

TOMASZ GZIK

Wydział Cybernetyki
Wojskowa Akademia Techniczna

Platforma organizacyjna i informatyczna przeznaczona do wdrożenia dynamicznych ścieżek klinicznych

1. Wstęp

Ścieżki kliniczne (ang. *Clinical Pathways*) to kompletne plany leczenia pacjenta z problemem zdrowotnym, składające się ze zbioru powiązanych ze sobą interwencji medycznych realizowanych w określonym porządku i w określonym czasie¹. Zagadnienie ich modelowania, wdrożenia i zarządzania nimi jest złożone, czasochłonne i stanowi wyzwanie dla organizacji medycznych. Stopień złożoności może być różny i zależny m.in. od poziomu, na którym dana organizacja medyczna zarządza ścieżkami klinicznymi (poziom wytycznych krajowych, poziom placówek medycznych, poziom pacjenta), wielkości organizacji, profilu organizacji, stopnia informatyzacji itd. Wyzwanie stanowi m.in. dostosowanie struktury, procesów i kultury organizacji medycznej do funkcjonowania według ścieżek klinicznych. Wszystkie role biorące udział w realizacji ścieżek klinicznych powinny być przekonane do modelu pracy, w którym wszystkie działania są realizowane w sposób uporządkowany, wcześniej zdefiniowany i dodatkowo na każdym etapie monitorowany. Poza wyzwaniami związanymi z aspektem organizacyjno-zarządczym, organizacja medyczna musi zmierzyć się z wyzwaniami technicznymi. Konieczne jest zapewnienie odpowiedniej infrastruktury IT, dzięki której zarządzanie ścieżkami klinicznymi w organizacji nie tyle będzie

¹ T. Gzik, *Analiza rozwiązań informatycznych wykorzystywanych do wspierania modelowania procesów wspomaganie podejmowania decyzji medycznych*, w: *Raport końcowy projektu POIG.01.03.01-00-145/08*, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2010, s. 207–219.

możliwe, ile będzie przynosiło wymierne efekty i wspierało osiąganie zakładanych celów, np. wzrost wartości wskaźnika wyleczenia dla poszczególnych jednostek chorobowych, wzrost wartości wskaźników określających satysfakcję pacjentów, racjonalizację kosztów leczenia itd. Prawdziwa jest teza, że wdrożenie ścieżek klinicznych jest możliwe bez wykorzystania infrastruktury IT (tzw. papierowe ścieżki), ale prawdziwa jest też teza, że realizacja ścieżek klinicznych bez wsparcia IT w praktyce nie będzie przynosiła zakładanych korzyści². Co więcej, brak informatyzacji w zakresie ścieżek klinicznych zamyka możliwość ich usprawniania z wykorzystaniem informacji przetwarzanych w innych systemach informatycznych funkcjonujących na poziomie danej organizacji medycznej lub na poziomie krajowym³. Wdrożenie ścieżek klinicznych utożsamia się zatem z wdrożeniem w większym lub mniejszym zakresie odpowiednich rozwiązań IT.

Bazując na przedstawionej powyżej definicji ścieżek klinicznych, dynamiczne ścieżki kliniczne (ang. *Dynamic Clinical Pathways* – DCP) można definiować jako plany leczenia, których konstrukcja (w szczególności przebieg, role, zasoby, reguły) może zmieniać się dynamicznie w trakcie ich realizacji. Podobnie jak w przypadku dynamicznych procesów biznesowych, podczas realizacji ścieżki klinicznej (procesu) może zaistnieć konieczność wykonania innych (dodatkowych) kroków niż te, które zostały uwzględnione w ścieżce wzorcowej (procesie wzorcowym), czyli tych, których nie przewidziano na etapie modelowania. Wykorzystując odpowiednie wzorce procesowe (ang. *Workflow Patterns*), można opracować model ścieżki klinicznej z uwzględnieniem skończonej liczby wariantów jej przebiegu wraz z regułami sterującymi wyborem wariantów na etapie realizacji, jednak nie jest to rozwiązanie odpowiadające dynamicznie zmieniającej się rzeczywistości medycznej. Zgodnie z ideą dynamicznego zarządzania procesami biznesowymi (ang. *Dynamic Business Process Management* – DBPM) oraz analogiczną do niej ideą dynamicznego zarządzania ścieżkami klinicznymi (ang. *Dynamic Clinical Pathways Management* – DCPM), możliwość realizacji takich zmian powinna być zapewniona, pod warunkiem, że każda zmiana będzie kontrolowana, nadzorowana i dokumentowana (możliwa do odtworzenia). W związku z tym zagadnienie wdrożenia dynamicznych ścieżek klinicznych jest jeszcze bardziej złożone niż zagadnienie wdrożenia tradycyjnych ścieżek klinicznych.

² A. Kononowicz, *System wspomaganie nauczania medycyny oparty na koncepcji ścieżek klinicznych*, rozprawa doktorska, promotor dr hab. inż. Piotr Augustyniak, AGH, Kraków 2011, s. 24–25.

³ G. Bliźniuk, M. Chmielewski, T. Gzik, R. Kasprzyk, J. Koszela, A. Najgebauer, *Interoperacyjność zapisów historii leczenia pacjenta w heterogenicznej infrastrukturze elektronicznych rekordów medycznych*, „Roczniki” KAE, z. 29, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2013, s. 489–503.

Dynamika ścieżek klinicznych, podobnie jak dynamika procesów biznesowych, rzutuje zarówno na aspekt organizacyjno-zarządczy, jak i na techniczny. Niniejsze opracowanie określa warunki, założenia i rozwiązania w kontekście realizacji tych dwóch aspektów w organizacjach medycznych. Wymagania i założenia zostały skonstruowane na podstawie tezy, iż ścieżka kliniczna jest procesem, a zarządzanie ścieżkami klinicznymi – w szczególności dynamiczne zarządzanie ścieżkami klinicznymi – może być realizowane w analogii do metod i narzędzi wykorzystywanych do zarządzania dynamicznymi procesami biznesowymi. Trudność wynika m.in. z faktu, iż zagadnienie dynamicznego zarządzania procesami biznesowymi i w związku z tym dynamicznego zarządzania ścieżkami klinicznymi nie doczekało się jeszcze jednoznacznego uporządkowania definicyjnego i koncepcyjnego. Niniejsze opracowanie jest oparte na interpretacji, definicji, tezie i koncepcjach przedstawionych w opracowaniach *Dynamiczne ścieżki kliniczne* i *Dynamiczne aspekty procesów biznesowych*⁴.

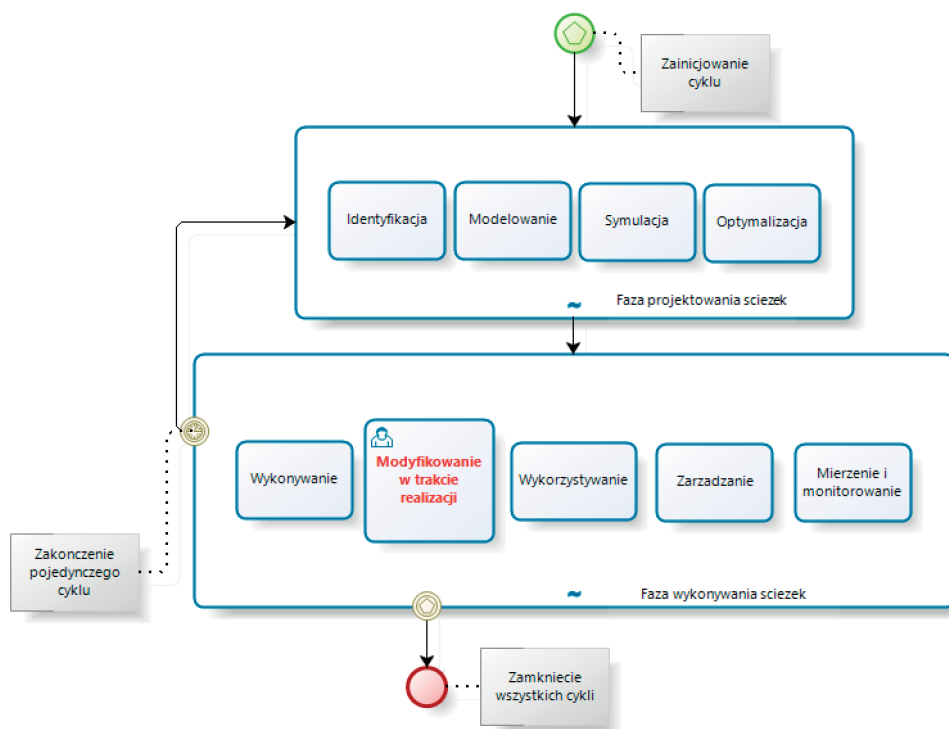
2. Dynamiczne ścieżki kliniczne

Dynamiczne zarządzanie ścieżkami klinicznymi – analogicznie do dynamicznego zarządzania procesami biznesowymi – sprowadza się do planowania i realizacji powtarzających się cykli zarządczych obejmujących następujące działania (rysunek 1):

- definiowanie ścieżek klinicznych (ścieżki wzorcowe);
- wdrażanie ścieżek klinicznych z wykorzystaniem odpowiednich systemów informatycznych (możliwe jest wdrożenie ścieżek klinicznych udokumentowanych i zarządzanych w postaci papierowej, jednak stoi to w sprzeczności z ideą optymalizacji i automatyzacji procesów/ścieżek klinicznych);
- realizacja ścieżek klinicznych, w szczególności ich dynamicznie zmieniających się przebiegów;
- monitorowanie wyników na podstawie hurtowni procesów/ścieżek, w szczególności w zakresie odchyleń od ścieżek wzorcowych;
- optymalizacja ścieżek klinicznych (usprawnianie ścieżek wzorcowych)⁵.

⁴ G. Bliźniuk, T. Gzik, J. Koszela, *Dynamiczne ścieżki kliniczne*, „Biuletyn” WAT, nr 1, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2013, s. 129–141; T. Gzik, *Dynamiczne aspekty procesów biznesowych*, w: *Programy, projekty, procesy 2013*, red. M. Wirkus, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej (w druku).

⁵ G. Bliźniuk, T. Gzik, J. Koszela, op.cit.



Rysunek 1. Cykl zarządczy dynamicznych ścieżek klinicznych

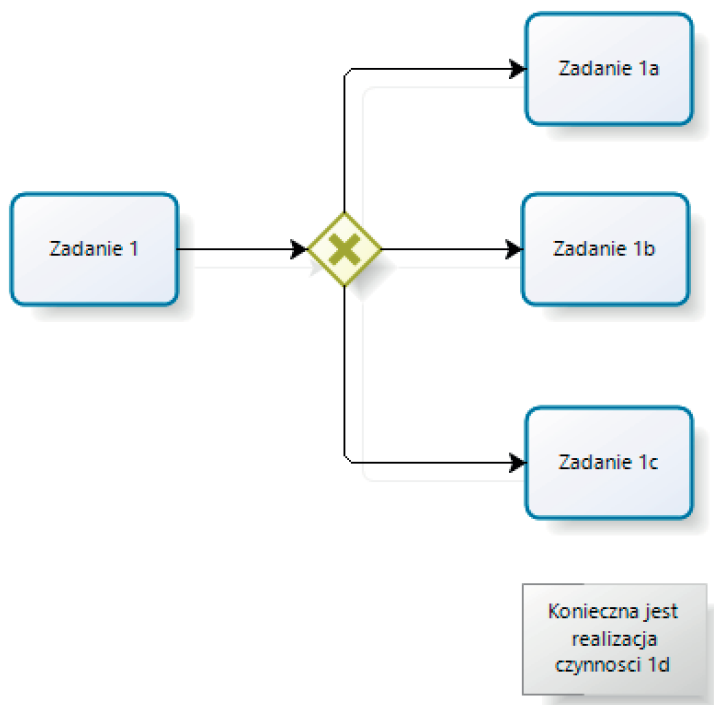
Źródło: opracowanie własne.

Charakterystyczna dla dynamicznych ścieżek klinicznych jest możliwość ich zmiany w trakcie ich realizacji. Należy podkreślić fakt, iż realizacja ścieżki klinicznej (tak jak procesu) z założenia sprowadza się do realizacji krok po kroku wcześniej zdefiniowanych zadań z wykorzystaniem wcześniej przygotowanych zasobów i określonych ról. Każde zatem odstępstwo od tego wcześniej opracowanego „planu”, dodatkowo obciążone uwarunkowaniami czasowymi, niesie za sobą zmiany organizacyjne i systemowe, których realizacja bez utraty kontroli – z zachowaniem możliwości monitorowania i dokumentowania zmian – stanowi wyzwanie. Przykładowe scenariusze obrazujące dynamikę ścieżek klinicznych zostały przedstawione poniżej.

Scenariusz 1

W trakcie realizacji ścieżki klinicznej może zaistnieć konieczność zmiany przebiegu wzorcowego ścieżki na przebieg, który nie został przewidziany na etapie modelowania (rysunek 2). Nie przewidziano, iż może zaistnieć konieczność

realizacji zadania 1d (i kolejnych, znanych na etapie wprowadzania zmiany), i nie zdefiniowano go w zakresie ścieżek alternatywnych. Jeżeli do tego założymy, że do realizacji zadania 1d jest konieczne zaangażowanie dodatkowych nieprzewidzianych wcześniej zasobów i środków finansowych, wówczas ta dynamiczna zmiana stanowi poważny problem w organizacji.



Rysunek 2. Ścieżka kliniczna – rozszerzenie elementu decyzyjnego XOR

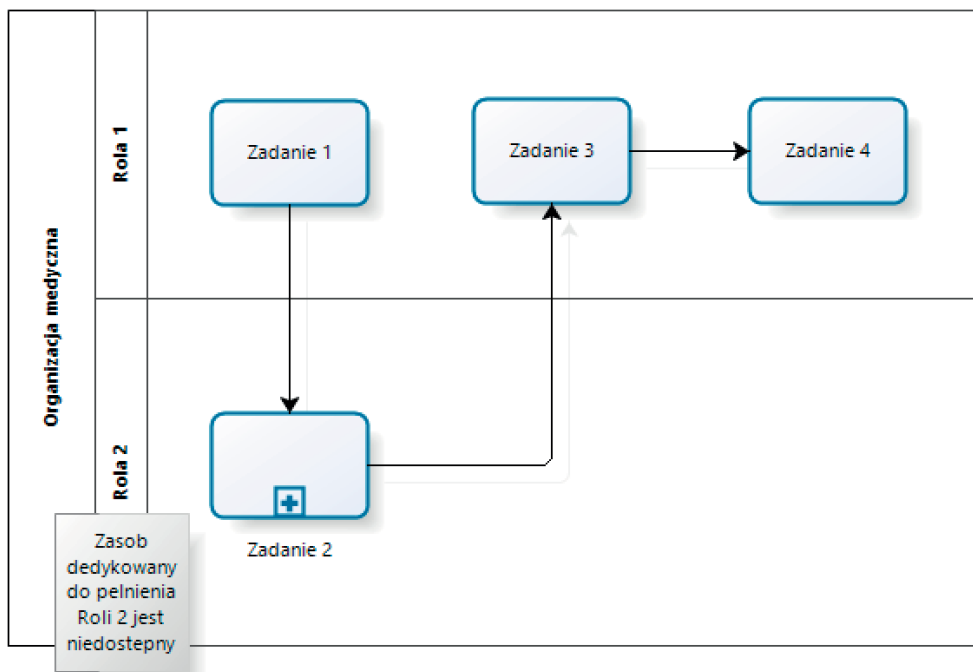
Źródło: opracowanie własne.

Scenariusz 2

Jest to scenariusz 1 rozszerzony o założenie, iż na etapie wprowadzania zmiany do wzorcowej definicji ścieżki organizacja wie, iż należy zrealizować zadanie 1d, nie mając jednak wiedzy o tym, jakie zadania należy wykonać dalej. Różnica w stosunku do scenariusza 1 polega na tym, że organizacja pomimo wprowadzania zmiany bieżącej nie wie o kolejnych zmianach i nie jest na nie przygotowana.

Scenariusz 3

W trakcie realizacji ścieżki klinicznej zasób odpowiadający za realizację zadań zaplanowanych dla roli 2 staje się niedostępny (rysunek 3) i organizacja nie dysponuje zasobem zastępczym. Konieczne jest przydzielenie zadania 2 innemu zasobowi lub granulacja zadania 2 na kilka zadań i przydzielenie różnym zasobom.

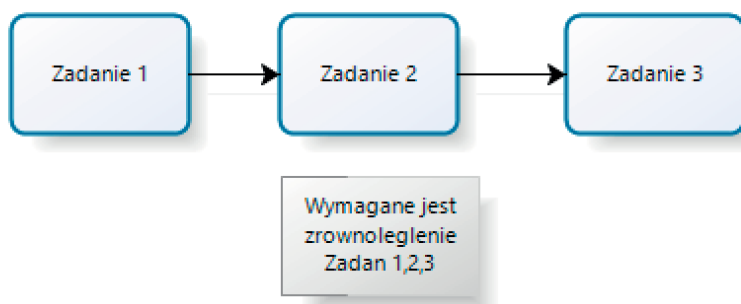


Rysunek 3. Ścieżka kliniczna – zmiana zasobów

Źródło: opracowanie własne.

Scenariusz 4

Wymagane jest zrównoleglenie (ang. *Parallel Split*) realizacji zadań 1, 2, 3 (rysunek 4), których realizacja w ścieżce wzorcowej była zaplanowana według wzorca sekwencji (ang. *Sequence Flow*). Zrównoleglenie może zostać zrealizowane z wykorzystaniem jednej roli, która według ścieżki wzorcowej była odpowiedzialna za sekwencyjną realizację wszystkich trzech zadań, lub w ramach kilku ról.



Rysunek 4. Ścieżka kliniczna – modyfikacja zadań pierwotnie sekwencyjnych

Źródło: opracowanie własne.

Scenariusz 5

Wymagana jest zmiana kolejności realizacji zadań 1, 2, 3 (rysunek 4), np. zadanie 2 powinno być realizowane jako pierwsze. W rzeczywistości może to być podyktowane koniecznością zmiany kolejności badań, co może wynikać z faktu, iż laboratorium jest zajęte, lub decyzji medycznych (lekarza prowadzącego).

Scenariusz 6

Wymagane jest uzupełnienie ścieżki klinicznej o dodatkowe zadania, np. po zadaniu 2 i przed zadaniem 3 powinno zostać zrealizowane zadanie 4 (rysunek 4). Taka zmiana w trakcie realizacji ścieżki może wynikać z potrzeby wykonania dodatkowego badania.

Powyższe scenariusze stanowią jedynie przykład. Określenie wzorców dla dynamicznych procesów/ścieżek klinicznych (analogicznie do wzorców procesowych) stanowi oddzielne zagadnienie badawcze zasygnalizowane w opracowaniu *Dynamiczne aspekty procesów biznesowych*⁶. Dla porządku należy zauważyć, iż dynamiczne zmiany zachodzące w ścieżkach w trakcie ich realizacji mogą stanowić kombinację różnych scenariuszy.

3. Dynamiczne ścieżki kliniczne – platforma organizacyjna

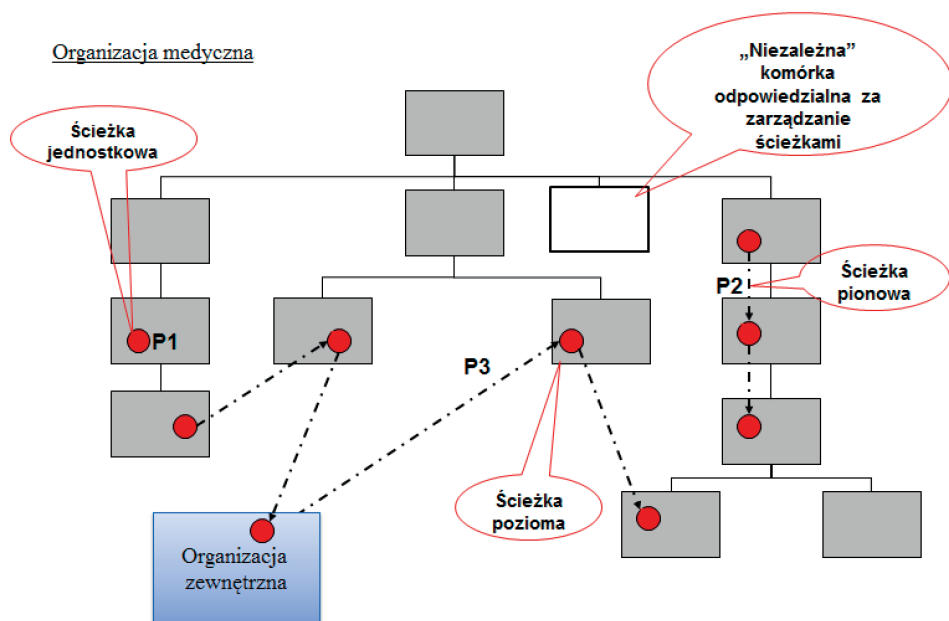
Opierając się na przedstawionych scenariuszach oraz na wskazanych publikacjach, można założyć, iż platforma organizacyjno-zarządcza przeznaczona

⁶ T. Gzik, *Dynamiczne aspekty procesów...*, op.cit.

do wdrożenia dynamicznych ścieżek klinicznych powinna spełniać poniższe wytyczne i wymagania (w skrócie: W):

- W01** – dynamiczne zarządzanie ścieżkami klinicznymi powinno być wpisane w strategię organizacji medycznej utrzymywanej na poziomie zarządu/dyrekcji organizacji;
- W02** – wszystkie osoby zaangażowane w zarządzanie ścieżkami klinicznymi oraz osoby pozostające „na styku” powinny znać i rozumieć koncepcję zarządzania ścieżkami klinicznymi oraz być przekonane do zasadności i sposobu ich wykorzystywania;
- W03** – w budżecie organizacji medycznej powinny znajdować się pozycje przeznaczone do zarządzania ścieżkami klinicznymi, w zakresie m.in. zapewnienia odpowiednich kompetencji, zapewnienia narzędzi wspierających realizację ścieżek, budowania i wdrażania nowych ścieżek;
- W04** – raporty z realizacji ścieżek klinicznych powinny stanowić jedno z narzędzi do zarządzania organizacją medyczną;
- W05** – ścieżki kliniczne (a nie rozproszone funkcje) powinny być w centrum zainteresowania;
- W06** – decyzje medyczne powinny być podejmowane na podstawie wiedzy o ścieżkach;
- W07** – wszystkie ścieżki powinny być zamodelowane i udokumentowane z wykorzystaniem jednego standardu;
- W08** – istnieje jednoznacznie określona odpowiedzialność za zarządzanie repozytorium ścieżek klinicznych, tj. za identyfikowanie, definiowanie, wdrażanie, monitorowanie i modyfikowanie ścieżek klinicznych;
- W09** – dla każdej ścieżki powinien być precyzyjnie określony cel jej realizacji;
- W10** – realizacja ścieżek powinna być monitorowana, kontrolowana i mierzona;
- W11** – ścieżki powinny być stale usprawniane;
- W12** – wszystkie zmiany dokonywane w ścieżkach powinny być dokumentowane, ma to szczególne znaczenie w przypadku dynamicznych ścieżek klinicznych;
- W13** – każda ścieżka powinna mieć swojego właściciela medycznego, który odpowiada za jej realizację (w sensie medycznym), monitorowanie, usprawnianie i dokumentowanie;
- W14** – każda ścieżka powinna mieć swojego właściciela technicznego, który zarządza ścieżką na poziomie jej technicznej implementacji i realizacji;
- W15** – zarządzanie ścieżkami powinno odbywać się przez odrębną komórkę organizacyjną/zespół;

- W16** – metody i narzędzia stosowane do zarządzania ścieżkami klinicznymi powinny zapewniać rozliczalność ścieżek m.in. w kontekście kosztów, zasobów, czasów realizacji;
- W17** – dla każdej ścieżki powinny zostać określone punkty styku z innymi procesami realizowanymi w ramach danej organizacji medycznej;
- W18** – dla każdej ścieżki klinicznej powinny zostać określone punkty styku ze ścieżkami klinicznymi zamodelowanymi na innych poziomach, np. krajowym;
- W19** – organizacja powinna mieć zdolność organizacyjną, zarządczą i techniczną do realizacji ścieżek;
- W20** – realizacja wszystkich ścieżek klinicznych jest zautomatyzowana z wykorzystaniem narzędzi informatycznych (np. systemów klasy BPMS spełniających warunki interoperacyjności z pozostałymi systemami informatycznymi funkcjonującymi w placówce medycznej, m.in. HIS, RIS, PIS, LIS), oznacza to, że poszczególne kroki ścieżek klinicznych i punkty decyzyjne zawarte w ich przebiegach są realizowane w systemie informatycznym;
- W21** – istnieją narzędzia informatyczne (np. klasy *Business Intelligence*) przeznaczone do raportowania i analizowania przebiegów zrealizowanych ścieżek klinicznych, w szczególności zmian, które w nich zostały wprowadzone;
- W22** – realizacja wszystkich ścieżek jest automatycznie rejestrowana i dokumentowana w systemie informatycznym;
- W23** – w trakcie realizacji ścieżek klinicznych możliwe jest ich monitorowanie z wykorzystaniem systemu informatycznego;
- W24** – wszystkie zmiany w ścieżkach klinicznych są dokumentowane i wersjonowane.



Rysunek 5. Ścieżki kliniczne w kontekście struktury organizacyjnej

Źródło: opracowanie własne.

Ścieżki kliniczne – analogicznie do procesów biznesowych – można klasyfikować m.in. w kontekście struktury organizacyjnej (rysunek 5). Ścieżki jednostkowe są realizowane w ramach jednej komórki organizacyjnej. Ścieżki pionowe są realizowane w ramach komórek organizacyjnych zależnych od siebie hierarchicznie (związanych z tym samym obszarem dziedzinowym), mogą składać się ze ścieżek jednostkowych. Ścieżki poziome są realizowane w różnych komórkach organizacyjnych, przechodzą na wskroś organizację, mogą składać się ze ścieżek jednostkowych i/lub pionowych. W kontekście zarządzania oraz systemów informatycznych bardzo ważne są ścieżki poziome, w szczególności te, które w części są realizowane poza organizacją medyczną. Wyzwanie wówczas stanowi zachowanie kontroli nad realizacją ścieżki, w tym zapewnienie ciągłości monitorowania i bieżącego dokumentowania jej przebiegu (szczególnie w przypadku dynamicznych zmian) oraz spójności informacji o historii leczenia pacjenta – ich „kręgosłup”⁷ mogą stanowić ścieżki kliniczne. W kontekście systemów informatycznych ważne jest spełnienie warunków interoperacyjności

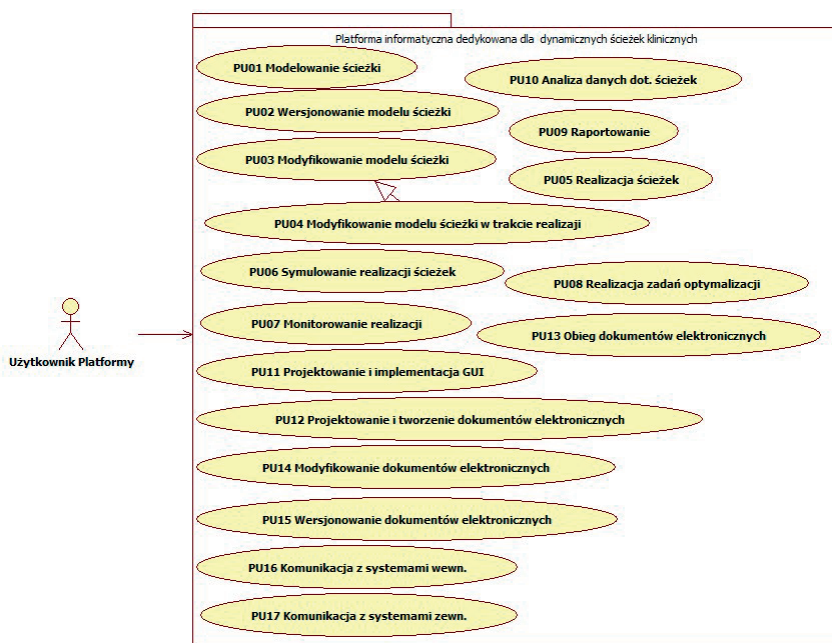
⁷ G. Bliźniuk, M. Chmielewski, T. Gzik, R. Kasprzyk, J. Koszela, A. Najgebauer, op.cit.

z systemami dziedzinowymi funkcjonującymi w poszczególnych komórkach organizacji medycznej oraz organizacji zewnętrznych⁸.

Kolejna część artykułu przedstawia kluczowe funkcjonalności oraz zarys architektury platformy informatycznej spełniającej powyższe wymagania i założenia, przeznaczonej do dynamicznego zarządzania ścieżkami klinicznymi.

4. Dynamiczne ścieżki kliniczne – platforma informatyczna

Na podstawie wymagań i wytycznych zdefiniowanych w części 3 artykułu wyspecyfikowano kluczowe funkcjonalności, które powinna dostarczać platforma IT przeznaczona do wdrożenia dynamicznych ścieżek klinicznych (rysunek 6).



Rysunek 6. Kluczowe funkcjonalności platformy informatycznej przeznaczonej do wdrożenia dynamicznych ścieżek klinicznych

Źródło: opracowanie własne.

⁸ G. Bliźniuk, *O kilku warunkach zapewniających interoperacyjność systemów informacyjnych i informatycznych*, „Biuletyn” Instytutu Systemów Informatycznych, nr 3, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2009, s. 13–18.

W ramach projektu POIG.01.03.01-00-145/08⁹ dokonano analizy możliwości wykorzystania rozwiązań klasy BPMS (*Business Process Management Systems*) oraz notacji i języków przeznaczonych do definiowania procesów biznesowych w kontekście zarządzania ścieżkami klinicznymi. Wnioski z przedmiotowej analizy jednoznacznie wskazują na taką możliwość, z zaznaczeniem konieczności rozszerzenia możliwości i cech tego typu środowisk i notacji/języków w kontekście dynamicznego charakteru procesów/ścieżek. W związku z tym przypadki użycia o numerach PU01, PU02, PU03, PU05, PU06, PU07, PU09, PU10, PU11, PU12, PU13, PU14, PU15, PU16, PU17 mogą zostać zaimplementowane i wdrożone w organizacji medycznej z wykorzystaniem systemu klasy BPMS, umożliwiając tym samym organizacji praktyczne zarządzanie ścieżkami klinicznymi. W przypadku PU06, PU08, PU09, PU10 możliwe jest zastosowanie zewnętrznych w stosunku do BPMS systemów, takich jak zaawansowane symulatory (ang. *Simulation System* – SS) – PU06¹⁰, systemy wspomaganie decyzji (ang. *Decision Support System* – DSS) – PU08¹¹, systemy hurtowni danych i analiz biznesowych (ang. *Business Intelligence* – BI) – PU09, PU10¹². PU16 i PU17 mogą być realizowane przez zewnętrzne w stosunku do BPMS środowisko szyny usług (ang. *Service Bus*) oraz standardy związane z usługami sieciowymi (ang. *Web Services*), przy czym w stosunku do systemu BPMS jest wymagana możliwość jego komunikacji z szyną usług i możliwość przetwarzania usług sieciowych. Przypadek PU04 jest przypadkiem szczególnym, gdyż wskazuje na funkcjonalności omawianej platformy informatycznej, które powinny umożliwiać dynamiczne zarządzanie ścieżkami klinicznymi. Posługując się przykładowymi scenariuszami z części 2 niniejszego artykułu, można wyspecyfikować poniższe założenia funkcjonalne w zakresie przedmiotowej „dynamiki”. Platforma

⁹ Raport końcowy projektu POIG.01.03.01-00-145/08..., op.cit.

¹⁰ M. Lignowska, T. Nowicki, *Symulacyjna metoda badania procedur medycznych*, w: *Technologie informatyczne i ich zastosowania*, Politechnika Radomska, Radom 2010, s. 243–252.

¹¹ R. Waszkowski, A. Chodowska, *Modele procesów z wykorzystaniem ścieżek alternatywnych wykorzystywanych w zależności od rezultatów działania podsystemów wspomaganie decyzji opartych na modelach dynamicznych oraz symulacji komputerowej*, 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. 890–919.

¹² 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*, Vizja Press&IT, 2009, s. 50–57; G. Bliźniuk, M. Chmielewski, T. Gzik, J. Koszela, *System analizy procesów i wspomaganie podejmowania decyzji – hurtownie procesów*, „Roczniki” KAE, z. 25, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2012, s. 21–35.

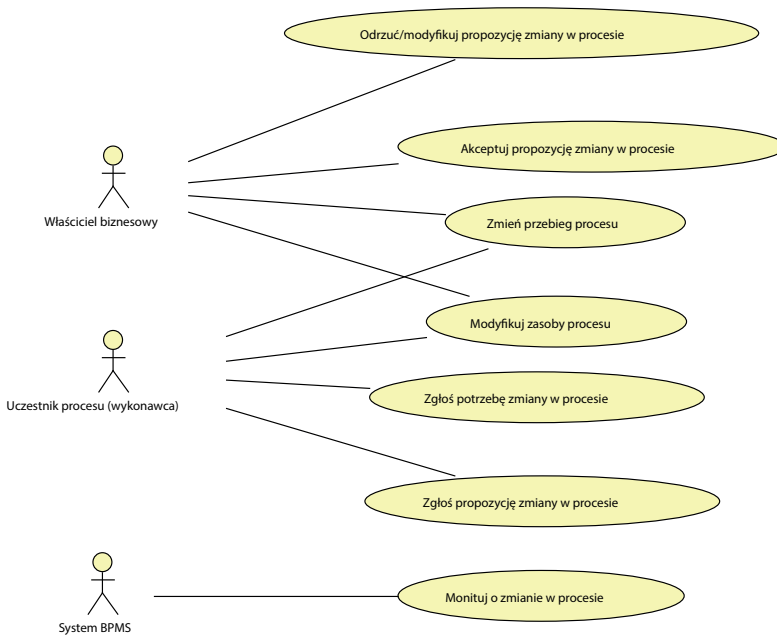
zarządzania dynamicznymi ścieżkami klinicznymi czy też system zarządzania dynamicznymi ścieżkami klinicznymi (ang. *Dynamic Clinical Pathways Management System* – DCPMS) powinny umożliwiać:

- szybkie przemodelowanie definicji wzorcowej ścieżki do postaci oczekiwanej i adekwatnej do danej sytuacji;
- wdrożenie i uruchomienie ścieżki według nowego wzorca;
- zachowanie informacji przetworzonych w ramach ścieżki wzorcowej do momentu jej zatrzymania i zmodyfikowania oraz powiązanie tych informacji z nową instancją ścieżki;
- dynamiczne tworzenie kolejnych kroków ścieżki po realizacji/w trakcie realizacji każdego kroku, tzn. po rezygnacji z realizacji dalszych kroków ścieżki według definicji ścieżki wzorcowej użytkownik powinien mieć możliwość – zamiast definiowania nowego całego przebiegu ścieżki – definiowania pojedynczych kolejnych kroków (lub kilku kroków) wraz z określeniem m.in. odpowiedzialności za ich realizację;
- automatyczne rejestrowanie wszystkich wykonanych zmian wraz z ich przetworzeniem do postaci zagregowanej i zapisaniem w hurtowni procesów/ścieżek¹³;
- zadanie zapytania w trybie on-line (na etapie realizacji zadania/kroku ścieżki) do systemu klasy BI/hurtowni procesów o historię przebiegów danej ścieżki wraz z informacją o odchyleniach od ścieżki wzorcowej oraz ich statystyką;
- realizację zadania optymalizacji w trybie on-line przez skomunikowany z systemem, zewnętrzny system wspomagania decyzji medycznych, bazujący m.in. na danych zgromadzonych w hurtowni procesów.

Model przypadków użycia odpowiadający powyższym założeniom funkcjonalnym i uszczegóławiający przypadek PU04 został przedstawiony w kontekście dynamicznego zarządzania procesami biznesowymi w opracowaniu *Dynamiczne aspekty procesów biznesowych*¹⁴ (rysunek 7).

¹³ G. Bliźniuk, M. Chmielewski, T. Gzik, J. Koszela, *Hurtownie procesów*, „Zeszyty Naukowe. Studia Informatica” 2012, t. 33, nr 2A (105), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, s. 112–127.

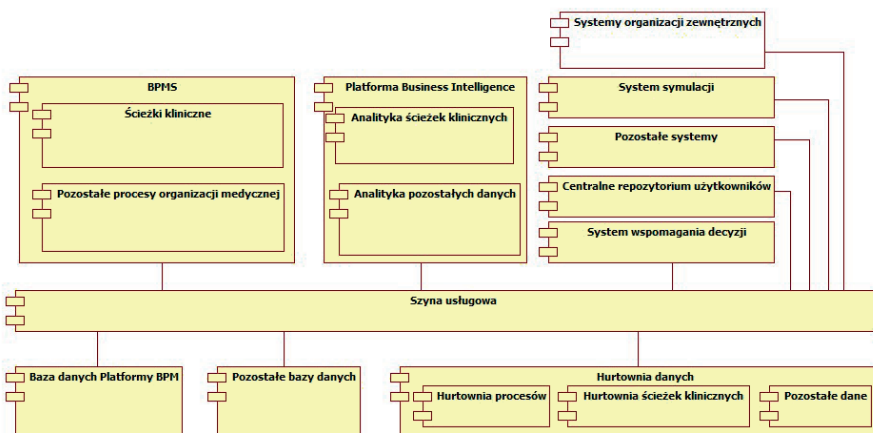
¹⁴ T. Gzik, *Dynamiczne aspekty procesów...*, op.cit.



Rysunek 7. Kluczowe przypadki użycia Dynamic BPMS

Źródło: T. Gzik, *Dynamiczne aspekty procesów biznesowych*, w: *Programy, projekty, procesy 2013*, red. M. Wirkus, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej (w druku).

Architektura systemu dynamicznego zarządzania ścieżkami klinicznymi może zatem składać się z komponentów zobrazowanych na rysunku 8.



Rysunek 8. Architektura platformy przeznaczonej do wdrożenia dynamicznego zarządzania ścieżkami klinicznymi

Źródło: opracowanie własne.

Kluczowym komponentem odpowiedzialnym za zapewnienie możliwości modelowania, symulacji, wdrażania oraz monitorowania ścieżek wraz z zapewnieniem interfejsu graficznego użytkownika jest system BPMS. Platforma BPM w organizacji powinna być przeznaczona do każdego rodzaju procesów, w przypadku organizacji medycznej – nie tylko dla ścieżek klinicznych. Założenie takie zapewnia możliwość scentralizowanego zarządzania wszystkimi procesami/ścieżkami realizowanymi w organizacji oraz usprawnia współpracę procesów realizowanych w różnych obszarach. Każdy system BPMS funkcjonuje m.in. przy wykorzystaniu silnika procesów (ang. *Workflow Engine*), podkomponentu, który jest odpowiedzialny za realizację procesów/ścieżek na podstawie ich definicji określonej w wybranym standardzie modelowania, np. BPMN (*Business Process Model and Notation*), XPDL (*XML Process Definition Language*), oraz transakcyjnej bazy danych, w której są przetwarzane definicje procesów/ścieżek, dane związane z realizacją poszczególnych instancji procesów/ścieżek oraz pozostałe dane dziedzinowe. Do raportowania i analizy ścieżek klinicznych oraz analizy ich poszczególnych instancji, a także do podejmowania decyzji na etapie ich realizacji (w szczególności na poziomie tzw. bramek decyzyjnych, ang. *gateways*) jest wykorzystywana platforma BI oraz system wspomagania decyzji (źródłem danych jest dla nich hurtownia ścieżek, w której są przetwarzane zagregowane dane pochodzące z transakcyjnej bazy danych przeznaczonej do BPMS). Bardzo ważnym komponentem jest również system symulacji, który może być zawarty w systemie BPMS (większość wiodących na rynku rozwiązań ma tego typu funkcjonalności, np. ARIS, Oracle BPM, Metastorm, TIBCO), jak również może stanowić oddzielny element, przeznaczony wyłącznie do symulacji ścieżek i zintegrowany z BPMS, np. rozwiązanie SIMUL8, współpracujące z Sybase Power Designer. Funkcjonalność symulacji jest istotna ze względu na identyfikację „wąskich gardeł” oraz prognozowanie wartości wskaźników cechujących ścieżki, np. koszt, czas realizacji, zajętość zasobów itp. Tak jak system BPMS centralizuje zarządzanie wszystkimi procesami/ścieżkami w organizacji medycznej, tak repozytorium użytkowników powinno centralizować zarządzanie użytkownikami wszystkich systemów informatycznych funkcjonujących w organizacji, m.in. HIS, RIS, PACS, PIS, LIS. Architektura omawianej platformy naturalnie powinna być zanurzona w architekturze pozostałych systemów informatycznych. Elementem zapewniającym techniczną realizację warunków interoperacyjności pomiędzy wszystkimi systemami wewnętrznymi oraz systemami zewnętrznymi jest szyna usług, na której są wdrożone i zarządzane usługi sieciowe zapewniające komunikację pomiędzy systemami zgodnie z SOA (*Service Oriented Architecture*)¹⁵.

¹⁵ T. Górski, *Platformy integracyjne. Zagadnienia wybrane*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.

5. Podsumowanie i kierunki badań

Biorąc pod uwagę analogię pomiędzy dynamicznym zarządzaniem procesami biznesowymi a dynamicznym zarządzaniem ścieżkami klinicznymi oraz zdefiniowane w ramach niniejszego opracowania wymagania, przypadki użycia i założenia, należy stwierdzić, iż platforma przeznaczona do wdrożenia dynamicznych ścieżek powinna stanowić zbiór komunikujących się ze sobą – według określonych standardów – systemów informatycznych. Aktualny rynek rozwiązań klasy BPMS, BI, DSS, SS jest bardzo dojrzały. Tego typu systemy przeznaczone są przede wszystkim dla szeroko pojętego biznesu, stąd ich stale postępujący dynamiczny rozwój. Naturalna wydaje się próba ich zaadaptowania do potrzeb organizacji medycznych, i to zarówno w zakresie specjalistycznym (np. dynamiczne ścieżki kliniczne), jak i w zakresie innych procesów, np. logistycznych, finansowych, IT, procesów związanych z tworzeniem i zarządzaniem dokumentacją medyczną itd. (organizacje medyczne są również w pewnym stopniu organizacjami biznesowymi). Podejście takie znacząco skraca czas wdrożenia rozwiązań do zarządzania ścieżkami klinicznymi, zmniejsza prawdopodobieństwo materializacji różnych rodzajów ryzyka związanych z tego typu projektami oraz umożliwia etapowe wdrażanie – o ile uruchomienie w organizacji medycznej systemu dynamicznego zarządzania ścieżkami klinicznymi wydaje się (i słusznie) zadaniem bardzo trudnym, o tyle wdrożenie systemu BPMS i zaimplementowanie kilku procesów/ścieżek już nie. Praktyka prowadzenia projektów i wdrażania rozwiązań IT z obszaru BPM jest bardzo powszechna i warto z niej korzystać również w zakresie ścieżek klinicznych, w szczególności, iż wyzwaniem nie jest jedynie sama analiza i implementacja ścieżek klinicznych, ale dostosowanie organizacji i ludzi w niej pracujących do modelu pracy i zarządzania zupełnie innego niż tradycyjny. Usprawnieniem we wdrażaniu ścieżek klinicznych może być również wykorzystanie zasad i wytycznych architektury korporacyjnej, tym bardziej że główną korzyścią z nią związaną jest zapewnienie interoperacyjności systemów funkcjonujących w organizacji i jej otoczeniu¹⁶, co z kolei jest bezwzględny warunkiem właściwego funkcjonowania systemu ścieżek klinicznych.

¹⁶ *Wstęp do architektury korporacyjnej*, red. B. Szafranski, A. Sobczak, Ogólnopolskie Międzuczelniane Seminarium „Problemy badawcze i projektowe informatyzacji państwa”, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2009.

Kierunki badań w zakresie platformy organizacyjnej i informatycznej przeznaczonej do dynamicznego zarządzania ścieżkami klinicznym można, przez analogię do dynamicznego zarządzania procesami biznesowymi, zdefiniować jako opracowanie:

- modelu zarządzania organizacjami medycznymi zgodnie z definicją i założeniami DBPM oraz DCPM, z wykorzystaniem architektury korporacyjnej;
- wzorców dynamicznych zmian ścieżek klinicznych w trakcie ich realizacji, co ułatwi opracowanie mechanizmów systemowych wspierających obsługę takich sytuacji;
- metody i notacji modelowania ścieżek klinicznych (lub propozycji rozszerzenia dostępnych notacji) z uwzględnieniem ich dynamicznego charakteru;
- mechanizmów systemowych przeznaczonych do obsługi dynamicznych zmian ścieżek klinicznych na podstawie zdefiniowanych wzorców zmian.

Bibliografia

1. Bliźniuk G., *O kilku warunkach zapewniających interoperacyjność systemów informacyjnych i informatycznych*, „Biuletyn” Instytutu Systemów Informatycznych, nr 3, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2009.
2. Bliźniuk G., Chmielewski M., Gzik T., Kasprzyk R., Koszela J., Najgebauer A., *Interoperacyjność zapisów historii leczenia pacjenta w heterogenicznej infrastrukturze elektronicznych rekordów medycznych*, „Roczniki” KAE, z. 29, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2013.
3. Bliźniuk G., Chmielewski M., Gzik T., Koszela J., *Hurtownie procesów*, „Zeszyty Naukowe. Studia Informatica” 2012, t. 33, nr 2A (105).
4. Bliźniuk G., Chmielewski M., Gzik T., Koszela J., *System analizy procesów i wspomagania podejmowania decyzji – hurtownie procesów*, „Roczniki” KAE, z. 25, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2012.
5. Bliźniuk G., Gzik T., Koszela J., *Dynamiczne ścieżki kliniczne*, „Biuletyn” WAT, nr 1, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2013.
6. Górski T., *Platformy integracyjne. Zagadnienia wybrane*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
7. Gzik T., *Analiza rozwiązań informatycznych wykorzystywanych do wspierania modelowania procesów wspomagania podejmowania decyzji medycznych*, w: *Raport końcowy projektu POIG.01.03.01-00-145/08*, red. G. Bliźniuk, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2010.
8. Gzik T., *Dynamiczne aspekty procesów biznesowych*, w: *Programy, projekty, procesy 2013*, red. M. Wirkus, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej (w druku).

9. 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*, Vizja Press&IT, 2009.
10. Kononowicz A., *System wspomagania nauczania medycyny oparty na koncepcji ścieżek klinicznych*, rozprawa doktorska, promotor dr hab. inż. Piotr Augustyniak, AGH, Kraków 2011.
11. Lignowska M., Nowicki T., *Symulacyjna metoda badania procedur medycznych*, w: *Technologie informatyczne i ich zastosowania*, Politechnika Radomska, Radom 2010.
12. *Raport końcowy projektu POIG.01.03.01-00-145/08*, red. G. Bliźniuk, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2010.
13. Waszkowski R., Chodowska A., *Modele procesów z wykorzystaniem ścieżek alternatywnych wykorzystywanych w zależności od rezultatów działania podsystemów wspomaganie decyzji opartych na modelach dynamicznych oraz symulacji komputerowej*, w: *Modelowanie i symulacja procesów oraz określenie komputerowo wspomaganých procedur w zakresie zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa żywności i żywienia*, red. J. Bertrandt, K. Lasocki, BELStudio, Warszawa 2012.
14. *Wstęp do architektury korporacyjnej*, red. B. Szafranski, A. Sobczak, Ogólnopolskie Międzuczelniane Seminarium „Problemy badawcze i projektowe informatyzacji państwa”, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2009.

* * *

Organisational platform and IT platform dedicated to dynamic clinical pathways

Summary

The problem of modeling, implementation and management of clinical pathways is complex, time consuming and it constitutes a challenge to medical organisations. The challenge is to adjust the structure, processes and culture of the organisation of a medical facility for the operation using clinical pathways. All roles involved in the implementation of clinical pathways should be convinced to the work model, in which all the activities are carried out in an orderly, pre-defined and additionally monitored at every stage. In addition to the challenges associated with the organisational and managerial aspects, a medical organisation faces technical challenges. It is necessary to ensure an adequate IT infrastructure which will not only make the management of clinical pathways in the organisation possible, but it will also bring about certain effects and ensure the achievement of its objectives – one of the key elements of such IT infrastructure systems are Business Process Management Systems.

Keywords: dynamic clinical pathways, dynamic clinical pathways management