

IMPLEMENTACJA PROCESÓW BIZNESOWYCH W TECHNOLOGIACH *SMART CITIES*

*Cezary Orłowski¹, Tomasz Sitek¹
Artur Ziółkowski¹, Paweł Kapłański¹
Aleksander Orłowski¹, Witold Pokrzywnicki¹*

Streszczenie

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań nad opracowaniem metody implementowania procesów biznesowych w systemach *Smart Cities*. Metoda została opracowana w trakcie badań prowadzonych w ramach budowy systemu *Smart Cities* dla Gdańska i bazuje na podstawowych mechanizmach zarządzania projektami wytwórczymi (czerpiąc z dobrych praktyk m.in. metodyki RUP) oraz zasadach biznesowo zorientowanego wytwarzania, gdzie rola modelowania procesów biznesowych jest kluczowa dla implementacji funkcjonalności systemów informatycznych.

Słowa kluczowe: *Smart Cities*, business process modeling, decision support systems, knowledge management.

1. Wprowadzenie

Postępujący rozwój inteligentnych technologii informatycznych implikuje coraz większe zainteresowanie rynkowe systemami zgodnymi z ideą inteligentnych miast, tzw. *Smart Cities*. Duże aglomeracje miejskie takie jak np. Londyn, Singapur czy Rio de Janeiro wykorzystują systemy informatyczne do zarządzania głównymi procesami zachodzącymi w tych miastach, jak np. zarządzanie infrastrukturą drogową, podejmowanie decyzji w zakresie strategicznych inwestycji czy zapewnienie bezpieczeństwa mieszkańcom.

Takie podejście pozwala traktować aglomeracje miejskie jak organizacje, w których zachodzi szereg procesów biznesowych wymagających wsparcia systemami informatycznymi. Procesem biznesowym nazywa się zazwyczaj zestaw czynności prowadzących do realizacji określonego celu lub realizacji określonej potrzeby biznesowej (Bitkowska, 2009). Procesy o strategicznym znaczeniu dla

¹ Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii/ Gdańsk University of Technology, Faculty of Management and Economics

funkcjonowania miast wynikają przeważnie z przepisów i ustaw, które stanowią umocowanie prawne realizowanych przez miasta procesów. Wśród takich kluczowych procesów szczególnej uwadze (a co za tym idzie, szczególnemu wsparciu informatycznemu) podlegają procesy istotne dla bezpieczeństwa i komfortu mieszkańców. Z takimi procesami związane są najczęściej określone procedury i wytyczne wymagającego podejmowania natychmiastowych działań oraz równoczesnego absorbowania zasobów podległych kluczowym organom porządku publicznego, takich jak policja, straż pożarna i służba zdrowia.

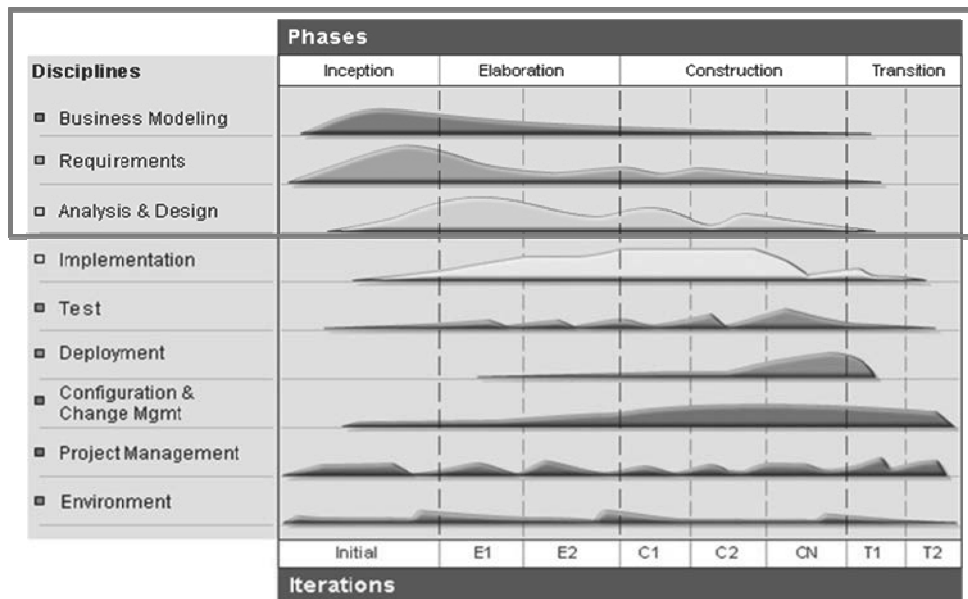
Kluczowi dostawcy systemów informatycznych starają się dostarczać oprogramowanie (systemy klasy „*Smart Cities*”) zapewniające wsparcie zarządzania procesami w aglomeracjach miejskich i jednostkach zależnych, jak np. centra zarządzania kryzysowego. Należy zaznaczyć, że centra zarządzania kryzysowego nie są organizacjami *ad hoc*, ale organizacjami stale monitorującymi określone (krytyczne) stany. Aktywność tych organizacji wzrasta wtedy, kiedy krytyczne wartości zdefiniowane dla wskaźników KPI (ang. *key performance indicators*) (Bhowmick, 2009) przyporządkowane do określonych procesów zostają przekroczone. Z kolei systemy klasy „*Smart Cities*” mają za zadanie nie tylko wspomagać podejmowanie decyzji w sytuacjach krytycznych, ale wspierać stale procesy kontrolowania i monitorowania określonych aspektów życia w aglomeracjach miejskich. Do przykładowych stanów, jakie mogą być poddawane monitorowaniu, a które wymagają określonych reakcji centrów zarządzania kryzysowego, zaliczać można np. poziom stężenia zanieczyszczeń w powietrzu, poziom wody w rzekach, poziom hałasu na danym terenie itp.

Celem niniejszego artykułu jest wskazanie, w jaki sposób modelowanie procesów jest istotne dla późniejszej ich implementacji w postaci konkretnych funkcjonalności systemów klasy *Smart Cities*. Dla realizacji tego celu przedstawiono aktualny stan wiedzy metodycznej wspierającej aspekty modelowania biznesowego i modelowania architektur na potrzeby systemów informatycznych. Następnie zaprezentowano rekomendowany model postępowania prowadzący do implementacji w systemach *Smart Cities* konkretnych procesów biznesowych realizowanych przez urzędy miejskie.

Takie podejście pozwala spojrzeć na implementację i wdrażanie systemów *Smart Cities* z perspektywy projektu informatycznego (Kowalczyk i Orłowski 2004), w którym implementacja funkcjonalności systemu poprzedzona jest szeregiem działań z zakresu analizy biznesowej i modelowania (Kruchten, 2004). A to z kolei pozwala na traktowanie miast (urzędów miejskich) jako klienta projektu informatycznego z określonymi oczekiwaniami (potrzebami biznesowymi), które powinny zostać pokryte (zaspokojone) przez funkcjonalności wytwarzanego systemu *Smart Cities*.

2. Problematyka modelowania biznesowego w wytwarzaniu systemów informatycznych

Modelowanie biznesowe (Kruchten, 2004; Górski 2004) jest jedną z podstawowych dyscyplin inżynierii oprogramowania, szczególnie wyróżnioną w takich podejściach wytwórczych jak Rational Unified Process (RUP), ale również istotną dla popularnych obecnie podejść zwinnych (Schwaber i Sutherland, 2013; Schwaber 2005).



Rys. 1. Zakres modelowania procesów biznesowych w RUP

Przeznaczeniem dyscyplin z zakresu modelowania biznesowego (RUP zalicza do nich modelowanie procesów, zarządzanie wymaganiami oraz modelowanie architektury) jest szczegółowa analiza potrzeb biznesowych, a co za tym idzie procesów biznesowych zachodzących w organizacji klienta projektu informatycznego (Orłowski i Kowalczyk, 2012), czyli odbiorcy systemu informatycznego. Modelowanie biznesowe jako dyscyplina odnosi się przede wszystkim do zwiększania poziomu abstrakcji wytwarzanych systemów poprzez m.in. graficzne prezentowanie procesów (modelowanie procesów) jak również graficzne prezentowanie funkcjonalności systemów (diagramy przypadków użycia). Dzięki modelowaniu biznesowemu poprawia się komunikację pomiędzy klientem a zespołem deweloperskim. Za modelowanie biznesowe przeważnie odpowiadają analitycy biznesowi, którzy poprzez kontakt z klientem dokonują wizualizacji niezbędnych do późniejszego zaimplementowania, procesów i funkcjonalności systemów informatycznych.

3. Modelowanie biznesowe w wytwarzaniu systemów *Smart Cities*

Jak zauważono we wstępie, każde wdrożenie systemów *Smart Cities* jest szczególnym przypadkiem projektu informatycznego, co oznacza, że dyscypliny związane z modelowaniem biznesowym (modelowaniem procesów biznesowych) znajdują zastosowanie również przy wytwarzaniu i wdrażaniu takich systemów. Zastosowanie modelowania biznesowego na potrzeby systemów *Smart Cities* ma dwie podstawowe zalety.

Po pierwsze, pozwala lepiej zrozumieć funkcjonowanie organizacji klienta i jego potrzeby biznesowe, tak aby wytwarzany/wdrażany system informatyczny był odpowiednio dopasowany do zachodzących u klienta procesów biznesowych. W przypadku systemów *Smart Cities* takie podejście wydaje się szczególnie ważne. Procesy biznesowe takiego klienta jak urząd miasta wiążą się bardzo często z bezpieczeństwem dużej liczby mieszkańców, zapewnieniem odpowiednich warunków i jakości życia. Im lepiej te procesy są rozumiane, tym większa szansa na odpowiednie ich wsparcie przez wytwarzany system *Smart Cities*.

Drugą zaletą modelowania biznesowego jest poprawa współpracy pomiędzy klientem a zespołem deweloperskim (wytwarzającym/wdrażającym) poprzez stworzenie wspólnej płaszczyzny komunikacji opartej na modelach i wizualizacji poszczególnych elementów (funkcjonalności) budowanego systemu.

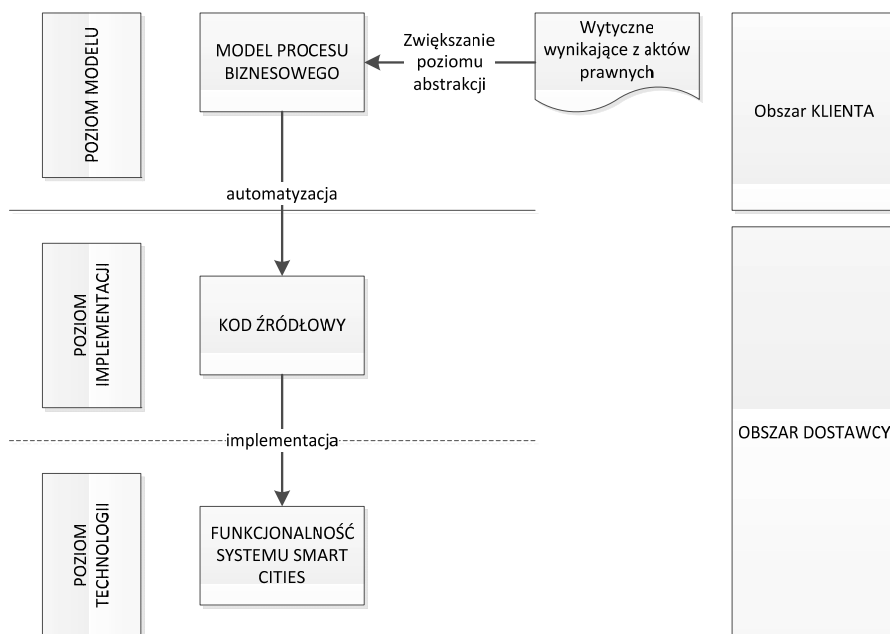
Dodatkową korzyścią, jakiej coraz częściej oczekuje się po zastosowaniu modelowania biznesowego na potrzeby implementacji systemów informatycznych, jest możliwość uniezależnienia modelu od platformy implementacyjnej. Daje to szczególną korzyść w dobie narastającego zagrożenia długiem technologicznym, czyli zjawiskiem polegającym na braku możliwości rozwijania lub dostosowywania oprogramowania po pewnym okresie jego eksploatacji. Dług technologiczny oznacza także ryzyko niemożności rozwijania lub dostosowania oprogramowania do zmieniającego się otoczenia (np. integracji systemów w trakcie fuzji dwóch organizacji lub modyfikowania systemu ze względu na uwarunkowania prawne). Zastosowanie modelowania biznesowego i reprezentowania poszczególnych zadań systemu poprzez modele procesów biznesowych daje szansę na minimalizowanie ryzyka powstawania długu technologicznego, o ile zapewni się odpowiednie warunki do automatycznego implementowania procesów w systemie informatycznym. Dlatego stosowanie wysokopoziomowego modelowania biznesowego powinno prowadzić do sytuacji, kiedy modyfikacje niezbędne dla implementacji odbywają się wyłącznie na poziomie modelu (modelu procesów biznesowych i/lub architektury systemu).

4. Zalety modelowania biznesowego na potrzeby systemów *Smart Cities*

Zwiększanie poziomu abstrakcji i zastosowanie wysokopoziomowych modeli przy budowie i wdrażaniu systemów klasy *Smart Cities* niesie jednak ze sobą okre-

ślone problemy. Jak zostało zaznaczone we wstępie, jednym z głównych problemów wynikających z implementacji systemów *Smart Cities* w miastach jest konieczność każdorazowego adaptowania takich systemów do konkretnych miast. Wynika to z faktu, że każde miasto kieruje się indywidualnymi, określonymi regulacjami formalnoprawnymi. Ponadto każde miasto posiada szereg odgórnych wytycznych według których musi kierować się w sytuacjach kryzysowych (są to lokalne procedury postępowania na wypadek zdarzeń zagrażających bezpieczeństwu mieszkańców)

Takie sytuacje powodują, że wytwarzając i wdrażając systemy klasy *Smart Cities* w konkretnym mieście, dostawcy muszą liczyć się z koniecznością dostosowywania się do konkretnych procedur, wytycznych, aktów prawnych i innych rozporządzeń o charakterze formalnoprawnym. Dodatkowym czynnikiem wymuszającym adaptowanie systemów klasy *Smart Cities* do miast (klientów) mogą być warunki mikroklimatyczne czy położenie geograficzne, które wymusza modyfikowanie funkcjonalności systemów w zależności od położenia miasta. Dlatego też, aby uniknąć konieczności każdorazowego implementowania funkcjonalności zależnych od różnych czynników, dostawcy systemów *Smart Cities* powinni dążyć do stosowania odpowiednich komponentów, opracowanych najlepiej na wyższym poziomie abstrakcji niż kod źródłowy, czyli na poziomie modelu procesu biznesowego. Stąd też zasadną staje się rola modelowania biznesowego prowadząca do prezentowania poszczególnych wytycznych czy procedur obowiązujących w miastach w postaci modeli procesów, które później mogą być implementowane w systemach *Smart Cities*.

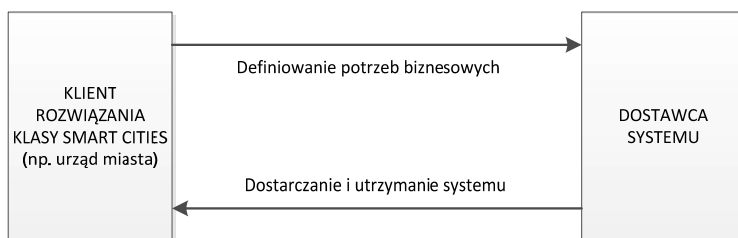


Rys. 2. Rola modelowania biznesowego w procesach implementacji systemów *Smart Cities*

Powyższe rozważania pozwalają stwierdzić, że zastosowanie modelowania biznesowego na potrzeby systemów klasy *Smart Cities* powinno dążyć do zapewnienia re używalnych komponentów. Komponenty te poprzez swoją względną niezależność od samego systemu powinny zapewnić możliwość swobodnej implementacji na podstawie dostarczonych/posiadanych przez klienta (miasto) procedur i wytycznych. Dlatego też w kolejnej części szczególną uwagę zwraca się na model postępowania prowadzący do implementacji procesów biznesowych zdefiniowanych w dokumentach formalnoprawnych będących w dyspozycji urzędów miejskich.

5. Model implementacji procesów biznesowych w systemach *Smart Cities*

W nawiązaniu do powyższych rozważań, należy uznać, że implementacja procesów biznesowych w systemach *Smart Cities* powinna zostać poprzedzona działaniami z zakresu modelowania biznesowego. Wydaje się zatem słuszne, aby implementując systemy *Smart Cities*, dostawcy oprogramowania uwzględniali szereg kluczowych aspektów o których była mowa wcześniej, takich jak konieczność podnoszenia poziomu abstrakcji systemu poprzez wizualizację procesów i funkcjonalności. Stąd też podstawowym mechanizmem prowadzącym do realizacji zasad modelowania biznesowego (Sacha, 2010) jest definiowanie przez klienta tych potrzeb, które muszą znaleźć odzwierciedlenie (zaspokojenie) w systemie *Smart Cities*.



Rys. 3. Pętla współpracy przy rozwiązaniach *Smart Cities*

Potrzeba biznesowa klienta może być rozumiana zarówno jako konkretna usługa dostarczana przez system klasy *Smart Cities* jak również jako konkretne zadanie, które może być wspierane przez system. Aby jednak taką usługę zaimplementować konieczne jest właściwe jej zamodelowanie, najlepiej w postaci konkretnych procesów biznesowych przy użyciu określonego standardu modelowania jak BPMN czy UML (Drejewicz, 2012; Wrycza, 2008). Faktem jest, że procesy biznesowe w przypadku takiej organizacji jak urzędy miejskie są zgoła odmienne od procesów biznesowych np. firm produkcyjnych czy typowych komercyjnych organizacji. Jednakże działania podejmowane przez miasta mają ewidentnie charakter

procesowy i mogą, a wręcz powinny być prezentowane w postaci diagramów (modeli procesów), aby ułatwić ich implementację w systemach *Smart Cities*.

W urzędach miejskich zwykle pojawia się problem polegający na tym, że procedury i wytyczne, które powinny zostać zaimplementowane w systemach *Smart Cities*, najczęściej są opisane tylko w dokumentacji (wyrażone w języku naturalnym). Oznacza to, że modelujący muszą ponieść określony nakład pracy na transformację opisów w języku naturalnym na modele procesów biznesowych. Dopiero po takiej transformacji można dokonać implementacji tych procesów w systemach klasy *Smart Cities*. Stąd też przed przystąpieniem do implementacji procesów biznesowych w systemach *Smart Cities* konieczne staje się szczegółowe analizowanie (głównie przez analityków współpracujących z pracownikami urzędów miejskich) procedur i wytycznych w celu ich zamodelowania do postaci map procesów.

6. Problematyka implementacji procedur i wytycznych w systemach *Smart Cities*

Podstawowym problemem z jakim można spotkać się podczas modelowania biznesowego na potrzeby systemów *Smart Cities* jest nietypowość procesów biznesowych. W zarządzaniu miastem procesy, które powinny zostać zaimplementowane w systemie *Smart Cities* różnią się od typowych procesów wytwórczych. W zarządzaniu miastem działania (procesy) związane chociażby z reakcją na przekroczoną wartość krytyczną w powietrzu lub wodzie sprowadzają się do podjęcia akcji wynikających bezpośrednio z wytycznych zawartych w aktach prawnych (co pokazano na rysunku w poprzedniej części). Powstaje więc pytanie, czy modelowanie procesów biznesowych może w ogóle mieć miejsce w takich organizacjach jak urząd miasta. Może się bowiem wydawać, że takie modelowanie będzie redundancją wiedzy, która została już wprowadzona w postaci zapisów w dedykowanych rozporządzeniach. Jednak należy pamiętać, że modelowanie biznesowe ma stanowić pomost pomiędzy zespołem deweloperskim a klientem (urzędem miasta). Dlatego też modelowanie procesów w tej sytuacji należy uznać za płaszczyznę do lepszego porozumiewania się poszczególnych interesariuszy projektu (PMI, 2013).

Z drugiej strony modelowanie procesów na potrzeby implementacji ich w systemach klasy *Smart Cities* niesie ze sobą jeszcze jeden problem wynikający z formalizacji takich procesów. Jeżeli bowiem traktować modelowanie biznesowe jako czynnik istotny dla wytwarzania reużywalnych komponentów konieczne staje się zastosowanie określonych standardów dla modelowania takich procesów. Jednym z powszechniej wykorzystywanych dzisiaj standardów modelowania takich procesów jest BPMN, ale choć poziom znajomości tego standardu jest coraz wyższy w organizacjach dostawców, to nie zawsze jest odpowiedni w organizacjach reprezentujących stronę klienta.

Jednakże konieczność modelowania procesów biznesowych na potrzeby urzędów miejskich wydaje się być nieuniknione i wpisuje się w typowe zasady „biznesowo zorientowanego wytwarzania oprogramowania” (Kruchten, 2004), które nie tylko uwypuklane są w poszczególnych metodykach zarządzania projektami in-

formatycznymi ale i powoli stają się standardem przy realizacji projektów wytwórczych. W odpowiedzi na te problemy poniżej zaprezentowano model postępowania związanego z implementacją procesów biznesowych na potrzeby miast korzystających (zakupujących/wdrażających) systemy *Smart Cities*.

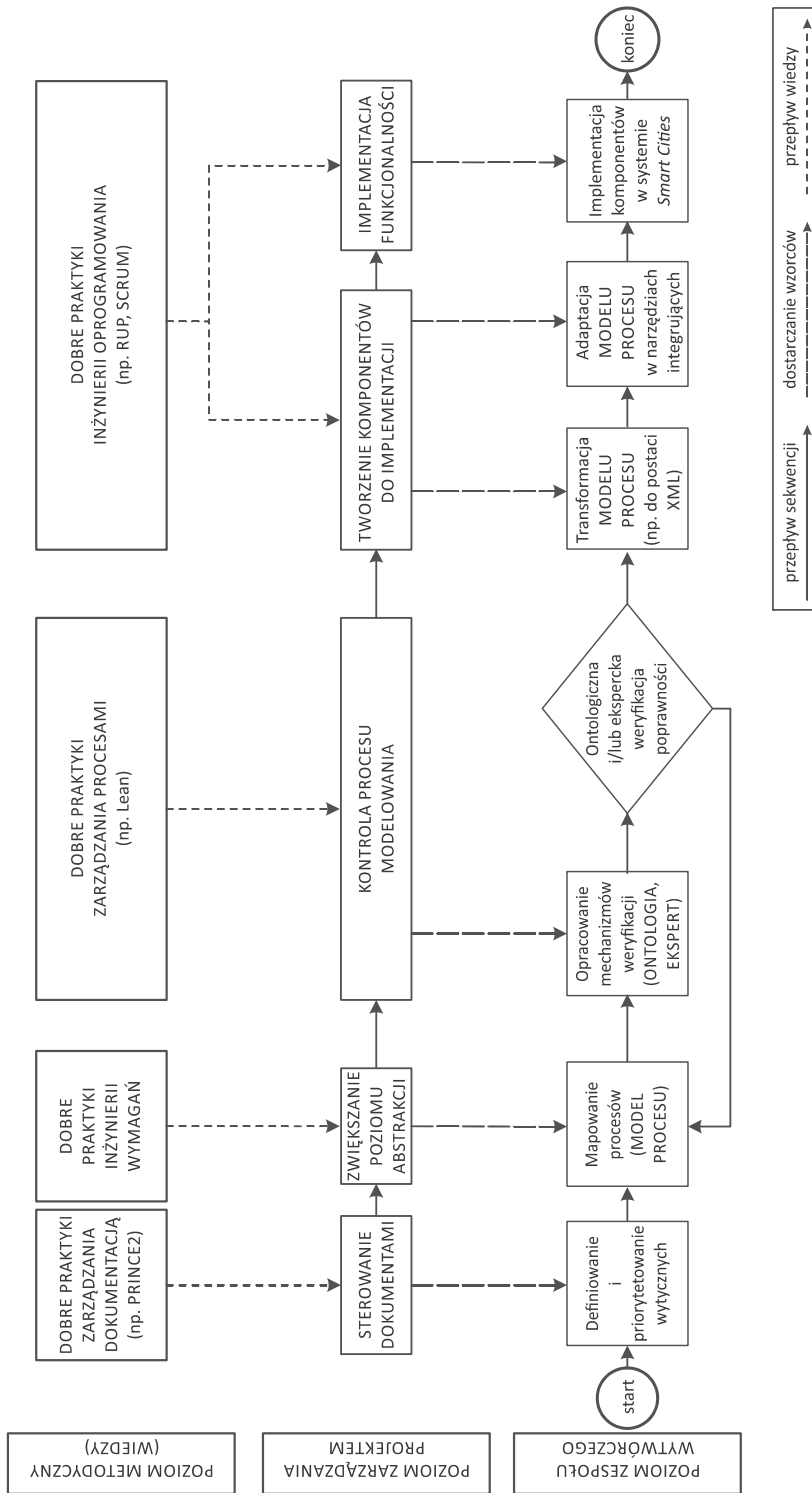
7. Model ogólny implementacji procesów biznesowych w systemach *Smart Cities*

Jak zauważono powyżej, głównym problemem związanym z modelowaniem procesów biznesowych na potrzeby *Smart Cities* jest konieczność przeprowadzania analizy biznesowej w sposób wieloaspektowy (wielowątkowy). Z jednej strony modelujący mają do czynienia z dokumentacją (aktami prawnymi, normami, rozporządzeniami), które muszą znaleźć swoje odzwierciedlenie w systemie. Z drugiej strony dobre praktyki inżynierii oprogramowania wymuszają prezentowanie tych aspektów zawartych w aktach prawnych na odpowiednio wysokim poziomie abstrakcji. Oznacza to zatem, że przystępując do modelowania procesów biznesowych i ich implementacji na potrzeby *Smart Cities*, należy uwzględnić przynajmniej trzy poziomy organizacyjne, które wpływają na realizację działań z zakresu modelowania i implementacji.

Pierwszy, najwyższy, dotyczy dobrych praktyk postępowania zarówno z zarządzaniem dokumentacją, jak i dobrych praktyk wytwarzania. Ten poziom można nazwać poziomem wiedzy, którego przeznaczeniem jest zapewnianie metodycznych dobrych praktyk postępowania. Należy jednak pamiętać, że implementacja systemów *Smart Cities* jest typowym projektem informatycznym, w związku z czym szereg działań musi być prowadzonych zgodnie z zasadami projektowymi (zarządzanie, kontrolowanie, monitorowanie postępów) na poziomie operacyjnym (zarządzania projektem). Wreszcie na najniższym poziomie realizowane są poszczególne działania, które pozwalają na tworzenie modeli procesów i ich implementację w systemach *Smart Cities*. Takie podejście jest zgodne z hierarchicznym zarządzaniem projektami reprezentowanym np. przez PMBoK czy PRINCE2 (PMI, 2013; PRINCE2, 2009).

Te trzy kluczowe poziomy znajdują odzwierciedlenie w modelu prezentowanym dalej.

Jak zaznaczono wcześniej, model postępowania na potrzeby implementacji procesów biznesowych w systemach *Smart Cities* uwzględnia trzy zasadnicze poziomy, ściśle ze sobą powiązane. Każdy z tych poziomów stanowi swoistą warstwę organizacyjną. Takie podejście ułatwia modelującym procesy biznesowe rozeznanie w źródłach wiedzy wspomagających określone działania (poziom wiedzy) z zakresu modelowania, wskazuje również na czynności (poziom projektu), które powinny zostać wykonane podczas wytwarzania systemów *Smart Cities*.



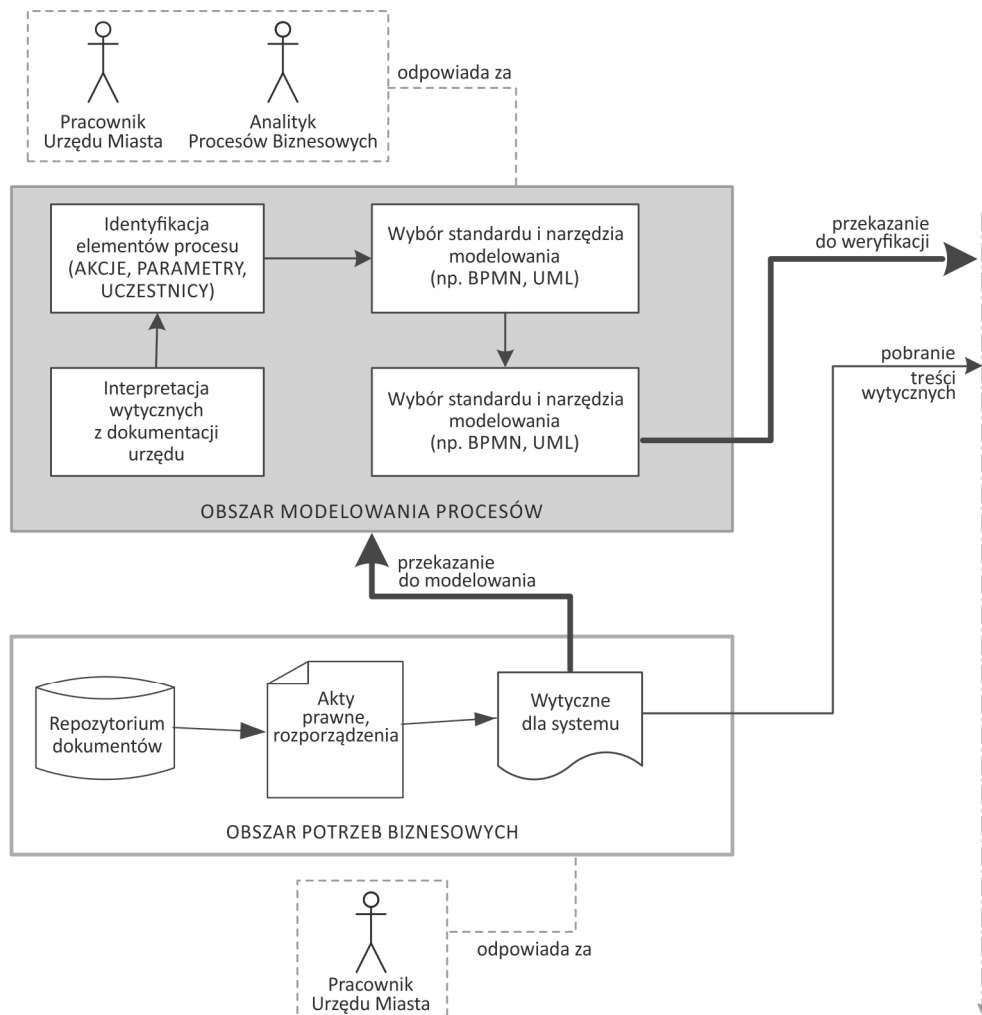
Rys. 4. Model w ujęciu ogólnym

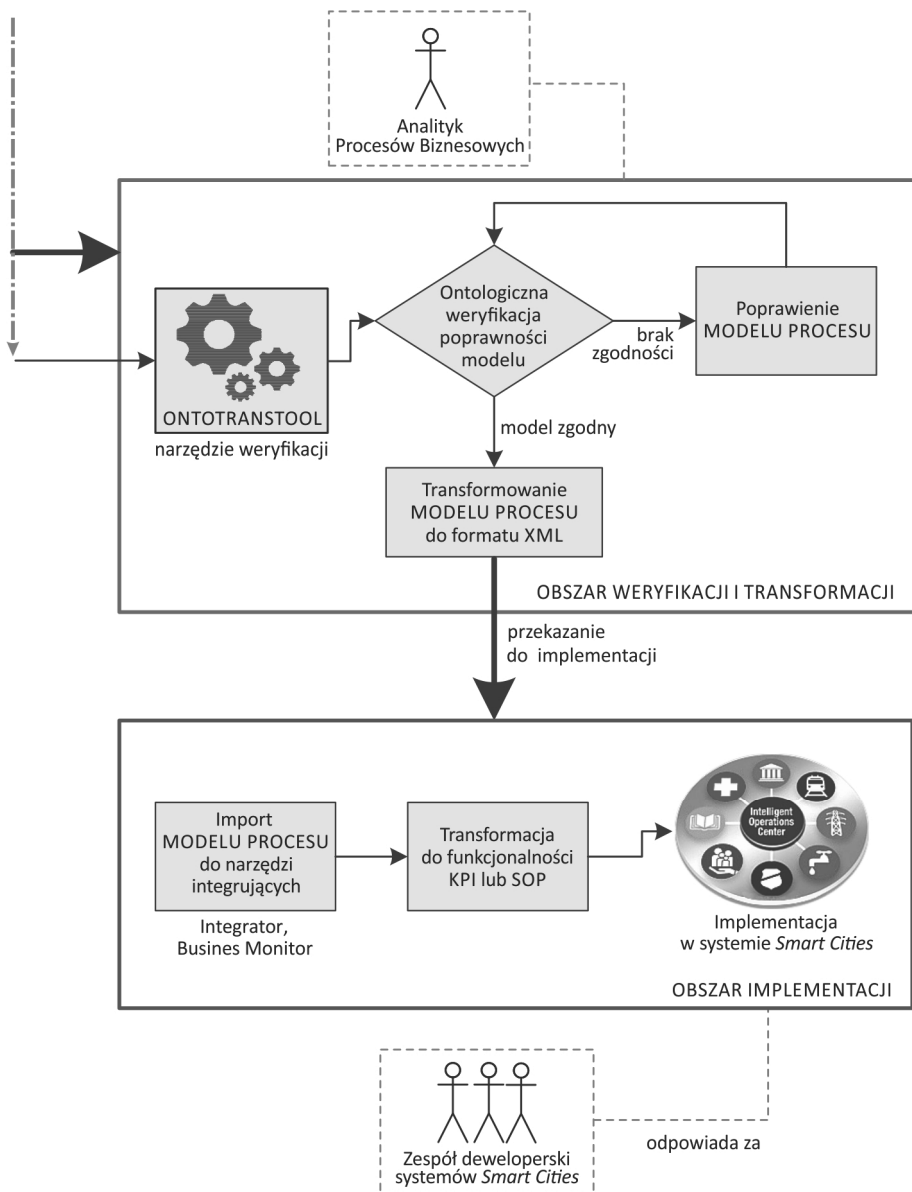
- POZIOM WIEDZY (METOD) to najwyższa warstwa modelu implementacji procesów biznesowych, której przeznaczeniem jest zapewnienie odpowiedniej wiedzy niezbędnej do realizacji procesów modelowania i implementacji. Stąd też obecność tej warstwy w modelu umożliwia modelującym i implementującym wgląd w niezbędne źródła wiedzy merytorycznej wykorzystywane w zarządzaniu projektami wytwórczymi. Warstwa ta ma na celu zapewnienie stosowania m.in. dobrych praktyk w projektach informatycznych, rekomendując sięgnięcie do takich podejść jak PRINCE2 (np. dla zarządzania dokumentacją), RUP (zwiększanie poziomu abstrakcji), LEAN (usprawnianie tego, co powstało).
- Drugi poziom modelu to POZIOM ZARZĄDZANIA PROJEKTEM, czyli realizacja określonych czynności organizacyjnych mających na celu dostarczenie funkcjonalności systemu. Dobre praktyki z poziomu wyższego dostarczają wiedzy dla tego poziomu zarządczego, który leży w gestii kierownika projektu i/lub komitetu sterującego. Rolą tego poziomu jest dostarczenie wzorców postępowania z których skorzysta zespół deweloperski tworzący rozwiązania klasy *Smart Cities*. Wzorce, które dostarczane są z poziomu zarządczego podzielono następująco: sterowanie dokumentami (czyli gromadzenie i przetwarzanie aktów prawnych, rozporządzeń i pozostałych źródeł pochodzenia wytycznych), zapewnienie wzorców do zwiększania poziomów abstrakcji (np. notacji BPMN, UML) a także dostarczanie wzorców do kontroli – np. narzędzi (w myśl zasady TOOLS & TECHNIQUES) do weryfikacji opracowanych modeli. Wreszcie na poziomie zarządczym należy zadbać o wzorce projektowe (RUP nazywa to *capability patterns*) czyli zalecenie tworzenia reużywalnych komponentów, które mogą być później niezależnie implementowane w kolejnych systemach. Stąd ostatni zestaw działań zarządczych polega na realizacji procesów implementacyjnych odzwierciedlający poziom wytwarzania.
- POZIOM WYTWARZANIA, czyli poziom modelu dedykowany zespołowi wytwórczemu, którego rola polega na dostarczaniu pewnego rodzaju procedury postępowania (autorsko wypracowane przez autorów i omówione w ujęciu szczegółowym w dalszej części). Na tym poziomie należy odnieść się w pierwszej kolejności do interpretacji wytycznych które mają zostać zamodelowane w postaci procesu biznesowego, który z kolei powinien zostać zweryfikowany (zespół opracował dedykowane narzędzie weryfikujące zgodność mapy/modelu procesu z dokumentacją na podstawie ontologii). Następnie, jeśli model procesu jest zgodny z wytycznymi (dokumentacją), może zostać transformowany do postaci interpretowalnej przez dedykowane narzędzia wykorzystywane do wytwarzania systemów *Smart Cities*. Ze względu na dużą złożoność tego poziomu, został on dodatkowo rozszerzony w postaci modelu szczegółowego.

8. Model szczegółowy implementacji procesów biznesowych

Opracowany model ogólny wskazuje na główne warstwy, które są niezbędne dla poprawnego przeprowadzania modelowania biznesowego na potrzeby imple-

mentacji systemów *Smart Cities*. Przy czym modelujący (analitycy biznesowi, pracownicy urzędów) powinni uwzględnić szereg dodatkowych działań (rekomendowanych przez autorów niniejszego artykułu) pozwalających na poprawne modelowanie procedur i wytycznych, które później mogą zostać zaimplementowane w systemach *Smart Cities*. Stąd też model szczegółowy uwzględnia aktorów (uczestników) poszczególnych działań prowadzonych na potrzeby implementacji procesów biznesowych w systemach *Smart Cities*, prezentuje sekwencję działań jak również pokazuje na procesy zachodzące wewnątrz kluczowych dla modelowania obszarów, takich jak definiowanie potrzeb biznesowych, modelowanie procesów, weryfikacja i kontrola poprawności oraz implementacja.





Rys. 5. Model w ujęciu szczegółowym

Model w ujęciu szczegółowym zawiera oprócz głównych obszarów związanych z modelowaniem i implementacją procesów, także uwzględnienie odpowiedzialności za poszczególne czynności prowadzące do implementacji procesów w systemach *Smart Cities*. Stąd też pracownik urzędu miasta odpowiada za dostarczenie dokumentów zawierających procedury i wytyczne niezbędne do późniejszego modelowania procesów biznesowych, które zostaną zaimplementowane w sys-

temie *Smart Cities*. Należy zwrócić uwagę, że wytyczne co prawda pochodzą z aktów prawnych (jak statuty, rozporządzenia) którymi dysponuje Urząd Miasta, jednak to konkretny pracownik określa swoją potrzebę biznesową (czyli co powinien zawierać system, żeby pracownik mógł wypełniać swoje obowiązki wynikające z aktów prawnych).

Po przygotowaniu wytycznych następuje etap modelowania procesów biznesowych. Analityk procesów (może być wyodrębniony przez urząd lub pochodzić z organizacji dostawcy) poprzez konsultacje/współpracę z pracownikiem urzędu przystępuje do modelowania procesu biznesowego. W dojrzałej organizacji modelowania procesów będą dokonywać pracownicy departamentów, w mniej dojrzałych konieczny powinien być udział kompetentnych konsultantów. W obszarze modelowania procesów wyróżnionym w modelu, najpierw następuje interpretacja wytycznych zawartych w dokumentacji dostarczonej przez pracownika urzędu miasta. Interpretacja jest procesem związanym ściśle z takimi działaniami, jak analiza tekstu ustawy/rozporządzenia na podstawie którego mają powstać późniejsze funkcjonalności systemu. Następnie identyfikuje się (analizując tekst) wszystkie elementy procesu, czyli podmioty (uczestnicy procesu), akcje podejmowane przez podmioty (czynności procesu) oraz warunki (parametry procesu), jak np. dopuszczalne poziomy stężenie zanieczyszczeń i inne. Jeżeli określono już wszystkie elementy procesu, należy wybrać standard modelowania. Standard jest niezbędny, w celu uniknięcia nieporozumień co do przepływu zadań w procesie (stąd rekomenduje się obowiązujące dzisiaj standard jak BPMN czy UML). Po wybraniu standardu modelowania (notacji) i narzędzia do modelowania (zgodnie z dobrymi praktykami zarządzania projektami (PMI, 2013) można przystąpić do mapowania procesu, czyli jego fizycznego narysowania w narzędziu.

Kolejny obszar, w którym wykonuje się zadania niezbędne dla implementacji procesów biznesowych w systemach *Smart Cities* polega na weryfikacji opracowanego uprzednio modelu procesu biznesowego. W niniejszym artykule rekomenduje się (na podstawie doświadczenia autorów) weryfikację opartą o ontologie. W badaniach prowadzonych przez autorów opracowano mechanizmy automatycznej weryfikacji modeli procesów biznesowych na podstawie opisów lingwistycznych w oparciu o dedykowane narzędzie ONTOTRANSTOOL. Narzędzie to na podstawie opisu w języku naturalnym identyfikuje wszystkie byty, czyli elementy procesu zawarte w aktach prawnych/rozporządzeniach, a następnie kontroluje, czy procesy zamodelowane i wygenerowane przez ontologie są zbieżne z zamodelowanymi przez analityka zgodnie z ustaleniami z przedstawicielem urzędu miasta. Eksperckiej kontroli dokonuje analityk. W przypadku wystąpienia rozbieżności, następuje ponowne modelowanie procesu.

Po dokonaniu weryfikacji modelu procesu należy przygotować plik eksportu (oparty np. na standardzie XML) do późniejszego zaimportowania go przez dedykowane narzędzia integrujące procesy z systemami klasy *Smart Cities*, np. z systemem IOC. Dlatego też ostatni obszar modelu postępowania związany jest z integracją i implementacją zamodelowanych procesów biznesowych w systemie *Smart Cities*. Za pomocą dedykowanego narzędzia można dokonywać importów modelu

procesu zapisanego w formacie xml, a następnie przekazać zaimportowany model z narzędzia integrującego do zarządzającego implementacją modeli biznesowych w systemie *Smart Cities* (w przypadku IOC jest to odpowiedni INTEGRATOR i BUSINESS MONITOR). Dopiero po zaimportowaniu w BUSINESS MONITORZE możliwe jest generowanie pożądaných funkcjonalności odpowiadających potrzebom z OBSZARU POTRZEB BIZNESOWYCH, takich jak kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) lub standardowe procedury operacyjne (SOP).

9. Weryfikacja modelu implementacji procesów biznesowych w systemie IBM IOC

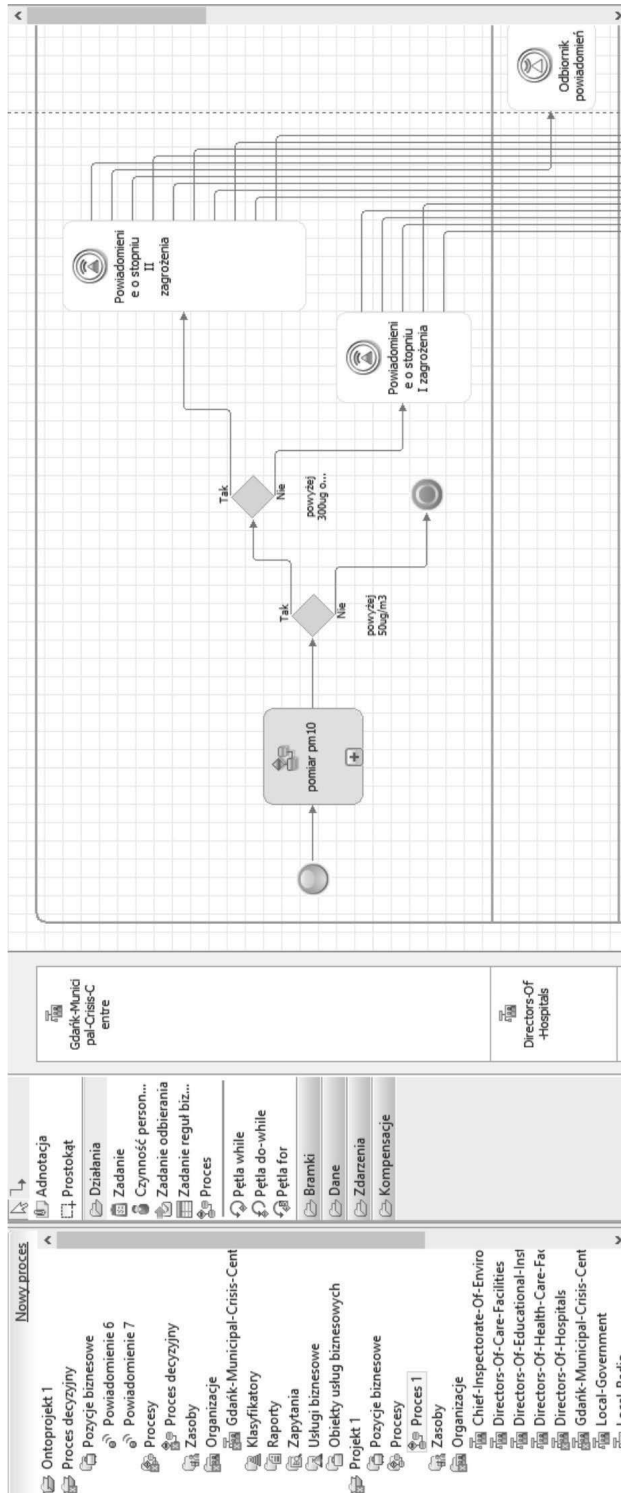
W tej części posłużono się zdarzeniem dotyczącym zagrożenia wynikającego z przekroczenia stężenia pyłu PM10 w powietrzu dla aglomeracji trójmiejskiej, miasto Gdańsk, Polska na postawie wytycznych dostarczonych przez UM w Gdańsku jako przykład na możliwość implementacji procesów biznesowych w systemach *Smart Cities*. W nawiązaniu do poprzednich rozważań, należy przypomnieć, że w przypadku aglomeracji miejskich większość działań noszących znamiona procesów biznesowych wynika z wytycznych i procedur stanowiących ograniczenia formalnoprawne dla decydentów i użytkowników systemów *Smart Cities*. Celem tej części jest zaprezentowanie możliwości automatyzacji implementacji w systemach *Smart Cities*, wytycznych, które mają swoją reprezentację w postaci modelu procesu biznesowego.

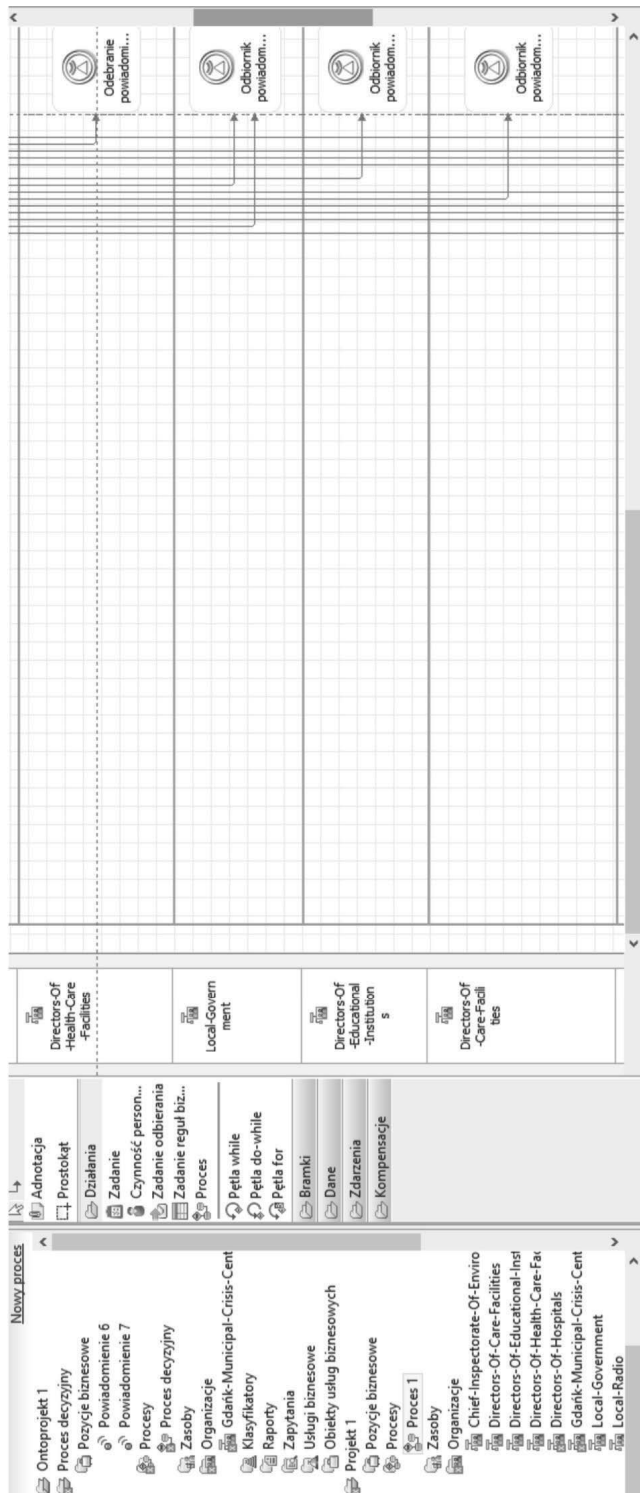
PRZYKŁAD

W trakcie prac realizowanych na potrzeby implementacji takiego systemu dla miasta Gdańska wykorzystano procedurę mówiącą o podejmowaniu określonych działań w sytuacji przekroczenia jednej z dwóch granicznych wartości stężenia pyłu PM10. W przypadku przekroczenia niższej wartości (w analizowanym przypadku wartość graniczna wynosi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) oznacza to pierwszy stopień zagrożenia, a podjęta akcja polega przede wszystkim na informowaniu odpowiednich jednostek. W przypadku przekroczenia drugiej granicy ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) informuje się więcej jednostek i stawia w stan gotowości określone podmioty (np. straż pożarną). Liczba podmiotów informowanych i stawianych w stan gotowości wynika bezpośrednio z rozporządzeń.

Jak można zauważyć z powyższego opisu, w skład takich wytycznych (procedury postępowania) wchodzi kilka podstawowych elementów, które pozwalają traktować je jako procesy biznesowe. Każda procedura (wytyczne) składa się z następujących elementów:

- akcje (działania, które mają zostać podjęte przez operatora systemu *Smart Cities* w przypadku zaistnienia sytuacji krytycznej);
- parametry (wartości krytyczne określające podjęcie określonych reakcji);
- uczestnicy procesu (poszczególne podmioty podejmujące działania lub informowane w chwili zajścia zdarzenia krytycznego x).





Rys. 6. Model procesu w WEBSPPHERE MODELER

Osoby informowane po otrzymaniu wiadomości o zajściu określonych zdarzeń z centrum zarządzania kryzysowego, czyli podmiotu zarządzającego kierowaniem informacji, działają według swoich statutowych obowiązków i procedur wewnętrznych. W ramach prac realizowanych w oparciu o platformę IBM IOC implementacja takich procesów może nastąpić wyłącznie poprzez te narzędzia, które mogą być integrowane z platformą IOC. Dedykowanym do takich celów narzędziem jest IBM Websphere Modeler (wersja Advanced). W trakcie realizowanych prac zamodelowano wytyczne dotyczące przekroczenia pyłu PM10 w tym narzędziu, zgodnie z definicją procesu zawartą w dokumentacji dostarczonej przez urząd miasta. Model powyższej procedury przedstawia się następująco:

Następnie model opracowany w narzędziu zestawiono z modelem procesu wygenerowanym przez narzędzie ONTOTRANSTOOL w celu sprawdzenia poprawności. W przypadku niewielkich różnic osoba modelująca proces mogła dokonać korekty zamodelowanego procesu (jeśli zachodziła taka potrzeba). Na tym etapie badań kontrola zgodności procesu modelowanego przez analityka z automatycznie generowanym przez ontologie odbywa się manualnie. Różnice jakie zaobserwowano podczas prac nad weryfikacją opracowanego modelu postępowania do implementacji procesów wynikały np. z faktu, że w dokumentacji wymieniono jakąś grupę podmiotów jako jednego uczestnika projektu podczas gdy narzędzie oparte na ontologiach (Orłowski i inni, 2010) traktuje te podmioty jako niezależne byty (np. grupą informowaną są dyrektorzy szkół i przedszkoli). Z punktu widzenia modelującego proces biznesowy może być to jeden tor procesu, z punktu widzenia ontologii dyrektorzy szkół i dyrektorzy przedszkoli to osobne byty, czyli osobne tory w procesie. Nie wpływa to na późniejszą implementację funkcjonalności (obydwa podmioty dostaną informację o zagrożeniu wynikającą z procedury) jednakże może być to wskazówką dla urzędników tworzących procedury, aby dokładnie określać odbiorców informacji.

10. Podsumowanie i rekomendacje

Celem powyższych rozważań było wskazanie na rolę modelowania biznesowego przy wytwarzaniu systemów *Smart Cities*. Opracowany model postępowania przy implementacji procesów biznesowych wskazuje na kluczowe obszary dotyczące zarządzania dokumentami zawierającymi wytyczne. Na podstawie wytycznych zaleca się opracowanie modelu procesu, który będzie odzwierciedlał sposób postępowania (np. w sytuacjach kryzysowych) zawarty w dokumentacji. Następnie zaleca się weryfikację opracowanego modelu procesu (autorzy posłużyli się dedykowanym narzędziem opartym o ontologie dziedziczne) pod kątem zgodności z zapisami formalnoprawnymi w dokumentacji, a dopiero w dalszej kolejności przystąpienie do rzeczywistej implementacji.

Takie rozwiązanie daje możliwość poprawnego implementowania procesów biznesowych, dzięki czemu dopasowanie funkcjonalności systemu jest bliższe oczekiwaniom użytkowników (klienta). Wszelkich modyfikacji dokonuje się wła-

śnie w modelu procesu, a nie w kodzie, wskutek czego następuje lepsze zrozumienie zmian zarówno przez klienta, jak i zespół deweloperski.

Zastosowanie modelowania biznesowego na potrzeby *Smart Cities* może być odpowiedzią na ryzyko długu technologicznego i stanowić pewną platformę zabezpieczającą na wypadek zmiany technologii. Stosując bowiem standard modelowania (np. BPMN czy UML) oraz zapewniając później mechanizm translacji modelu w określonym standardzie do narzędzi integrujących (co rekomendują autorzy) istnieje duża szansa zabezpieczenia się przed ryzykiem związanym z długiem technologicznym. Takie podejście daje również szansę na lepsze dostosowywanie się do zmian prawnych oraz daje dostawcy oprogramowania możliwość większej reużywalności opracowanych w ten sposób komponentów (gdy np. w innym mieście sposób postępowania jest podobny, ale inne są wartości kryteriów).

Dalsze kierunki prac nad opracowanym modelem powinny zmierzać w kierunku pełnej automatyzacji implementacji procesów biznesowych, czyli przełożeniem zamodelowanego procesu na kod źródłowy. Rozwiązania pomostowe zastosowane przez autorów wymagają przynajmniej dwóch dodatkowych narzędzi – integratora oraz systemu zarządzania modelami. Pełna automatyzacja pozwoliłaby uniezależnić się od innych technologii, co przyspieszyłoby procesy implementacji funkcjonalności, a być może w przyszłości stworzyłoby szansę na autonomiczne zarządzanie funkcjonalnościami systemu przez użytkowników (np. pracowników urzędu miasta, którzy modelując proces samodzielnie zapewniają jego realizację w systemie *Smart Cities*).

Za celowe wydaje się także dążenie do ujednoczenia standardów modelowania, a w przypadku takich platform jak wykorzystywana przez autorów platforma IBM IOC większa otwartość na modele procesów tworzone w innej notacji niż zawarte w narzędziach powiązanych. Dzięki temu istnieje szansa, że odbiorcy (miasta), którzy już swoje procesy zamodelowali w standardzie BPMN, nie będą musieli przenosić ich do notacji własnej modelera.

Źródła

1. Bhowmick A.: (2009). IBM Intelligent Operations Center for Smarter Cities Administration Guide 5. Event flow diagnostic and validation tool for IBM WebSphere Business Monitor. International Business Machines Corporation.
2. Bitkowska, A.: (2009). Zarządzanie procesami biznesowymi w przedsiębiorstwie. Vizja Press & IT.
3. Drejewicz S.: (2012). Zrozumieć BPMN. Warszawa: Helion.
4. Górski J.: (2004). Inżynieria oprogramowania w projektowaniu informatycznym, Mikom.
5. Kowalczyk Z., Orłowski C.: (2004). Design of knowledge-based systems in environmental engineering, Cybernetics and Systems: An International Journal 35 (5–6), 487–498.
6. Kruchten P.: (2004). The rational unified process: an introduction. Boston: Addison-Wesley.
7. Orłowski C., Kowalczyk Z.: (2012). Modelowanie Procesów Zarządzania Technologiami Informatycznymi. Gdańsk: Pomorskie Wydawnictwo Naukowo-Techniczne PWNT.

8. Orłowski C., Ziółkowski A., Czarnecki A.: (2010). Validation of an Agent and Ontology-Based Information Technology Assessment System. *Cybernetics and Systems*. Vol. 41, Iss. 1. 62–74.
9. PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (2013). Fifth Edition, USA.
10. PRINCE2® Managing Successful Projects with PRINCE2® 2009 Edition (2009).
11. Sacha K.: (2010). Inżynieria oprogramowania. Warszawa: PWN.
12. Schwaber K., Sutherland J.: (2013). SCRUM Guide.
13. Schwaber, K. (2005). Sprawne zarządzanie projektami metodą Scrum. Microsoft.
14. Wrycza S.: (2008). Język UML w modelowaniu systemów informatycznych. Helion.

IMPLEMENTATION OF BUSINESS PROCESSES IN SMART CITIES TECHNOLOGY

The goal of the paper is to present the results of studies concerning the development of a method of implementation of business processes in Smart Cities systems. The method has been developed during studies carried out within the building of a Smart Cities system for Gdańsk, and is based on basic development project management mechanisms (drawing from best practices, and in particular from the RUP methodology) and business-oriented development principles, where the role of business process modeling is crucial for the implementation of functionalities of IT systems.

Key words: Smart Cities, business process modelling, decision support systems, knowledge management.