

GRZEGORZ BLIŹNIUK, MARIUSZ CHMIELEWSKI, TOMASZ GZIK,  
RAFAŁ KASPRZYK, JAROSŁAW KOSZELA, ANDRZEJ NAJGEBAUER

Wydział Cybernetyki  
Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie

## Interoperacyjność zapisów historii leczenia pacjenta w heterogenicznej infrastrukturze elektronicznych rekordów medycznych

### 1. Wstęp

Zgodnie z regułami tworzenia i przechowywania danych medycznych (dotyczy to wersji papierowej i elektronicznej dokumentacji), są one tworzone przez placówkę ochrony zdrowia i tam pozostają. Placówką taką może być gabinet lekarski, placówka POZ, szpital, laboratorium diagnostyczne. Istotne jest to, że pacjent przemieszcza się ze swoim problemem zdrowotnym pomiędzy różnymi placówkami ochrony zdrowia w kraju, w różnych krajach lub nawet na różnych kontynentach. Często nie ma on wyboru, gdzie się leczy, ponieważ choroba potrafi zaskoczyć go w dowolnym czasie i miejscu. Wobec tego dane medyczne o chorobie pacjenta są najczęściej rozproszone, sfragmentowane i nie zawsze w pełni spójne. Są one również przechowywane w odmiennych standardach składowania elektronicznej dokumentacji medycznej. Sytuacja taka dotyczy zarówno konkretnej jednostki chorobowej, która dotknęła pacjenta, jak i wielu różnych chorób i innych dolegliwości, które go nękają.

Wspólnym „kręgosłupem” informacji o przebiegu procesu leczenia, czyli tzw. procedury medycznej, jest opis ścieżki klinicznej dotyczący wskazanej jednostki chorobowej i sprofilowany dla konkretnego pacjenta<sup>1</sup>. W opisie tym jest zapisana historia wykonanych już kroków procedury medycznej, jak również

---

<sup>1</sup> *Raport końcowy projektu POIG.01.03.01-00-145/08*, red. G. Bliźniuk, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2010, s. 93–99, 311–348, 495–506, 733–739.

tych, które zgodnie z najlepszą wiedzą medyczną powinny jeszcze nastąpić. Po szczególne kroki są związane z konkretnymi artefaktami, które mogą powstawać w czasie przeprowadzania procedury medycznej. Jednym z takich artefaktów jest elektroniczna dokumentacja medyczna. Na podstawie przypisania historii powstawania i składowania artefaktów dokumentacyjnych do wskazanych kroków w ścieżce klinicznej, przypisania jej zapisu do konkretnego pacjenta i jednostki chorobowej jest możliwe spójne dostarczanie właściwej dokumentacji medycznej do pacjenta, lekarza i pozostałych pracowników medycznych.

Zapewnienie wskazanych powyżej możliwości jest uwarunkowane sprawnym działaniem systemu udostępniającego repozytorium komputerowych ścieżek klinicznych (tzw. RSK<sup>2</sup>) oraz historii ich wykonania (tzw. hurtowni procesów<sup>3</sup>), wraz z efektywnymi mechanizmami zapewnienia ich interoperacyjności z systemami EHR<sup>5</sup>. Konieczne jest ponadto szybkie przeprowadzanie odpowiedniej analizy semantycznej pozyskiwanych danych i właściwe umieszczanie ich w przestrzeni decyzyjnej dotyczącej procesu leczenia<sup>6</sup>. Często te same informacje medyczne są zapisywane wielokrotnie w różnych miejscach. Oznacza to, że dla zapewnienia spójności prezentacji informacji konieczne jest odpowiednie ich odfiltrowanie i ustalenie istotności poszczególnych węzłów informacyjnych w sieci systemów EHR, z którym współpracuje system ścieżek klinicznych. W analizie połączeń pomiędzy systemami w sieci EHR prowadzonej w kontekście funkcjonowania informacji o pacjencie można korzystać z dorobku badań dotyczących powiązań w sieciach społecznych. Na tej podstawie można opracować optymalne metody dostarczania właściwych danych medycznych do konkretnego opisu ścieżki klinicznej na podstawie wiedzy o zakresie tych danych, gromadzonych w poszczególnych węzłach sieci EHR.

---

<sup>2</sup> Ibidem, s. 187–191.

<sup>3</sup> T. Gzik, P. Kędzierski, J. Koszela, *Hurtownie procesów i procesy dynamiczne jako narzędzia wspierające wspomaganie podejmowania decyzji medycznych*, w: *Modelowanie i zastosowanie komputerowych systemów medycznych*, red. M. Cieciora, W. Olchowik, Vizja Press&IT, Warszawa 2009, s. 50–57.

<sup>4</sup> T. Gzik, *Analiza rozwiązań informatycznych wykorzystywanych do wspierania modelowania procesów wspomaganie podejmowania decyzji medycznych*, w: *Raport z realizacji zadania 1 projektu POIG.01.03.01-00-145/08*, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2009, s. 207–219.

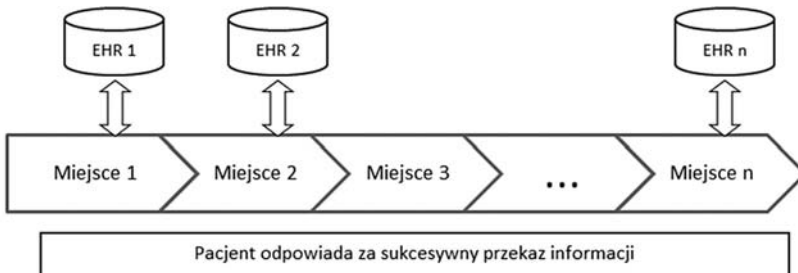
<sup>5</sup> G. Bliźniuk, *Koncepcja implementacji warunków interoperacyjności systemu ścieżek klinicznych i elektronicznego rekordu pacjenta*, „Biuletyn” Instytutu Systemów Informatycznych, nr 6, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2010, s. 1–10.

<sup>6</sup> M. Chmielewski, A. Gałka, *Semantic battlespace data mapping using tactical symbology*, „Advances in Intelligent Information and Database Systems” 2010, Springer, s. 157–168.

Warto nadmienić, że przedstawiane w tym miejscu zagadnienia dotyczą modelowania szczególnej klasy procesów biznesowych<sup>7</sup>, projektowania systemów z wykorzystaniem szczególnego rodzaju podejścia architektonicznego<sup>8</sup> oraz badania efektywności zaprojektowanych i uruchomionych procesów biznesowych<sup>9</sup>. Z uwagi na zakres rozważań podjętych w niniejszym opracowaniu nie będziemy tutaj bardziej rozwijać zagadnień podjętych w przywołanych pozycjach bibliograficznych.

## 2. Spójność informacji o historii choroby pacjenta

Najczęściej informacje o przebiegu choroby pacjenta są przechowywane w sposób fragmentaryczny w różnych bazach elektronicznej dokumentacji medycznej w zależności od tego, w którym miejscu pacjent leczyl się w konkretnym momencie swojego życia. Sytuację taką zilustrowano na rysunku 1.



**Rysunek 1. Logika potencjalnie niespójnego zapisu i odczytu historii choroby**

Źródło: opracowanie własne.

<sup>7</sup> R. Waszkowski, A. Chodowska, R. Popławski, *Automatyzacja procesów biznesowych jako element systemu wspomaganie decyzji odpowiedzialny za sterowanie działań zgodnie z przyjętymi procedurami*, w: *Modelowanie i symulacja procesów oraz określenie komputerowo wspomaganym procedur w zakresie zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa żywności i żywienia*, red. J. Bertrandt, K. Lasocki, BELStudio, Warszawa 2012, s. 1208–1221.

<sup>8</sup> T. Górski, *Architectural view model for an integration platform*, „Journal of Theoretical and Applied Computer Science” 2012, vol. 6, no. 1, s. 25–34; T. Górski, *Projektowanie platform integracyjnych w architekturze zorientowanej na usługi*, „Wiadomości Górnicze” 2012, nr 7–8, s. 407–417.

<sup>9</sup> M. Lignowska, T. Nowicki, *Symulacyjna metoda badania procedur medycznych*, w: *Technologie informatyczne i ich zastosowania*, red. A. Jastrow, Politechnika Radomska, Radom 2010, s. 243–252; T. Nowicki, *Efficiency estimation of organization described by workflow model*, w: *Contemporary corporate management*, red. K. Grzybowska, A. Stachowiak, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2009, s. 87–100.

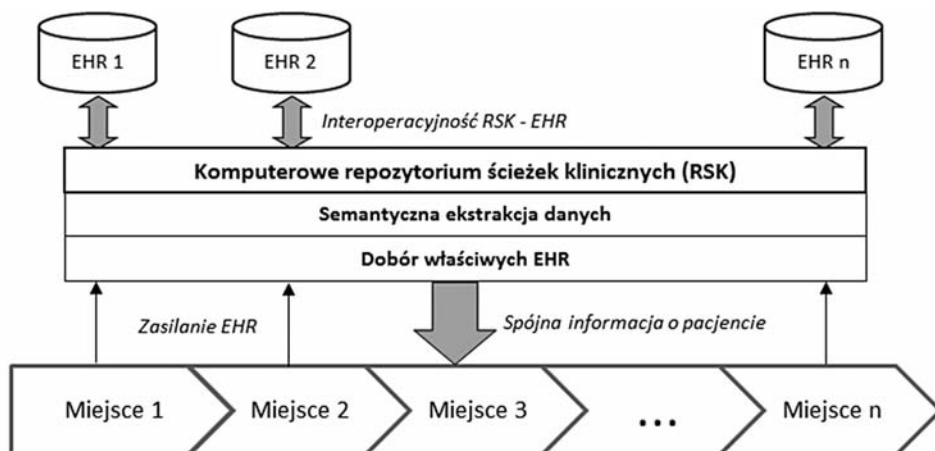
Potencjalna niespójność pofragmentowanych danych medycznych wynika przede wszystkim z tego, że rzeczywistym przekaznikiem informacji medycznej jest pacjent. Pacjent nie musi znać się na tym, jakie informacje są istotne. Może on także przekazywać je niedokładnie lub niekompletnie. Ponadto, zgodnie z praktyką lekarską, informacje od pacjenta nie są podstawowym źródłem wiedzy o stanie jego zdrowia. Źródłem takim są w szczególności wyniki obserwacji klinicznej, wyniki badań diagnostycznych uzyskane przez placówkę ochrony zdrowia oraz właściwie udokumentowane informacje pozyskane z wcześniejszych miejsc leczenia pacjenta. Jeżeli informacje te są dokumentowane w postaci elektronicznej, to ich źródłem są odpowiednie bazy EHR obsługujące składowanie danych medycznych w trwałej postaci elektronicznej.

Dla zapewnienia spójności informacji o przebiegu choroby jest konieczne zapewnienie dostępu kolejnych miejsc procesu leczenia, przedstawionych na rysunku powyżej. Kluczowa jest tutaj odpowiednia selekcja informacji dopasowana do kolejnych kroków ścieżki klinicznej, która jest systematycznym opisem postępowania w procesie leczenia dotyczącym wskazanej jednostki chorobowej. Kolejne fragmenty ścieżki klinicznej mogą być realizowane w kolejnych miejscach, gdzie następuje tworzenie i składowanie dokumentacji medycznej w systemach EHR. Ważne jest zatem, aby dobór informacji z poszczególnych systemów EHR następował selektywnie w odniesieniu do kroków ścieżki klinicznej z uwzględnieniem odpowiedniości semantycznej tej informacji. W wielu przypadkach informacje są powielane w różnych systemach EHR, co może być wynikiem np. wielokrotnego powtarzania tych samych kroków w różnych miejscach. W tej sytuacji istotny jest dobór jedynie najbardziej przydatnych informacji z całego zestawu informacji redundantnych. Na tej podstawie powinno być ustalane to, które systemy EHR są najistotniejsze dla dostarczania informacji o historii choroby pacjenta. Ma to zasadnicze znaczenie dla efektywności działania systemu spójnego dostarczania informacji.

Na rysunku 2 zilustrowano koncepcję systemu dostarczania właściwej informacji o historii choroby bez przerzucania odpowiedzialności za tę czynność na pacjenta, tak jak to ma miejsce w sytuacji obecnej.

Warto podkreślić, że – zgodnie z zaproponowaną koncepcją – dobór właściwej informacji jest realizowany na podstawie logiki opisu ścieżki klinicznej. Oznacza to konieczność implementacji powiązanych ze ścieżką efektywnych mechanizmów semantycznego wyszukiwania właściwych źródeł danych z odpowiednich EHR, składania spójnej informacji w układzie wynikającym z zakresu kroków w ścieżce oraz efektywnego dostarczania teŹże informacji. W zaproponowanej koncepcji przyjęto również, że zasilanie systemów EHR

jest wykonywane w odniesieniu do konkretnych kroków ścieżki klinicznej. Jest to niezbędne do późniejszej właściwej realizacji czynności dostarczania spójnej informacji z wielosystemowej sieci EHR.

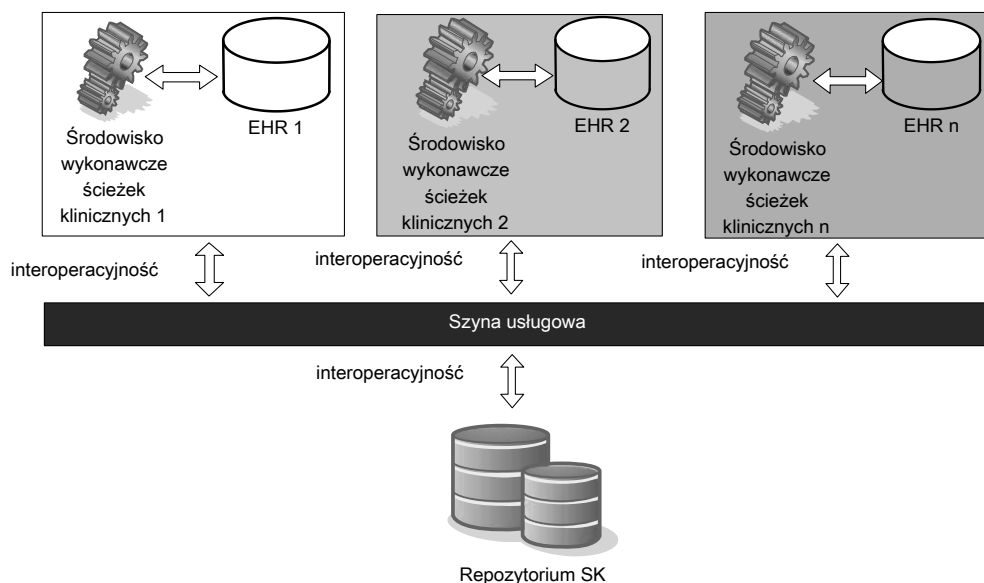


**Rysunek 2. Logika spójnego odczytu historii choroby**

Źródło: opracowanie własne.

### 3. Interoperacyjność ścieżek klinicznych i systemów EHR

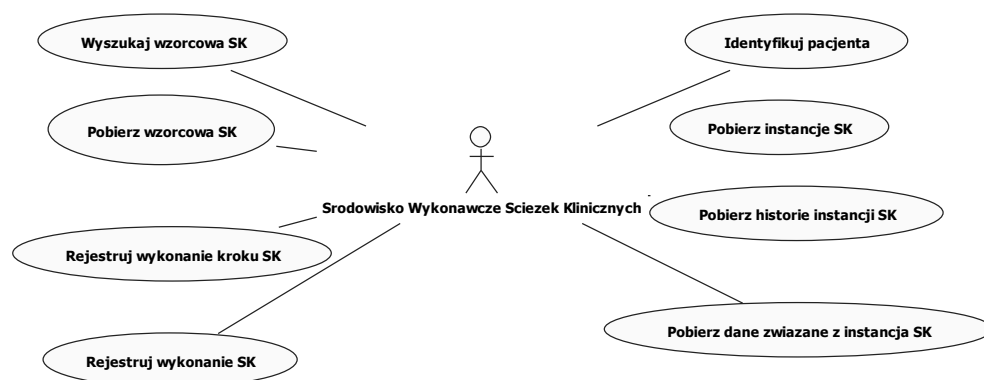
Warunkiem sprawnego funkcjonowania heterogenicznej infrastruktury elektronicznych rekordów medycznych w kontekście realizacji ścieżek klinicznych jest zdefiniowanie, implementacja i wdrożenie założeń interoperacyjności RSK – EHR. Warty podkreślenia jest fakt, iż – według założeń poczynionych na wstępie do niniejszego artykułu – przedmiotowe założenia interoperacyjności dotyczą środowiska heterogenicznego, a nie homogenicznego, innymi słowy: nie jednego systemu EHR, ale potencjalnie wielu różnych. Według tych założeń, realizacja ścieżek klinicznych może wymagać pobrania informacji z jednego lub wielu elektronicznych rekordów medycznych oraz może skutkować zapisaniem informacji do jednego systemu EHR, właściwego dla placówki medycznej, w której realizowany jest dany krok (i) ścieżki klinicznej. Heterogeniczne środowisko, w stosunku do którego są rozważane warunki interoperacyjności, przedstawia rysunek 3.



**Rysunek 3. Interoperacyjność heterogenicznego środowiska RSK -> HER**

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 4 przedstawia podstawowe funkcje realizowane w RSK z perspektywy środowiska wykonawczego ścieżek klinicznych i systemów EHR (zgodnie z wyżej przedstawionym modelem środowiska heterogenicznego).



**Rysunek 4. Podstawowe funkcje w relacji SWSK/EHR -> RSK**

Źródło: opracowanie własne.

Realizacja przedmiotowych funkcji wymaga zapewnienia warunków interoperacyjności organizacyjnej, technicznej i informacyjnej. W zakresie interoperacyjności informacyjnej konieczne jest zapewnienie realizacji następujących założeń:

- z perspektywy środowiska wykonawczego ścieżek klinicznych powinna istnieć możliwość:
  - identyfikacji w RSK ścieżki klinicznej właściwej dla danego przypadku medycznego,
  - identyfikacji w RSK pacjenta oraz pobrania historii realizacji danej ścieżki klinicznej (również innych) z nim związanej,
  - identyfikacji i pobrania z RSK (pośrednio lub/i bezpośrednio) danych powiązanych z poszczególnymi instancjami ścieżek klinicznych (z dokładnością do kroków ścieżek) pochodzących z różnych placówek medycznych i systemów informatycznych w nich funkcjonujących,
  - rejestracji w RSK zrealizowanych kroków ścieżki klinicznej wraz z informacjami, których konieczność identyfikacji założono wyżej,
  - w szczególności rejestracji w RSK odchyień w realizacji ścieżki klinicznej od ścieżki wzorcowej zdefiniowanej pierwotnie w RSK;
- z perspektywy repozytorium ścieżek klinicznych powinna istnieć możliwość:
  - identyfikacji w środowisku heterogenicznym środowiska realizacji ścieżek klinicznych i systemów EHR,
  - pobrania z systemu EHR danych powiązanych ze ścieżkami klinicznymi przechowywanymi w RSK i ich poszczególnymi krokami,
  - identyfikacji i wywołania właściwej dla danego przypadku metody analizy semantycznej udostępnianych danych medycznych.

Powyższy zakres informacji powinien zostać przełożony na listę atrybutów, których możliwe wartości będą oparte na funkcjonujących standardach słownikowych (np. ICD-9, ICD-10). Lista atrybutów oraz ich wartości stanowią elementarną część komunikatów wymienianych pomiędzy elementami rozpatrywanego typu środowiska.

W kontekście interoperacyjności technicznej – oprócz odpowiednich warunków sprzętowych, transmisyjnych i aplikacyjnych, które nie są rozpatrywane w ramach niniejszego opracowania (podobnie jak zagadnienia interoperacyjności organizacyjnej) – istotne jest określenie standardu definiowania wspomnianej wyżej listy atrybutów, która stanowi dane wejściowe dla „mechanizmów komunikacji”. Zgodnie z jedną z głównych tez projektu POIG.01.03.01-00-145/08, ścieżki kliniczne są procesami<sup>10</sup> i mogą być definiowane z wykorzystaniem dostępnych

---

<sup>10</sup> T. Gzik, op.cit., s. 207–219.

notacji i języków definiowania procesów, m.in. XPDL. Dzięki temu zapewnienie interoperacyjności informacyjnej SWSK/EHR-RSK może nastąpić m.in. poprzez rozszerzenie definicji ścieżki klinicznej w języku XPDL o *Extended Attributes*, które tworzą listę atrybutów będących nośnikiem informacji niezbędnych do integracji RSK – EHR. W ramach projektu POIG.01.03.01-00-145/08 przetestowano przedmiotową koncepcję w środowisku homogenicznym, tzn. jeden system EHR, jedno środowisko wykonawcze ścieżek klinicznych i jedno repozytorium ścieżek klinicznych. Przy zachowaniu tego kierunku zapewnienie interoperacyjności RSK – EHR w środowisku homogenicznym jest również możliwe poprzez rozszerzenie definicji XPDL ścieżek klinicznych o odpowiednie atrybuty (*Extended Attributes*). W ramach niniejszego opracowania nie podjęto próby wyspecyfikowania wspomnianych odpowiednich atrybutów (jedynie ich zakres informacyjny – powyżej) ze względu na fakt, iż taka propozycja wymagałaby uspoźnienia struktur danych przetwarzanych w różnych elementach środowiska heterogenicznego. Pewne jest jedynie to, że przedmiotowe uspoźnienie powinno bazować na dostępnych na rynku standardach słownikowych i standardach wymiany danych.

Poniższy przykład (rysunek 5) przedstawia fragment definicji XPDL elementu decyzyjnego ścieżki, który został wyrażony z wykorzystaniem bramki Complex i który definiuje parametry zapytania RSK o wyniki badania (idBadania) dotyczące danego pacjenta (idPacjenta), wykonane w ramach wskazanego kroku (idKroku) wskazanej ścieżki klinicznej (idSciezki) w danym okresie (dataOd do dataDo). Zapytanie dotyczy wszystkich instancji ścieżki klinicznej o zadanym identyfikatorze oraz kroku ścieżki o zadanym identyfikatorze, zrealizowanych w zadanym czasie, w dowolnym miejscu (dowolna placówka medyczna). Podstawowe informacje o ścieżce klinicznej z poziomu, dla której jest realizowane przedmiotowe zapytanie, miejscu jej realizacji, osobie odpowiedzialnej są zawarte w nagłówku definicji XPDL ścieżki klinicznej (np. w związku z koniecznością zarejestrowania zapytania).



**Rysunek 5. Fragment ścieżki klinicznej – element decyzyjny**

Źródło: opracowanie własne.



```

<Activity Id="81e99a7c-2f84-4c3e-b7ec-3f8eae555791" Name="Weryfikacja
wyników badania">
  <Description />
  <Route GatewayType="Complex" />
  <Documentation />
  <NodeGraphicsInfos>
    <NodeGraphicsInfoToolId="BizAgi_Process_Modeler" Height="40"
Width="40" BorderColor="-5855715" FillColor="-52" BorderVisible="true">
      <Coordinates XCoordinate="312" YCoordinate="168" />
    </NodeGraphicsInfo>
  </NodeGraphicsInfos>
  <ExtendedAttributes>
    <ExtendedAttribute Name="idPacjenta" Value="Pacjent" />
    <ExtendedAttribute Name="idSciezki" Value="122" />
    <ExtendedAttribute Name="idKrokuSciezki" Value="21" />
    <ExtendedAttribute Name="dataOd" Value="10-02-2012" />
    <ExtendedAttribute Name="dataDo" Value="11-06-2012" />
  </ExtendedAttributes>
</Activity>

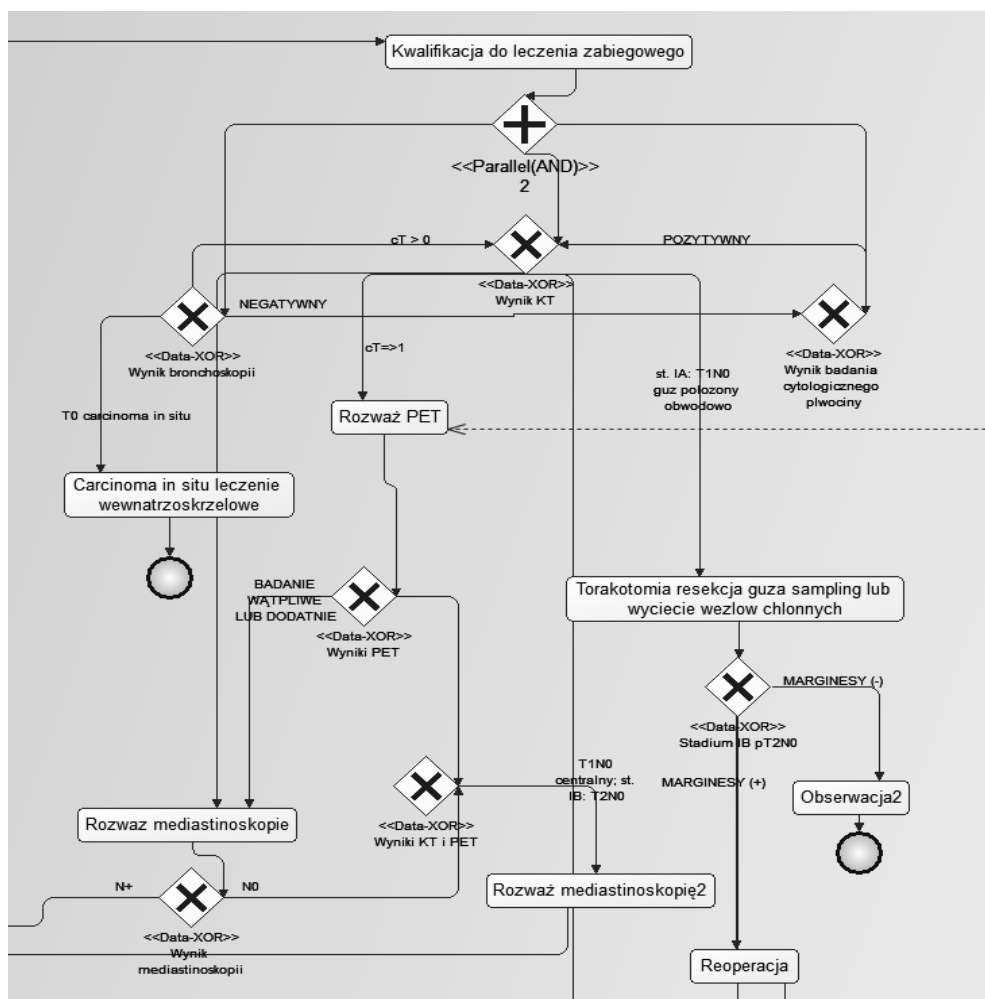
```

#### 4. Hurtownie procesów

Gromadzenie danych o procesach leczenia – zarówno danych będących wytycznymi rozumianymi jako zalecane procesy leczenia jednostek chorobowych wynikające z aktualnego stanu wiedzy medycznej, ścieżek klinicznych (rysunek 6), które są pragmatyczną implementacją wytycznych w danych placówkach ochrony zdrowia uwzględniających ich możliwości merytoryczne, jak i danych technologicznych oraz planów leczenia jako zapisu realizacji procesu leczenia danego pacjenta – wymaga odpowiedniego wspomaganie informatycznego w celu efektywniejszego wykorzystania tych danych.

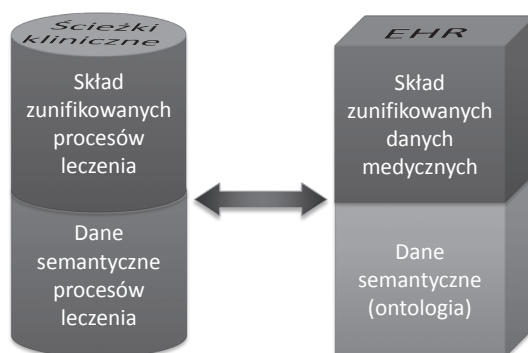
Wspomaganie to wymaga zastosowania odpowiedniego składu zarówno danych związanych z procesami leczenia, jak i danych medycznych (np. EHR), które są niezbędne do właściwej analizy i diagnozy właściwych jednostek chorobowych przez lekarzy. Takim specjalizowanym rozwiązaniem pozwalającym na gromadzenie, eksplorację i analizę procesów leczenia jest hurtownia procesów wraz ze zunifikowaną bazą danych medycznych (rysunek 7). Główny skład zasobów w hurtowni procesów obejmuje wzorce i dane semantyczne procesów leczenia, w szczególności zawiera dane semantyczne o wytycznych i ścieżkach

klinicznych, tzn. taksonomię, terminologię i pojęcia, ich zależności i powiązania między nimi, które są wykorzystywane we wszystkich typach procesów leczenia (np. w postaci ontologii). Następnym głównym elementem hurtowni procesów jest skład zunifikowanych procesów leczenia wykorzystujący określone i zdefiniowane dane semantyczne w postaci określonej ontologii i zawierający konkretne procesy leczenia w postaci wytycznych, ścieżek klinicznych oraz realizowanych lub zrealizowanych planów leczenia pacjentów.



**Rysunek 6. Przykładowy fragment procesu leczenia raka płuc (ścieżka kliniczna w standardzie BPMN)**

Źródło: opracowanie własne.



**Rysunek 7. Logiczna struktura hurtowni procesów leczenia i bazy danych medycznych**

Źródło: opracowanie własne.

Samo gromadzenie danych o procesie leczenia bez niezbędnych danych z badań, testów medycznych pacjenta (np. wyników badania krwi, RTG, EKG itp.) nie jest wystarczające do pełniejszego zobrazowania problemu medycznego. Do tego niezbędny jest skład danych medycznych (np. baza danych EHR), który zawiera dane semantyczne o gromadzonych zasobach medycznych pacjentów oraz właściwe dane pacjentów (np. EHR) w postaci składu zunifikowanych danych medycznych.

W obu elementach składowych systemu, tzn. hurtowni procesów i bazy danych medycznych, do unifikacji gromadzonych zasobów są wykorzystywane dane semantyczne. Proces unifikacji zasobów jest jedną z istotnych czynności, ponieważ narzędzia do analizy i eksploracji danych poza samą hurtownią procesów i bazą danych medycznych są kluczowym elementem systemu wspomaganie procesu leczenia pacjentów. Wspomaganie to może być wykorzystywane do diagnostyki jednostek chorobowych pacjenta, jak również do opracowywania efektywniejszych procesów leczenia pacjentów poprzez analizę wielu zgromadzonych danych procesów leczenia i związanych z nimi danych medycznych.

Do głównych zadań hurtowni procesów w obszarze wspomaganie podejmowania decyzji należy możliwość przeprowadzania analiz zgromadzonych zasobów, takich jak<sup>11</sup>:

- w obszarze analizy definicji procesów:
  - podpowiadanie wzorców definicji procesów podczas modelowania na podstawie użytych już elementów procesu i zbioru wzorców,
  - miary podobieństwa semantycznego definicji procesu lub ich fragmentów,

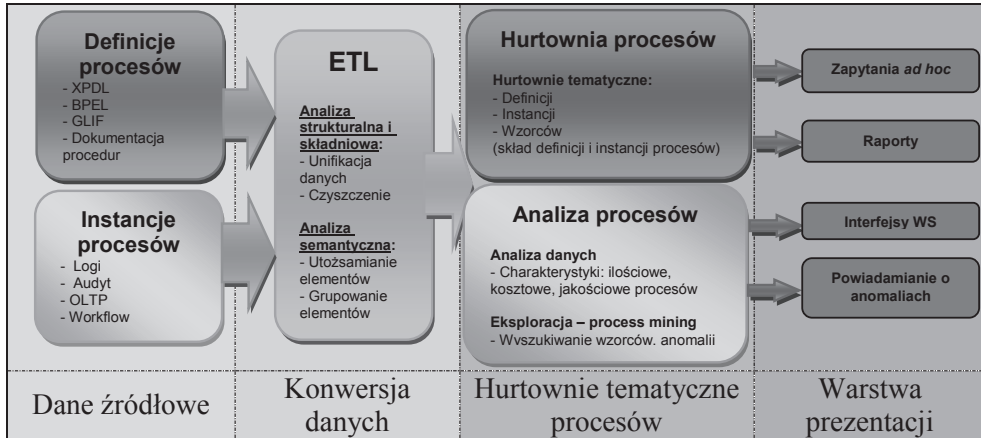
<sup>11</sup> G. Bliźniuk et al., *Hurtownie procesów*, „Studia Informatica” 2012, t. 33, nr 2A (105), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, s. 112–127.

- miary podobieństwa strukturalnego definicji procesu lub ich fragmentów,
- walidacja poprawności definicji procesu metodą analizy grafu utworzonego na podstawie tej definicji,
- analiza budowy definicji procesu metodą analizy grafu utworzonego na podstawie tej definicji:
  - stopień szczegółowości definicji zdefiniowany jako czytelność (liczba wierzchołków pojedynczego grafu i podgrafów składowych), złożoność (liczba zasobów przydzielonych do grafu lub grafu składowego),
  - czy może wystąpić zakleszczenie, kiedy dwie aktywności będą nawzajem czekać na swoje zakończenie,
  - czy wszystkie przypadki zostały uwzględnione w definicji,
- w obszarze analizy wykonania procesów (instancji):
  - *process mining*, np.:
    - odkrywanie nowych definicji procesów na podstawie instancji wykonania procesów,
    - odchylenia wykonania od definicji procesu,
    - wyszukiwanie wzorców oraz rzadkich i częstych sekwencji zdarzeń,
  - analizy ilościowe, np.:
    - czasu wykonania,
    - opóźnień,
    - wykorzystania zasobów,
    - ile instancji może być powołanych w ciągu godziny,
    - jaki jest średni czas przepływu,
    - ile dodatkowych zasobów może być potrzebnych,
    - jak dużo zasobów określonego typu jest zużywanych w ciągu dni roboczych itp.,
  - miary podobieństwa sekwencji zdarzeń,
  - analiza adekwatności procesu w stosunku (czy dany proces w efekcie daje oczekiwane wyniki),
  - identyfikacji problemów (np. zatory) i ich przyczyn.

Wymienione powyżej przypadki są tylko przykładami wielu różnych i możliwych analiz dotyczących procesów, jakie można zrealizować i w efekcie wykorzystać do polepszenia jakości w procesie podejmowania decyzji.

Ogólny schemat architektury hurtowni procesów wraz narzędziami do analizy i eksploracji procesów (rysunek 8) składa się z: mechanizmu ETL, znanego z hurtowni danych i rozszerzonego o mechanizmy unifikacji strukturalnej i semantycznej procesów i instancji (wytycznych, ścieżek klinicznych i planów leczenia), hurtowni procesów ze składem procesów ukierunkowanym na efek-

tywne przetwarzanie danych o procesach oraz narzędzi do analizy i eksploracji procesów. Do poprawnej realizacji analiz procesów bardzo istotnym etapem jest ETL, w którym procesowi unifikacji podlegają nie tylko struktura procesu, ale również semantyka opisu poszczególnych procesów. Do unifikacji semantycznej procesów można wykorzystać rozwiązania z obszaru informatycznych zastosowań semantyki i ontologii.



**Rysunek 8. Model koncepcyjny architektury hurtowni procesów**

Źródło: G. Bliźniuk et al., *Hurtownie procesów*, „Studia Informatica” 2012, t. 33, nr 2A (105), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, s. 112–127.

## 5. Podsumowanie

Trwały zapis wzorców ścieżek klinicznych i ich instancji wraz z właściwym dowiązaniem tych zapisów w rekordzie EHR jest kluczowy dla zapewnienia efektywnych mechanizmów interoperacyjności w takiej konfiguracji bytów. Zgodnie z koncepcją autorów niniejszego opracowania, każdy krok ścieżki klinicznej powinien mieć zamieszczoną konkretną informację o miejscu składowania danych dotyczących tego kroku. Rzecz w tym, aby było wiadomo, który system albo które systemy EHR przechowują właściwe w tym względzie informacje. Zapisy instancji procesów, których koncepcja została przedstawiona powyżej, uwzględniają m.in. to uwarunkowanie.

Opracowanie nie wyczerpało tematu semantycznej ekstrakcji danych z systemów EHR i oceny trafności ich doboru. Omówienie tego zagadnienia zostało

przesunięte do oddzielnego opracowania zamieszczonego w niniejszej publikacji<sup>12</sup>, które pozostaje w ścisłym powiązaniu z niniejszym tekstem.

Ciekawym zagadnieniem, którym autorzy planują zająć się w najbliższej przyszłości, jest ocena podejścia EHR-o centrycznego z CEN 13606 *versus* podejście zdarzeniocentryczne z HL7. Jest to o tyle interesujące, że obecnie w Unii Europejskiej zaleca się implementację standardu CEN 13606, ale rynek pokazuje, że bardziej powszechne są implementacje systemów informatyki medycznej bazujące na HL7.

## Bibliografia

1. Bliźniuk G., *Koncepcja implementacji warunków interoperacyjności systemu ścieżek klinicznych i elektronicznego rekordu pacjenta*, „Biuletyn” Instytutu Systemów Informatycznych, nr 6, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2010, s. 1–10.
2. Bliźniuk G. et al., *Hurtownie procesów*, „Studia Informatica” 2012, t. 33, nr 2A (105), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, s. 112–127.
3. Chmielewski M., Gałka A., *Semantic battlespace data mapping using tactical symbolism*, „Advances in Intelligent Information and Database Systems” 2010, Springer, s. 157–168.
4. Górski T., *Architectural view model for an integration platform*, „Journal of Theoretical and Applied Computer Science” 2012, vol. 6, no. 1, s. 25–34.
5. Górski T., *Projektowanie platform integracyjnych w architekturze zorientowanej na usługi*, „Wiadomości Górnicze” 2012, nr 7–8, s. 407–417.
6. Gzik T., *Analiza rozwiązań informatycznych wykorzystywanych do wspierania modelowania procesów wspomaganie podejmowania decyzji medycznych*, w: *Raport z realizacji zadania 1 projektu POIG.01.03.01-00-145/08*, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2009, s. 207–219.
7. Gzik T., Kędzierski P., Koszela J., *Hurtownie procesów i procesy dynamiczne jako narzędzia wspierające wspomaganie podejmowania decyzji medycznych*, w: *Modelowanie i zastosowanie komputerowych systemów medycznych*, red. M. Cieciora, W. Olchowik, Vizja Press&IT, Warszawa 2009, s. 50–57.
8. Lignowska M., Nowicki T., *Symulacyjna metoda badania procedur medycznych*, w: *Technologie informatyczne i ich zastosowania*, red. A. Jastrebow, Politechnika Radomska, Radom 2010, s. 243–252.

---

<sup>12</sup> G. Bliźniuk et al., *Spójność informacji o historii leczenia pacjenta w heterogenicznej infrastrukturze elektronicznych rekordów medycznych*.

9. Nowicki T., *Efficiency estimation of organization described by workflow model*, w: *Contemporary corporate management*, red. K. Grzybowska, A. Stachowiak, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2009, s. 87–100.
10. *Raport końcowy projektu POIG.01.03.01-00-145/08*, red. G. Bliźniuk, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2010.
11. Waszkowski R., Chodowska A., Popławski R., *Automatyzacja procesów biznesowych jako element systemu wspomagania decyzji odpowiedzialny za sterowanie działaniami zgodnie z przyjętymi procedurami*, w: *Modelowanie i symulacja procesów oraz określenie komputerowo wspomaganych procedur w zakresie zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa żywności i żywienia*, red. J. Bertrandt, K. Lasocki, BELStudio, Warszawa 2012, s. 1208–1221.

\* \* \*

## **Interoperability of the history of patient's treatments records inside heterogeneous infrastructure of electronic health records**

### **Summary**

Common “backbone” of information about the progress of the healing process (medical procedure) is a description of the clinical path for the specified disease and profiled for an individual patient. This description contains the history of the medical procedure steps already performed, as well as those which, in accordance with the best medical knowledge still need to be made. The steps are linked to specific artifacts that can occur during medical procedures performed. One type of such artifacts is electronic health records. The study presents the idea that, consistent delivery of medical records to the patient, the doctor and the other, it is possible on the basis of the history of the individual steps of clinical paths, associated with a particular patient, the disease entity, and electronic health records.

**Keywords:** interoperability, clinical pathways, electronic health records, process warehouse