record['static']['avg'][$styp] / $record['static']['std'][$styp]);
}
foreach ($record['normal'] as $i => $stypy) {
    foreach ($stypy as $k => $sval) {
        $record['odlwzr'][$i][$k] = pow($sval - $record['pattern'][$i], 2);
    }
}
foreach ($record['odlwzr']['koszt'] as $k => $sval) {
    $record['odlwzrs'][$k] = pow($sval + $record['odlwzr']['czas'][$k] + $record['odlwzr']['ilosc'][$k], 0.5);
}
$record['syntetic']['static']['avg'] = array_sum($record['odlwzrs']) / count($record['odlwzrs']);
$record['syntetic']['static']['std'] = standardDeviation($record['odlwzrs']);
$record['syntetic']['static']['d0'] = $record['syntetic']['static']['avg'] + 2 * $record['syntetic']['static']['std'];
foreach ($record['odlwzrs'] as $k => $sval) {
    $record['syntetic']['value'][$k] = @(1 - ($sval / $record['syntetic']['static']['d0']));
}
```

Rys. 3. Fragment kodu źródłowego SMOPE w zakresie obliczeniowej procedury stymulacji i wyznaczenia miary syntetycznej

3. Warstwa wizualizacji i interpretacji, która w oparciu o mechanizmy opracowane przy użyciu języka JavaScript, z wykorzystaniem bibliotek w2ui, jQuery oraz CSS i HTML, pozwala na generowanie wyników przyjmowanych założeń i prowadzonych obliczeń, w ujęciu zestawień liczbowych i tabelarycznych, a także układów graficznych. Przykładowy fragment kodu źródłowego SMOPE, reprezentującego warstwę wizualizacji i interpretacji, przedstawiono na Rys. 4 4.

```

gridZestawienieScenariuszy: {
  name: 'gridZestawienieScenariuszy',
  header: "Zestawienie tabelaryczno-graficzne scenariuszy eksploatacyjnych",
  url: "index.php",
  show: {
    columns: [
      { field: 'code', caption: 'Kod', size: '180px' },
      { field: 'name', caption: 'Nazwa', size: '180px' },
      { field: 'create_at', caption: 'Data utworzenia', size: '180px' },
      { field: 'desc', caption: 'Opis', size: '30%' }
    ],
    onComparison: function (event) {
      var recId = event.getSelection();

      var postData = {

$.ajax({
  type      : 'POST',
  url       : 'index.php',
  data      : String($.param(postData, false)).replace(/%5B/g, '[').replace(/%5D/g, ']'),
  dataType  : 'json',
  complete  : function (xhr, status) {

    var responseText = xhr.responseText;
    var dataMain;

    if (typeof responseText == "object") {
      dataMain = responseText;
    } else {
      try { eval('dataMain = '+ responseText); } catch (e) { }
    }

    w2ui['main_layout'].load('main', 'index.php?action=scenariuszeCompare&count='+recId.length, null, function() {

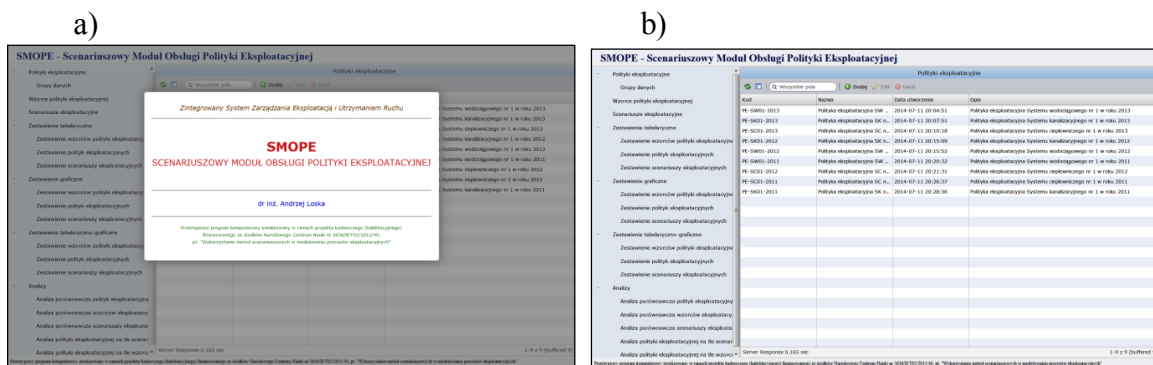
      if (typeof w2ui['formCpmScenariusz'] != 'undefined') {
        w2ui['formCpmScenariusz'].destroy();

```

Rys. 4. Fragment kodu źródłowego SMOPE w zakresie procedury wizualizacji zbiorczego zestawienia scenariuszy eksploatacyjnych

3.2. Funkcjonalna interpretacja modułu SMOPE

W ujęciu funkcjonalnym, SMOPE uruchamiany w ramach przeglądarki internetowej pozwala na kompleksowe i proceduralne wspomaganie realizacji metodyki modelowania polityki eksploatacyjnej oraz metodyki scenariuszowego modelowania eksploatacyjnego procesu decyzyjnego. Ekran startowy i ekran główny SMOPE przedstawiono na rys. 5a i 5b.



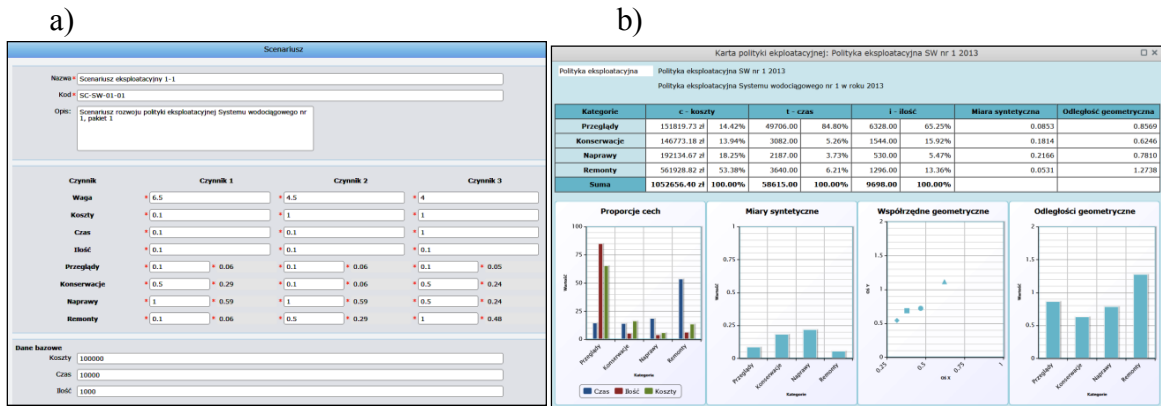
Rys. 5. Wejściowe ekrany modułu SMOPE: a) ekran startowy, b) ekran główny

Ekran główny SMOPE podzielony jest na dwie części, z których lewa obejmuje listę procedur, natomiast prawa stanowi miejsce wyników ich realizacji (rys. 5b).

W odniesieniu do schematu z rys. 2, działania wspomagające realizowane z użyciem SMOPE można przyporządkować do poszczególnych warstw.

1. Warstwa danych reprezentuje funkcje pozwalające na pozyskiwanie danych dla potrzeb struktur prac obsługowo-naprawczych, zgodnie z opracowaną metodyką [12]. Zastosowane tutaj procedury przyjmują charakter równoległy dwutorowy, umożliwiając definiowanie poszczególnych modeli, zarówno w ujęciu scenariuszowym, czy wariantowym, jak i w odniesieniu do polityki eksploatacyjnej analizowanego sieciowego

systemu technicznego. Wynikiem realizacji tych zadań jest struktura kategorii prac obsługowo-naprawczych w ujęciu cech polityki eksploatacyjnej. Przykładowe ekrany stanowiące przebieg i/lub wynik realizacji zadań w ramach warstwy danych, przedstawiono na rys. 6 (w części górnej – tabelarycznej ekranu).



Rys. 6. Przykładowe ekrany modułu SMOPE w ramach warstwy danych: a) formularz wprowadzania cech scenariusza eksploatacyjnego, b) karta scenariusza eksploatacyjnego

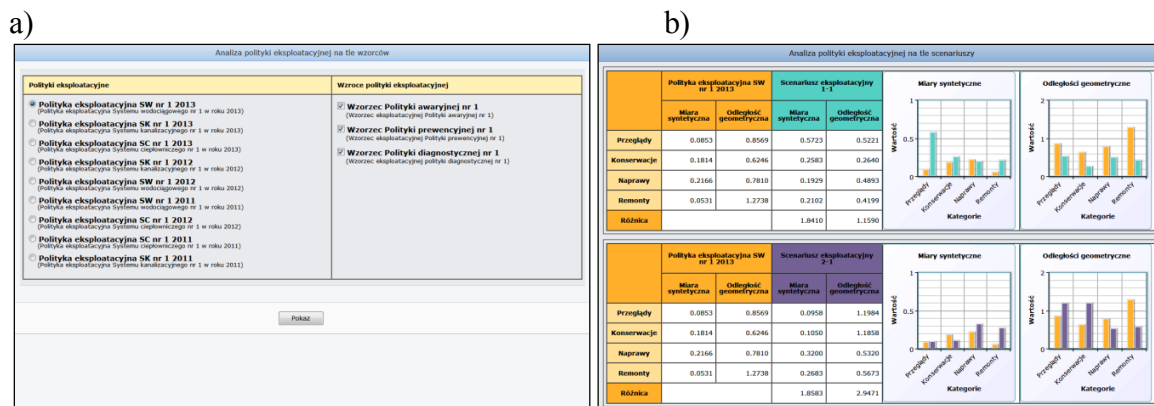
2. Warstwa analityczna reprezentuje funkcje mające na celu obliczeniową realizację modelu taksonomicznego. Wynikiem realizacji tych zadań, w ujęciu funkcjonalnym, jest zbiór liczbowych zestawień miar taksonomicznych, które pokazano na rys. 7a i 7b (w części górnej – tabelarycznej ekranów).



Rys. 7. Przykładowe ekrany modułu SMOPE w ramach warstwy analitycznej oraz warstwy wizualizacji i interpretacji: a) analiza porównawcza polityk eksploatacyjnych, b) analiza porównawcza wzorców polityki eksploatacyjnej

3. Warstwa wizualizacji i interpretacji reprezentuje funkcje mające na celu prezentację wyników działania SMOPE, w postaci:

- graficznego zestawienia modelu scenariusza, wzorców polityki eksploatacyjnej i modelu analizowanej polityki eksploatacyjnej sieciowych systemów technicznych (rys. 6b – w części dolnej – graficznej ekranu),
- graficznego zestawienia wyników obliczeń taksonomicznych, zarówno w ujęciu statycznym – w odniesieniu do chwili bieżącej, jak i dynamicznym – w odniesieniu do przyszłych dyskretnych momentów czasowych (rys. 7a i 7b – w części dolnej – graficznej ekranów),
- możliwość budowy modeli referencyjnych, stanowiących taksonomiczne porównanie oraz wybór najlepszej w danych warunkach ścieżki eksploatacyjnego postępowania decyzyjnego (rys. 8a i 8b).



Rys. 8. Przykładowe ekrany modułu SMOPE w ramach warstwy analitycznej oraz warstwy wizualizacji i interpretacji: a) formularz wyboru składników dla modelu referencyjnego, b) wizualizacja polityki eksploatacyjnej na tle modeli scenariuszy

4. WNIOSKI

W artykule zaprezentowano wyniki badań nad komputerowym wspomaganie zarządzania eksploatacją sieciowych systemów technicznych, w zakresie dostosowanym do opracowanej metodyki taksonomicznego modelowania eksploatacyjnego procesu decyzyjnego [12]. W oparciu o przeprowadzony przegląd możliwości i potrzeb wspomaganie, zaproponowano koncepcję wspomaganie eksploatacyjnego procesu decyzyjnego, a następnie opisano sposób jego praktycznej realizacji w postaci narzędzia komputerowego SMOPE.

Wyniki testów modułu SMOPE, w oparciu o dane eksploatacyjne analizowanych sieciowych systemów technicznych, potwierdziły możliwość, celowość i sensowność wykorzystania narzędzia tej klasy dla potrzeb wspomaganie eksploatacyjnego procesu decyzyjnego w dłuższym horyzoncie czasowym, w ujęciu opracowanej metodyki. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na trzy aspekty.

1. Opracowany moduł komputerowy SMOPE ma charakter prototypowy, co oznacza zapewnienie prawidłowości realizacji wszystkich funkcji związanych z przyjętą metodyką, ale w sposób dostosowany do analizowanego obszaru i zakresu danych.
2. Opracowany moduł komputerowy SMOPE może stanowić odrębne narzędzie, wspomagające prowadzenie analiz eksploatacyjnych i dokumentujące zasadność podejmowanych decyzji. Jednakże, zdaniem autora, znacznie lepsze efekty można uzyskać, włączając moduł w strukturę informacyjno-informatyczną zintegrowanego modelu wspomaganie zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu.
3. Opracowany moduł komputerowy SMOPE stanowi ważny element kształtowania wybranych podsystemów inżynierii miejskiej w myśl idei SmartCity [1, 9]. Rozwijana przez autora koncepcja SmartMaintenance może stanowić ważne ogniwo w sprawnym i bezawaryjnym funkcjonowaniu wdrażanych w tym zakresie innowacyjnych i inteligentnych rozwiązań.

Artykuł jest wynikiem realizacji części badań statutowych w ramach pracy BK-223/ROZ3/2015, w obrębie zadania: „Rola inżynierii produkcji w badaniach nad rozwojem innowacyjnych przedsiębiorstw i usług”.

LITERATURA

- [1] Angelidou M.: *Smart city policies: A spatial approach*, Vol. 41, Suppl. 1, 2014, pp. S3-S11.

- [2] Dąbrowski M.: *Innowacyjny sposób wykorzystania modeli GIS dla potrzeb zarządzania eksploatacją systemu zaopatrzenia w wodę*, Mechanik, nr 7/2014, s. 363-372.
- [3] Denczew S.: *Podstawy modelowania systemów eksploatacji wodociągów i kanalizacji*, Komitet Inżynierii Środowiska PAN, Lublin 2006.
- [4] Górecki J.: *Sieci ciepłne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
- [5] Ip W.H., Lee K.C., Yung K.L., Yam R.: *SCADA in an integrated maintenance management system*, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 6, 2000, Iss: 1, pp. 6-19.
- [6] Kaźmierczak J., Loska A., Dąbrowski M.: *Use of geospatial information for supporting maintenance management in a technical network system*, 21th European Congress on Maintenance and Asset Management Euromaintenance 2012, Belgrad, May 2012, pp. 287-297.
- [7] Kłós S., Patals-Maliszewska J.: *The impact of ERP on maintenance management*. Management and Production Engineering Review, 2013, Vol. 4, No. 3, pp. 15-25.
- [8] Kwietniewski M.: *GIS w wodociągach i kanalizacji*, PWN, Warszawa 2008.
- [9] Loska A. *Review of opportunities and needs of building the smartmaintenance concept within technical infrastructure system of municipal engineering*, [w:] R. Knosala (red.): Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015, Konferencja „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji”, Zakopane, marzec 2015, tom 2, s. 544-555.
- [10] Loska A., Dąbrowski M.: *Modelowanie oceny polityki eksploatacyjnej sieciowego systemu technicznego w oparciu o metody taksonomii numerycznej*, Konferencja „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji”, Zakopane, luty 2014, s. 700-713.
- [11] Loska A.: *Exploitation assessment of selected technical objects using taxonomic methods*, Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, 15 (1): 2013, pp. 1-8.
- [12] Loska A.: *Model polityki eksploatacyjnej dla potrzeb wspomagania procesu decyzyjnego w sieciowym systemie technicznym*, Mechanik, nr 7/2014, XVIII Międzynarodowa Szkoła Komputerowego Wspomagania Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji, Szczyrk 2014, s. 363-372.
- [13] Loska A.: *Wybrane aspekty komputerowego wspomagania zarządzania eksploatacją systemów technicznych*, Monografia, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2012.
- [14] Orłowski C., Lipski J., Loska A.: *Informatyka i komputerowe wspomaganie prac inżynierskich*, PWE, Warszawa 2012.
- [15] Parcher M.J.: *Wastewater collection system maintenance*, Technomic Publishing Company Inc., Basel 1998.
- [16] Paszkowski W.: *Wykorzystanie krajobrazów dźwiękowych w jakościowej ocenie środowiska akustycznego miast – propozycja badań*, [w:] E. Milewska, I. Żabińska (red.): *Systemy wspomagania w inżynierii produkcji. Inżynieria systemów technicznych*, Wydawnictwo PA Nova, Gliwice 2014, s. 164-173.
- [17] Wieczorek A.: *Możliwości wykorzystania systemów GIS w określaniu funkcji środków technicznych mobilnych dla potrzeb prowadzenia analizy RCM*, Materiały Międzynarodowej Konferencji „Systemy Wspomagania w Zarządzaniu Środowiskiem. Skalne Miasto (Czechy)” wrzesień 2010, s. 577-585.
- [18] Wolniak R., Skotnicka-Zasadzień B.: *The use of value stream mapping to introduction of organizational innovation in industry*, Metalurgia, Vol. 53, Iss. 4, 2014, s. 709-712.
- [19] Wyczółkowski R.: *Inteligentny system monitorowania sieci wodociągowych*, Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, 37 (1), 2008, s. 33-36.