

Marcin Relich

Uniwersytet Zielonogórski

PLANOWANIE ALTERNATYWNYCH REALIZACJI PROJEKTU INFORMATYCZNEGO ZAGROŻONEGO NIEPOWODZENIEM

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie podejścia umożliwiającego generowanie alternatywnych wariantów dokończenia wdrożenia przedsięwzięcia informatycznego. Planowanie następuje na podstawie danych dotyczących zakończonych projektów oraz informacji udzielonych przez eksperta. Do szacowania czasu realizacji rutynowych czynności występujących w projekcie informatycznym wykorzystano liniowy model ekonometryczny. Czas realizacji czynności niepowtarzalnych jest określany przez eksperta. Wyrażenie danych w postaci dyskretnych α -przekrojów umożliwia implementację problemu spełniania ograniczeń z wykorzystaniem programowania całkowitoliczbowego. W przypadku, gdy przedsięwzięcie jest zagrożone niepowodzeniem, następuje sprawdzenie istnienia wariantów alternatywnych dokończenia projektu.

Słowa kluczowe: prognozowanie parametrów projektu, problem spełniania ograniczeń, monitorowanie projektu.

1. Wstęp

Zagadnienie planowania, a następnie sukcesywnego monitorowania realizacji projektu, jest jednym z najistotniejszych elementów zarządzania przedsięwzięciem, decydujących o jego sukcesie bądź porażce [Kerzner 2009; Szyjewski 2004; Trocki i in. 2009]. Zebrane doświadczenia wskazują, że projekty zakończone sukcesem, tzn. zrealizowane w terminie i przy założonych nakładach, stanowią mniej niż połowę wszystkich projektów [Jakábová, Rybanský 2010; Shore 2008; Singh i in. 2009]. Powstaje wobec tego potrzeba opracowania podejścia, które umożliwiłoby odpowiednio wczesne wykrycie nieprawidłowości w realizacji przedsięwzięcia, a także wyznaczałoby warianty alternatywne pozwalające realizować projekt w ramach przyjętych ograniczeń.

Tematyka ratowania przedsięwzięć zagrożonych niepowodzeniem skupia się zazwyczaj na aspekcie precyzyjnie zdefiniowanych celów projektu, na zwiększeniu szczegółowości planowania i związanej z tym kontroli stopnia realizacji projektu czy też zwiększeniu częstotliwości spotkań zespołu projektowego [Koenig 2006]. Brakuje natomiast podejść sprawdzających istnienie alternatywnej realizacji pro-

jektu przy istniejących ograniczeniach (związanych na przykład z wymaganiami klienta i zasobami przedsiębiorstwa wdrażającego projekt), a także uwzględniających nieprecyzyjny charakter danych. Określenie potencjalnych wariantów dokończenia projektu może być związane na przykład z alokacją istniejących zasobów. W przypadku gdy projekt nie rozwija się zgodnie z planem i zagrożone są wymagania projektowe (np. czas, koszt wdrożenia), wówczas podjęcie decyzji o dalszej realizacji projektu można poprzedzić analizą alternatywnych wariantów dokończenia przedsięwzięcia. Podejście to jest szczególnie istotne w przypadku niedoszacowania kosztu i/lub czasu wykonania poszczególnych czynności oraz braku możliwości pozyskania dodatkowych zasobów na ich realizację. Przekonanie sponsora do potrzeby wydatkowania dodatkowych środków pieniężnych czy też zwiększenia horyzontu realizacji przedsięwzięcia jest w praktyce trudne do wykonania i może prowadzić do utraty satysfakcji klienta, a w następstwie do utraty pozytywnego wizerunku wykonawcy projektu [Ratkin 2002].

Wyniki badań wskazują, że zarządzanie projektem jest silnie związane z cechami przedsiębiorstwa wdrażającego przedsięwzięcie. Na przykład małe i średnie przedsiębiorstwa wymagają mniej biurokratycznych form zarządzania projektem niż duże organizacje [Turner i in. 2010]. W odniesieniu do oprogramowania wykorzystywanego do zarządzania projektem najczęściej wymienianym ograniczeniem jest jego nieadekwatność dla złożonych projektów i trudność zamodelowania rzeczywistości (przypadków występujących w praktyce) [White, Fortune 2002]. Trudność ta związana jest m.in. z wyrażeniem stopnia ryzyka projektu i jego alternatywnych wariantów realizacji.

Wymienione wyżej przesłanki wskazują na potrzebę budowy modelu referencyjnego obejmującego obszar zarządzania przedsięwzięciem oraz cechy przedsiębiorstwa wdrażającego projekt. Model ten może wyrażony w postaci problemu spełniania ograniczeń (*constraints satisfaction problem*), obejmującego zmienne oraz ograniczenia wiążące te zmienne. Zaletą tego typu deklaratywnego zapisu problemu jest możliwość efektywnej implementacji i późniejszej modyfikacji systemu wspomagania decyzji w językach programowania z ograniczeniami. System ten może korzystać z danych wyrażonych w sposób precyzyjny (np. wymagany przez klienta termin zakończenia projektu) oraz informacji wyrażonych w sposób nieprecyzyjny (np. czas realizacji czynności niepowtarzalnych). W przypadku występowania bazy danych obejmującej zakończone projekty należące do tej samej klasy (np. wdrożenie systemu informatycznego klasy ERP) proponuje się wykorzystanie liniowego modelu ekonometrycznego do prognozowania czasu realizacji czynności nieunikalnych. W tym aspekcie proponowane podejście jest konkurencyjne w stosunku do obecnie występujących na rynku.

2. Sformułowanie problemu wariantowania przedsięwzięć

Model przedsiębiorstwa charakteryzują moce wytwórcze będące w jego dyspozycji. Model projektu wynika z potrzeb zleceniodawcy lub – w przypadku przedsięwzięć

własnych – z określonych wymagań przedsiębiorstwa. W modelu przedsiębiorstwa oraz modelu projektu przyjmuje się pewne parametry, wśród których można wyróżnić zbiory zmiennych decyzyjnych oraz ograniczeń. Modelowane ograniczenia wiążą zarówno zmienne decyzyjne opisujące możliwości przedsiębiorstwa, jak i zmienne charakteryzujące warunki realizacji projektu. Na przykład czas realizacji projektu zależy od liczby wyznaczonych do projektu pracowników przedsiębiorstwa. Oznacza to, że spełnienie przyjętych ograniczeń umożliwi realizację przez przedsiębiorstwo danego projektu zgodnie z przyjętymi wymaganiami.

Ze względu na sposób specyfikacji modelu, ograniczający się w zasadzie do specyfikacji zbiorów: zmiennych decyzyjnych, dziedzin zmiennych oraz ograniczeń narzucanych na podzbiory zmiennych, naturalne wydaje się sklasyfikowanie odpowiednich problemów decyzyjnych jako problemów należących do klasy Problemów Spełniania Ograniczeń (PSO). Przyjęty sposób specyfikacji warunkowany ograniczeniami modelu referencyjnego problemu decyzyjnego pozwala na pewien uproszczony opis sytuacji rzeczywistej. Opis ten obejmuje założenia dotyczące obiektu, realizowanych w nim zadań oraz zbioru pytań rutynowych formułowanych w kontekście PSO.

W dalszych rozważaniach przyjmuje się, że model problemu wariantowania przedsięwzięć zagrożonych niepowodzeniem wyraża się w postaci [Rossi i in. 2006]:

$$\text{PSO} = ((V, D), C),$$

gdzie: $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – skończony zbiór n zmiennych decyzyjnych,

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ – zbiór dyskretnych dziedzin n zmiennych decyzyjnych,

$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ – skończony zbiór m ograniczeń wiążących zmienne decyzyjne.

Zbiór zmiennych może na przykład obejmować wartość zasobu finansowego (np. gotówka, lokaty), liczbę roboczogodzin dla poszczególnych grup pracowników (np. projektantów, programistów) czy też parametry dotyczące czynności projektu. Czynność projektu jest definiowana przez termin rozpoczęcia (s_j), czas trwania (t_j) oraz wielkość pobieranego zasobu (dp_j). Sekwencje wartości dla tych zmiennych przedstawiono dalej jako S, T, Dp .

Przykładowym ograniczeniem łączącym obszar przedsiębiorstwa z obszarem zarządzania projektem może być to, że koszt projektu musi być mniejszy od wartości środków pieniężnych w przedsiębiorstwie w danej jednostce czasu. Ograniczenia dotyczące samego projektu obejmują zależności pomiędzy czynnościami (ograniczenia kolejnościowe) oraz dopuszczalny horyzont realizacji przedsięwzięcia.

PSO może zostać rozwiązany przez przegląd zupełny. Wszystkie możliwe wartości dla wszystkich zmiennych zostają wówczas przeliczone i następuje sprawdzenie każdej sekwencji jako potencjalnego rozwiązania. Jednakże dla wielu złożonych problemów liczba potencjalnych rozwiązań jest zazwyczaj zbyt duża, aby je wszystkie rozpatrzyć. W celu rozwiązania problemu spełniania ograniczeń oraz

opracowania systemu wspomagania decyzji można zastosować programowanie z ograniczeniami (*Constraint Programming* – CP). CP udostępnia pewne techniki (propagacji ograniczeń i dystrybucji zmiennych), które w większości redukują obszar koniecznego przeszukiwania. Techniki te są wystarczające przy rozwiązywaniu wielu praktycznych problemów (np. w dalej rozważanym harmonogramowaniu). CP jest jakościowo różne od innych paradygmatów programowania w aspekcie deklaratywności, zorientowania obiektowego czy też przetwarzania współbieżnego. W odniesieniu do tych paradygmatów CP jest dużo bliższe koncepcji programowania o charakterze deklaratywnym [Van Roy, Haridi 2004].

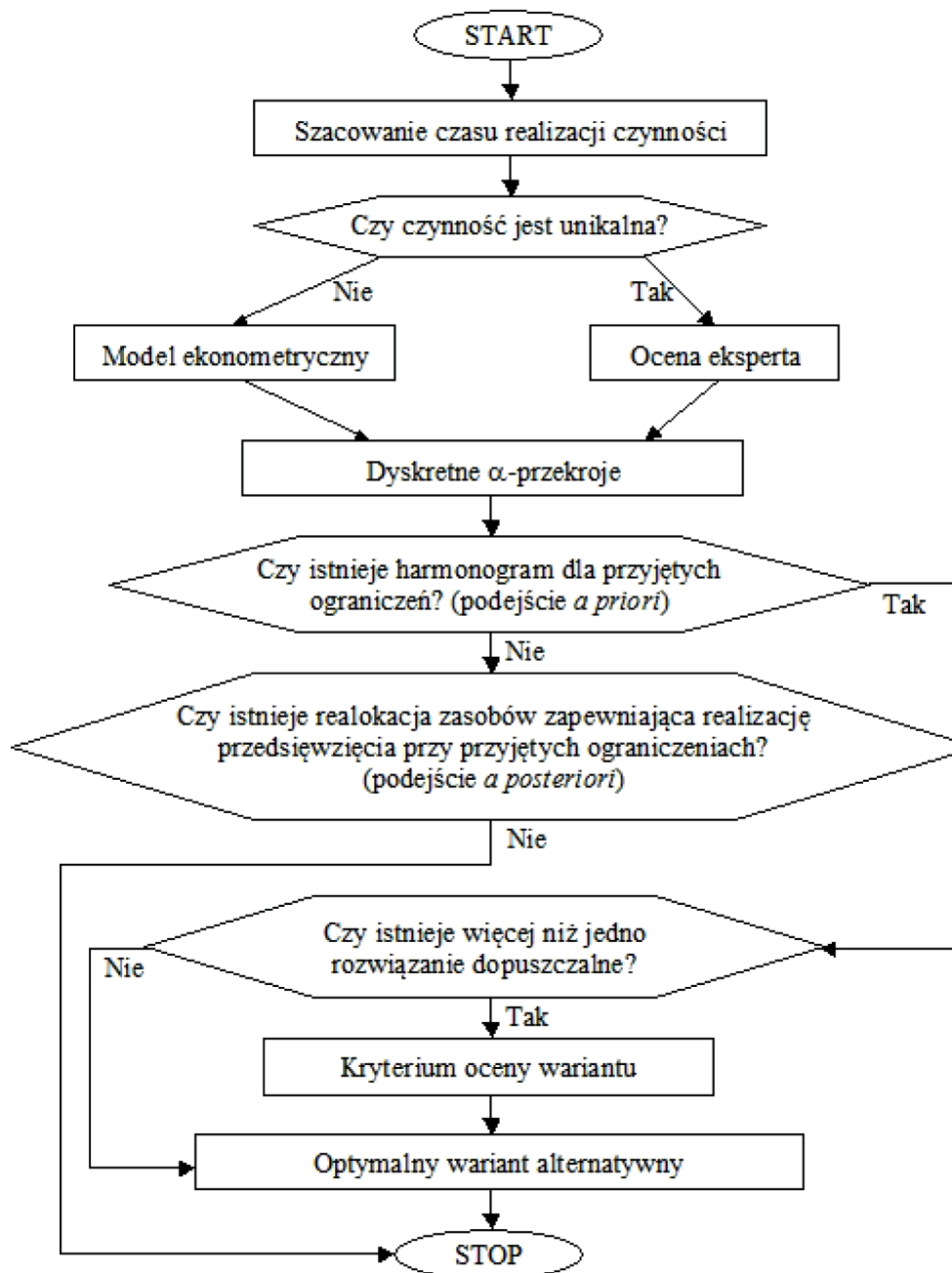
PSO implementowany jako model referencyjny może być również interpretowany jako swoista baza wiedzy (BW), obejmująca zbiory zmiennych decyzyjnych, ich dziedziny oraz ograniczenia. BW służy jako platforma dla formułowania pytań i wypracowywania odpowiedzi. Przyjmuje się, że BW budowana jest na podstawie regułowej reprezentacji wiedzy. Oznacza to, że informacja zapisywana jest przy użyciu faktów i reguł. Wyróżnienie w bazie wiedzy zmiennych decyzyjnych klasyfikowanych jako należące do zmiennych wejściowych i wyjściowych dokonywane jest w sposób arbitralny i umożliwia formułowanie pytań dotyczących wnioskowania *a priori* lub *a posteriori*.

W przypadku wnioskowania *a priori* rozważany problem wiąże się z odpowiedzią na następujące pytanie: czy dla zadanych wartości zmiennych wejściowych istnieje harmonogram spełniający zadane ograniczenia, a jeżeli tak, to jakie są jego parametry? Jeżeli dla wnioskowania *a priori* nie istnieje harmonogram spełniający zadane ograniczenia, przyjmuje się, że realizacja projektu bazowego jest zagrożona niepowodzeniem. Wówczas można sformułować pytanie dotyczące wnioskowania *a posteriori*: jakie wartości zmiennych wejściowych zapewniają ukończenie przedsięwzięcia przy spełnieniu zadanych ograniczeń? Wybór zmiennych wejściowych, których wartości zostają zmienione stosownie do przyjętych ograniczeń, dokonywany jest arbitralnie.

3. Metoda wariantowania dopuszczalnych realizacji projektu

Procedurę wariantowania przedsięwzięć zagrożonych niepowodzeniem przedstawiono na rys. 1.

W pierwszym etapie proponowanej metody szacowany jest czas realizacji czynności z wykorzystaniem modelu ekonometrycznego i/lub wiedzy eksperta. Jeżeli czynności planowanego przedsięwzięcia nie są niepowtarzalne, tzn. realizowano w przeszłości projekty o podobnym charakterze, wówczas do oszacowania czasu realizacji tych czynności wykorzystuje się liniowy model ekonometryczny. W przypadku czynności niepowtarzalnych ekspert określa planowany czas realizacji czynności. Połączenie tych dwóch podejść następuje przez przedstawienie wyników z wykorzystaniem formalizmu zbiorów rozmytych, a mianowicie w postaci dyskretnych α -przekrojów. Do opisu czasu realizacji czynności można wówczas przyjąć



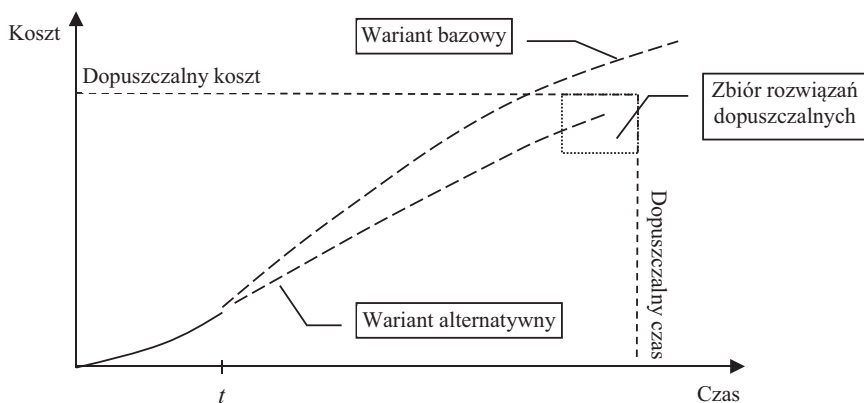
Rys. 1. Procedura wariantowania przedsięwzięć zagrożonych niepowodzeniem

Źródło: opracowanie własne.

trójkątne funkcje przynależności. Szerokość podstawy zbioru rozmytego można wyznaczyć z wykorzystaniem oceny wariancji składnika losowego, natomiast środkowi zbioru rozmytego odpowiada wartość teoretyczna określona z wykorzystaniem modelu ekonometrycznego.

Po ustaleniu czasu realizacji czynności wyznaczany jest harmonogram dla przyjętych ograniczeń (podejście *a priori*). W przypadku gdy dla przyjętych ograniczeń nie istnieje harmonogram (np. prognozowany koszt realizacji przedsięwzięcia przewyższa dostępne środki pieniężne w przedsiębiorstwie), wówczas z wykorzystaniem podejścia *a posteriori* następuje określenie wartości zmiennych decyzyjnych zapewniających realizację przedsięwzięcia. Określenie zmiennych decyzyjnych, których wartości zostają zmienione, aby nie przekroczyć przyjętych ograniczeń, czy ewentualne dodanie nowych ograniczeń, jest uzależnione od rozważanego problemu. Jeśli został wyznaczony wieloelementowy zbiór rozwiązań, wówczas warianty oceniane są zgodnie z przyjętym kryterium, dotyczącym na przykład minimalizacji czasu czy kosztu realizacji wariantu.

Jako przykład ilustrujący ideę proponowanego podejścia wybrano funkcjonalność dotyczącą szacowania kosztów. Na rysunku 2 przedstawiono przykładowy wariant alternatywny przedsięwzięcia wyznaczony w czasie t , gdy prognoza wskazuje przekroczenie przyjętych ograniczeń przez wariant bazowy.



Rys. 2. Planowane trajektorie dla bazowego oraz alternatywnego wariantu przedsięwzięcia

Źródło: opracowanie własne.

Zbiór rozwiązań dopuszczalnych zależy od ograniczeń kolejnościowych realizacji czynności oraz horyzontu przedsięwzięcia, a w konsekwencji od istniejącego zapasu czasu, a także od ograniczenia związanego z wielkością zasobów finansowych. Jeżeli prognoza kosztu przekracza przyjęte ograniczenie finansowe (wariant bazowy), następuje wówczas sprawdzenie, czy istnieje wariant alternatywny dokończenia przedsięwzięcia, spełniający przyjęte ograniczenia (czasowe i finansowe).

4. Przykład

Przykład dotyczy szacowania czasu realizacji czynności nieunikalnych z wykorzystaniem danych obejmujących zakończone projekty, jak również definiowania otrzymanych ocen jako liczb rozmytych zapisanych w postaci dyskretnych α -przekrojów. Tak wyrażone czasy realizacji czynności przedsięwzięcia z wykorzystaniem technik programowania całkowitoliczbowego służą do sprawdzenia, czy istnieje harmonogram projektu spełniający przyjęte założenia. Wariantowanie przedsięwzięć zagrożonych niepowodzeniem sformułowane jako problem typu *a priori* oraz *a posteriori* zostało dokładniej przedstawione w [Relich 2011].

4.1. Szacowanie czasu realizacji czynności nieunikatowych

Przedsięwzięcie dotyczy wdrożenia systemu informatycznego klasy ERP i składa się z sześciu czynności:

A1. analiza realizowanych procesów biznesowych oraz systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie zleceniodawcy, obecnego stanu infrastruktury informatycznej, struktur baz danych;

A2. instalacja nowego oprogramowania, wstępna konfiguracja oraz jego testowanie;

A3. dopasowanie standardowych ustawień oprogramowania do wymagań klienta;

A4. kustomizacja przeprowadzona zgodnie z nietypowymi wymaganiami klienta;

A5. opracowanie sposobu migracji danych do bazy danych nowego oprogramowania; konfiguracja finalna oprogramowania oraz jego testowanie;

A6. szkolenie użytkowników systemu informatycznego.

Przedsiębiorstwo wdrażające przedsięwzięcie zrealizowało w przeszłości kilka podobnych projektów, a zgromadzona dokumentacja zawiera m.in. dane dotyczące liczby:

X1. funkcjonalności (modułów) systemu ERP zamówionych przez zleceniodawcę,

X2. dodatkowych funkcjonalności wymaganych przez zleceniodawcę, a niezawartych w standardowej wersji systemu ERP,

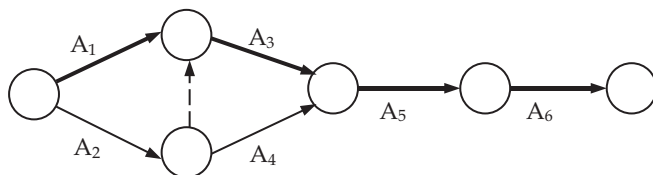
X3. pracowników zleceniodawcy do przeszkolenia (użytkowników końcowych systemu),

X4. pracowników przedsiębiorstwa oddelegowanych do wdrożenia systemu,

X5. równoległe realizowanych projektów.

Do ustalenia zależności pomiędzy liczbą dni potrzebnych na wykonanie j -tej czynności (y_j) a wyżej wymienionymi danymi (zmiennie objaśniające – X) wybrano liniowy model ekonometryczny. Dla każdej czynności określono osobny model, którego estymatory parametrów strukturalnych zostały wyznaczone na podstawie funkcji REGLINP programu MS Excel. Rozważany projekt można opisać w postaci następującej sekwencji: $X = (20, 5, 30, 3, 2)$. Po podstawieniu tych wartości do wyznaczonych modeli ekonometrycznych planowane czasy trwania poszczegół-

nych czynności, zaokrąglone do całości (dni), można wyrazić w postaci sekwencji: $T = (20, 6, 20, 28, 20, 55)$. Sieć czynności rozważanego przedsięwzięcia przedstawiono na rys. 3.



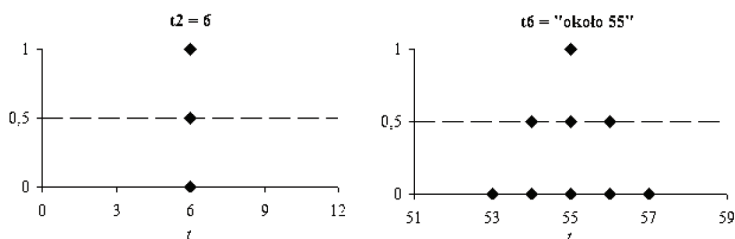
Rys. 3. Sieć czynności przedsięwzięcia

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 3 pogrubioną linią zaznaczono ścieżkę krytyczną projektu o czasie realizacji równym 115 dni. Jest to wartość mieszcząca się w wymaganym przez klienta 4-miesięcznym okresie wdrożenia przedsięwzięcia (120 dni). Ograniczenia kolejnościowe czynności wynikające ze struktury przedsięwzięcia można zapisać następująco: $C_1: s_3 \geq s_1 + t_1$, $C_2: s_3 \geq s_2 + t_2$, $C_3: s_4 \geq s_2 + t_2$, $C_4: s_5 \geq s_3 + t_3$, $C_5: s_5 \geq s_4 + t_4$, $C_6: s_6 \geq s_5 + t_5$.

4.2. Szacowanie czasu realizacji czynności niepowtarzalnych

Czasy realizacji czynności niepowtarzalnych zostają określone przez eksperta w postaci liczb rozmytych. Ze względu na charakter rozważanego problemu liczby te są następnie zapisane w postaci dyskretnych α -przekrojów. Należy zaznaczyć, że również czasy realizacji czynności nieunikatowych (wyznaczone z wykorzystaniem modelu ekonometrycznego) można wyrazić w postaci α -przekrojów. Czynności nieunikatowych charakteryzujące się nieznaczną wartością wariancji składnika losowego można zapisać w postaci singletonów, natomiast te o wariancji przekraczającej przyjętą wartość graniczną – w postaci trójkątnej funkcji przynależności. Przykład graficznej reprezentacji czasu realizacji czynności w postaci trzech α -przekrojów przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Czas trwania czynności w postaci α -przekrojów

Źródło: opracowanie własne.

Wyrażenie czasu realizacji czynności w postaci α -przekrojów umożliwi również sprawdzenie, jaka część wartości z przedziału liczby rozmytej spełnia przyjęte ograniczenia. Informacja ta może zostać następnie wykorzystana do oszacowania stopnia pewności zakończenia przedsięwzięcia w danym terminie [Relich 2012]. Należy zaznaczyć, że działania arytmetyczne na liczbach rozmytych można również definiować przez działania na ich α -przekrojach [Łęski 2008].

4.3. Pytania rutynowe formułowane dla podejścia *a priori*

Szukana jest odpowiedź na pytanie: czy istnieje, a jeżeli tak, to jaką ma postać, harmonogram realizacji czynności, gwarantujący ukończenie przedsięwzięcia w rozważanym horyzoncie H oraz spełniający ograniczenia zasobowe przedsiębiorstwa? Pytanie należy do klasy pytań *a priori*, a odpowiedź wiąże się z wyznaczeniem wartości terminów rozpoczęcia czynności $S = (s_1, s_2, \dots, s_6)$, gdzie $0 \leq s_j < 120$.

Jako środowisko programistyczne umożliwiające implementację modelu referencyjnego wybrano program Oz Mozart, należący do klasy języków programowania z ograniczeniami. Pierwsze rozwiązanie dopuszczalne można zapisać w postaci następującej sekwencji $S = (0, 0, 20, 6, 40, 60)$.

W przypadku gdy zbiór rozwiązań dopuszczalnych jest pusty (nie istnieje harmonogram spełniający wszystkie przyjęte ograniczenia), proponuje się przeformułować rozważany problem do postaci wnioskowania *a posteriori*. Problem sprowadza się wówczas do odpowiedzi na pytanie: czy istnieje, a jeżeli tak, to jaka alokacja zasobów przedsiębiorstwa pozwala zakończyć realizację przedsięwzięcia w wymaganym terminie? W przypadku otrzymania zbioru rozwiązań dopuszczalnych każdy wariant można oceniać według takich kryteriów, jak np. minimalizacja czasu i/lub kosztu realizacji projektu.

5. Zakończenie

W przypadku projektów wykonywanych na zlecenie klienta błędne oszacowanie nakładów czy terminów realizacji projektu może skutkować naliczeniem kar uzgodnionych w umowie czy pokrywaniem kosztów ze środków własnych przedsiębiorstwa. Niewłaściwa decyzja może pogorszyć płynność finansową przedsiębiorstwa lub nawet doprowadzić do jego bankructwa. W tej sytuacji niezmiernie istotne wydaje się wsparcie kierownika projektu w procesie podejmowania decyzji.

Przedstawiony model referencyjny projekt–przedsiębiorstwo charakteryzuje się otwartą strukturą uwzględniającą różne rodzaje zmiennych i ograniczeń. Umożliwia on również formułowanie problemu planowania projektu i stawiania pytań rutynowych typu: „co wynika z przesłanki?” (wnioskowanie *a priori*) oraz „co implikuje konkluzję?” (wnioskowanie *a posteriori*). Do deklaratywnego opisu problemu można wykorzystać techniki programowania z ograniczeniami, które ułatwiają budowę systemu wspomagania decyzji.

Proponowane podejście umożliwia łączenie informacji numerycznej w postaci danych uczących (wykorzystywanych m.in. do estymacji parametrów modelu ekonometrycznego) z informacją lingwistyczną (pochodzącą od eksperta). Pozwala również na wyrażenie danych w sposób precyzyjny (w postaci singletonów) oraz w postaci liczb rozmytych. Dzięki temu możliwe jest uwzględnienie nieprecyzyjnego charakteru oceny zakończenia poszczególnych czynności przedsięwzięcia. Proponowane rozszerzenie modelu decyzyjnego jest konkurencyjne w odniesieniu do rozwiązań stosowanych w tradycyjnych metodach wyznaczania ścieżek krytycznych (CPM, CPM/COST czy PERT).

Do zalet proponowanego podejścia można zaliczyć możliwość charakterystyki przedsiębiorstwa oraz obszaru zarządzania projektem w postaci jednej bazy wiedzy. Ponadto w przedstawionym podejściu istnieje możliwość uzyskania zbioru rozwiązań dopuszczalnych, co jest szczególnie atrakcyjne przy braku możliwości kontynuowania projektu w pierwotnej postaci i wspomaga decydenta przy wyborze wariantu alternatywnego przedsięwzięcia. Do dalszych badań można zaliczyć rozwinięcie zadaniowo zorientowanych strategii przeszukiwania przestrzeni rozwiązań, których implementacja mogłaby ułatwić decydentowi korzystanie z systemu wspomagania decyzji.

Literatura

- Jakábová M., Rybanský R., *Project management certification in the company*, "INTERCATHEDRA" 2010, no 26, s. 30-33.
- Kerzner H., *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, tenth ed. John Wiley and Sons, New York 2009.
- Koenig D., *Project rescuing*, "PM Network" 2006, vol. 1, s. 64-68.
- Łęski J., *Systemy neuronowo-rozmyte*, WNT, Warszawa 2008.
- Rakitin S., *Creating accurate estimates and realistic schedules*, "SQP" 2002, vol. 4, s. 30-36.
- Relich M., *Project prototyping with application of CP-based approach*, "Management" 2011, vol. 15, s. 364-377.
- Relich M., *An evaluation of project completion with application of fuzzy set theory*, "Management" 2012, vol. 16, s. 216-229.
- Rossi F., Van Beek P., Walsh T., *Handbook of Constraint Programming*, first ed., Elsevier Science, 2006.
- Shore B., *Systematic biases and culture in project failures*, "Project Management Journal" 2008, vol. 39, s. 5-16.
- Singh R., Keil M., Kasi V., *Identifying and overcoming the challenges of implementing a project management office*, "European Journal of Information Systems" 2009, vol. 18, s. 409-427.
- Szyjewski Z., *Metodyki zarządzania projektami informatycznymi*, Placet, Warszawa 2004.
- Trocki M., Grucza B., Ogonek K., *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2009.
- Turner R., Ledwith A., Kelly J., *Project management in small to medium-sized enterprises: Matching processes to the nature of the project*, "International Journal of Project Management" 2010, vol. 28, s. 744-755.
- Van Roy P., Haridi S., *Concepts, Techniques and Models of Computer Programming*, MIT Press, Massachusetts 2004.

White D., Fortune J., *Current practice in project management – an empirical study*, “International Journal of Project Management” 2002, vol. 20, s. 1-11.

PLANNING OF ALTERNATIVE COMPLETION OF AN IT PROJECT IN DANGER OF FAILURE

Summary: The paper aims to present an approach to seek alternative variants for the completion of an IT project implementation. Planning is conducted using data concerning completed projects and information from experts. The duration of routine activities is estimated with the use of a linear model. In turn, the duration of unique activities is set by experts. Data specification in the form of discrete α -cuts allows combining distinct and imprecise data, and implementing a constraints satisfaction problem with the use of integer programming. In the case that project is at risk of failure, that is the schedule indicates the overrun of a constraint (e.g. temporal, financial), a set of feasible solutions is sought. The implementation of the project-enterprise model in constraint programming techniques enables a decision support system to be built and moderated in an effective way. The system supports the project manager in the case of rescue of a failed project.

Keywords: forecasting of project parameters, constraints satisfaction problem, project monitoring.