

# 7

## ZASADY MODELOWANIA DZIAŁANIA SŁUŻB W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH - ZASTOSOWANIE SYMULACJI PROCESÓW

### 7.1 WPROWADZENIE

Artykuł przedstawia przegląd możliwych metod i narzędzi służących do modelowania działań i symulacji procesów. Są nimi: tablice decyzyjne, drzewo rozkładu i drzewo decyzyjne, diagramy decyzyjne i mapy procesów; notacja BPMN. Ogólna analiza systemu wymaga realizacji czterech kroków postępowania:

- podział systemu na drobne części (analiza systemu),
- łączenie poszczególnych części systemu (projektowanie systemu),
- wewnętrzny związek części (struktury tablic),
- określenie metody rozkładu tablic (języki).

Na podstawie przeprowadzonych badań literaturowych i własnych doświadczeń ze stosowaniem opisywanych w artykule narzędzi i metody symulacji stwierdzono, iż mapy procesu stanowią przydatne narzędzie modelowania z punktu widzenia prezentacji sekwencji zdarzeń, jakie występują w ich przebiegu. W tym świetle notacja BPMN staje się celowa do zastosowania z uwagi na swą przejrzystość, wskazanie poszczególnym działaniom, procesom i decyzjom zróżnicowanych źródeł i zasobów informacji, a także zapewnienie uporządkowanie zapisu; oraz założenia oddzielenia sekwencji działań oraz komunikacji – przepływów informacyjnych.

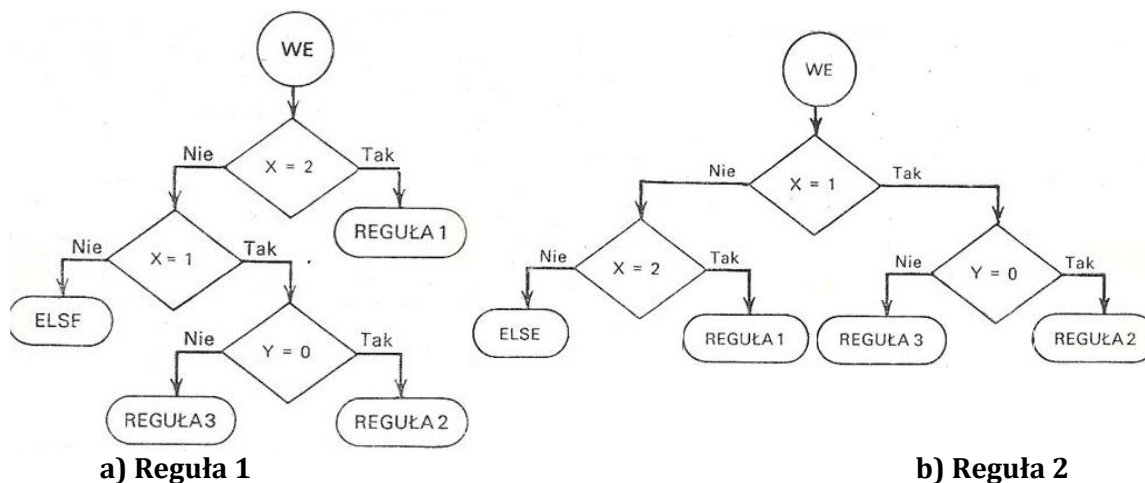
### 7.2 TABLICE DECYZYJNE I DRZEWO ROZKŁADU

Budowa drzewa logicznego reprezentowanego przez warunki tablicy decyzyjnej z rys. 7.1 prowadzącego do wyboru reguł i wykonania związanych z tymi regułami czynności, może być dokonana na kilka różnych sposobów, takich jak: prosta tablica decyzyjna pokazana na rys. 7.1 i pokazana bez podania czynności mogąca być reprezentowana przez dowolną strukturę logiczną, którą pokazują sieci działań na rys. 7.2 i rys. 7.3. Ilustracja z lewej – przedstawia optymalizację czasu wykonywania, gdzie faworyzowana jest reguła 1. Ilustracja z prawej przedstawia optymalizację czasu wykonywania gdzie faworyzowana jest reguła 2. Rozkład ten daje również optymalizację obciążenia pamięci. Na rys. 7.3. przedstawiony został rozkład tablicy decyzyjnej metodą sprawdzenia warunków „od góry do dołu” [8].

ODCINKI...	POZYCJE REGUŁ...		
Y=0	-	T	N
X=1	*	T	T
X=2	T	*	*

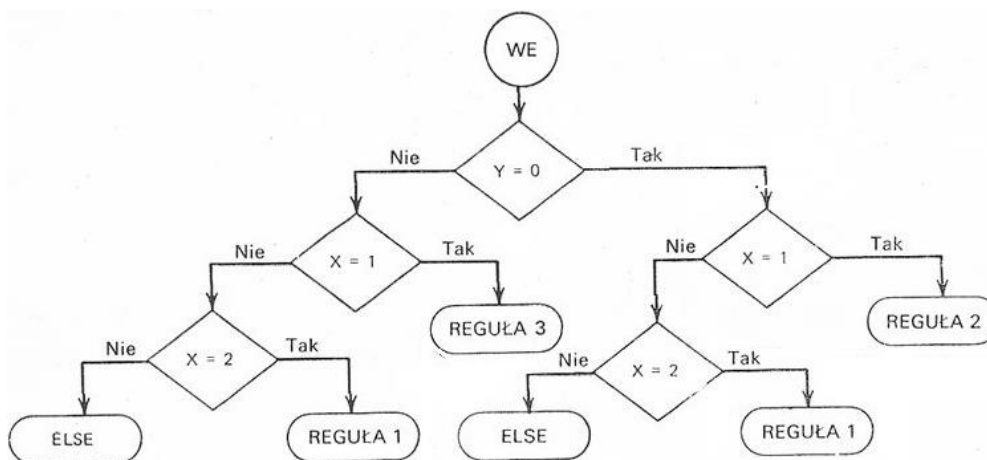
Rys. 7.1 Tablica decyzyjna przed rozkładem

Źródło: [8]



Rys. 7.2 Rozkład reguły faworyzowania

Źródło: [8]



Rys. 7.3 Rozkład metodą sprawdzenia warunków „od góry do dołu”

Źródło: [8]

### 7.2.1 Struktury logiczne tablic decyzyjnych – sieć działań

W niektórych zagadnieniach logicznych mogą być potrzebne całe drzewa tablic decyzyjnych. Budowę struktur logicznych realizuje się w oparciu o tablice decyzyjne. Sieci działań w literaturze angielskojęzycznej nazywane są flowcharts; i odpowiednio tłumaczone/rozumiane jako:

- Flowcharts:
  - diagramy,
  - schematy,
  - schematy blokowe;
- Flow diagram:
  - diagram przepływu,
  - schemat przepływu,
  - schematy blokowe.

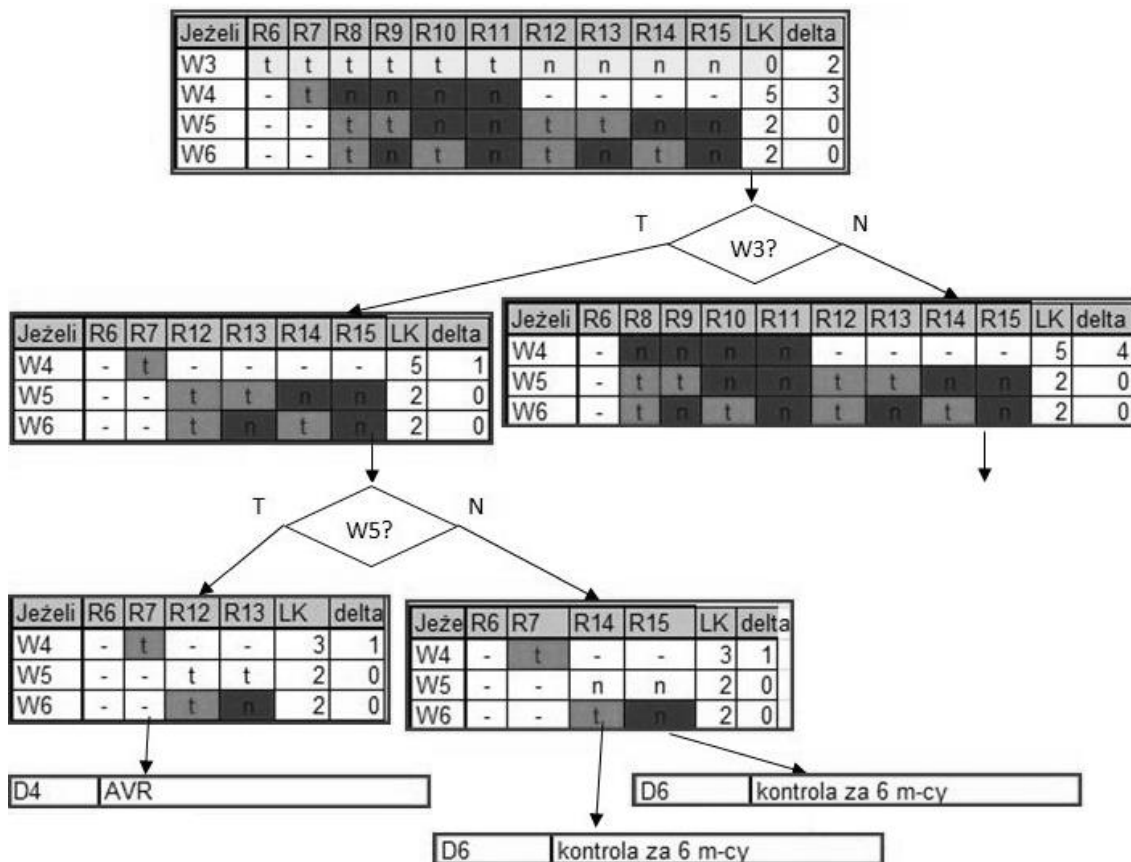
Schemat blokowy (ang. block diagram, flowchart) jest narzędziem nakierowanym na prezentację kolejnych czynności w projektowanym algorytmie. Realizowane jako diagram, na którym procedura, system albo program komputerowy są reprezentowane przez opisane figury geometryczne, połączone liniami zgodnie z kolejnością wykonywania czynności wynikających z przyjętego algorytmu rozwiązania zadania.

Założenia teorii tablic decyzyjnych:

- jednoznaczność wyboru reguły dla tablicy; czyli dowolna możliwa transakcja przechodząca przez daną tablicę powoduje wybór jednej i tylko jednej reguły; zakładając, że występuje reguła ELSE (inaczej);
- jeśli ciągi czynności dla reguł są takie same to istnieje nadmiar;
- gdy ciągi czynności są różne, zachodzi możliwość wykonania dwóch różnych ciągów czynności dla jednej transakcji – to mówimy wtedy o sprzeczności;
- dwie reguły nie będące ani nadmiarowymi, ani sprzecznymi określa się jako wzajemnie niezależne.

### 7.2.2 Drzewo rozkładu tablicy decyzyjnej

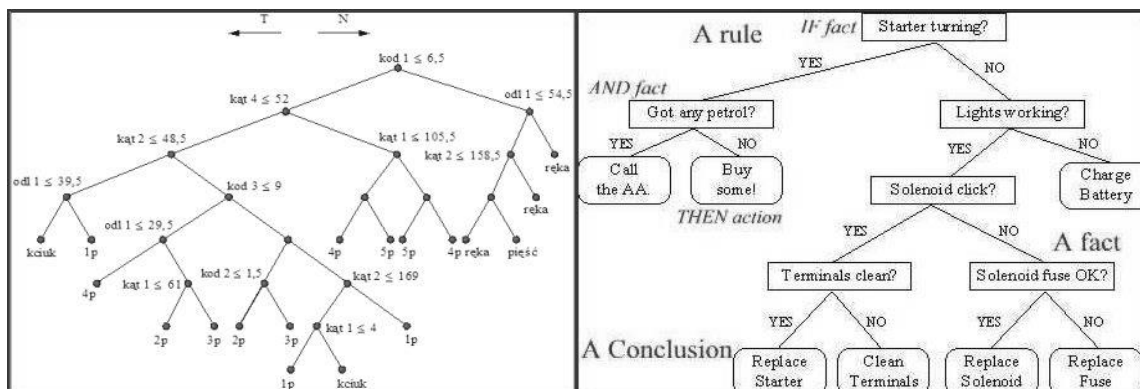
Na rys. 7.4. Przedstawione zostało drzewo rozkładu tablicy decyzyjnej (jak na rys. 7.1) z uwzględnieniem zasad struktury logicznej i założeń teorii tablic decyzyjnych. Drzewo rozkładu przedstawia trzy możliwości wskazania reguł ze względu na warunki: R7 – AVR; R14 – kontrola za 6 miesięcy; R15 – kontrola za 6 miesięcy [3].



Rys. 7.4 Drzewo rozkładu tablicy decyzyjnej

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

Drzewo decyzyjne to graficzna metoda wspomaganie procesu decyzyjnego, stosowana w teorii decyzji. Algorytm drzew decyzyjnych jest również stosowany w uczeniu maszynowym do pozyskiwania wiedzy na podstawie przykładów. Przykłady drzewa decyzyjnego przedstawia rys. 7.5. W teorii decyzji drzewo decyzyjne jest drzewem decyzji i ich możliwych konsekwencji (stanów natury). Zadaniem drzew decyzyjnych może być zarówno stworzenie planu, jak i rozwiązanie problemu decyzyjnego. Metoda drzew decyzyjnych jest szczególnie przydatna w problemach decyzyjnych z licznymi, rozgałęziającymi się wariantami oraz w przypadku podejmowania decyzji w warunkach ryzyka.

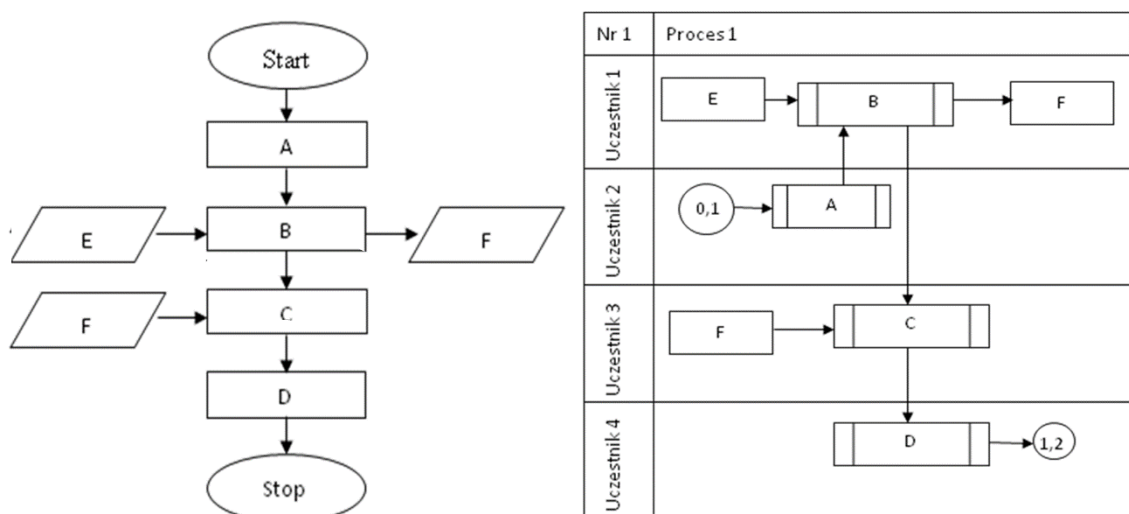


Rys. 7.5 Drzewo decyzyjne jako drzewo decyzji i ich możliwych konsekwencji

Źródło: opracowanie własne

### 7.2.3 Diagramy decyzyjne i mapy procesów

Odmianą drzew decyzyjnych są diagramy decyzyjne (ang. decision diagrams) (rys. 7.6a). Od drzew decyzyjnych różnią się tym, że do danego węzła można dojść więcej niż jedną drogą. Diagramy decyzyjne pozwalają zaoszczędzić pamięć w przypadku bardzo rozbudowanych drzew, w których określone poddrzewa powtarzają się w wielu miejscach. Powoduje to, że są użyteczne w dziedzinach bardziej sformalizowanych (np. w automatycznej analizie poprawności oprogramowania).



Rys. 7.6 Diagram decyzyjny i mapa procesów

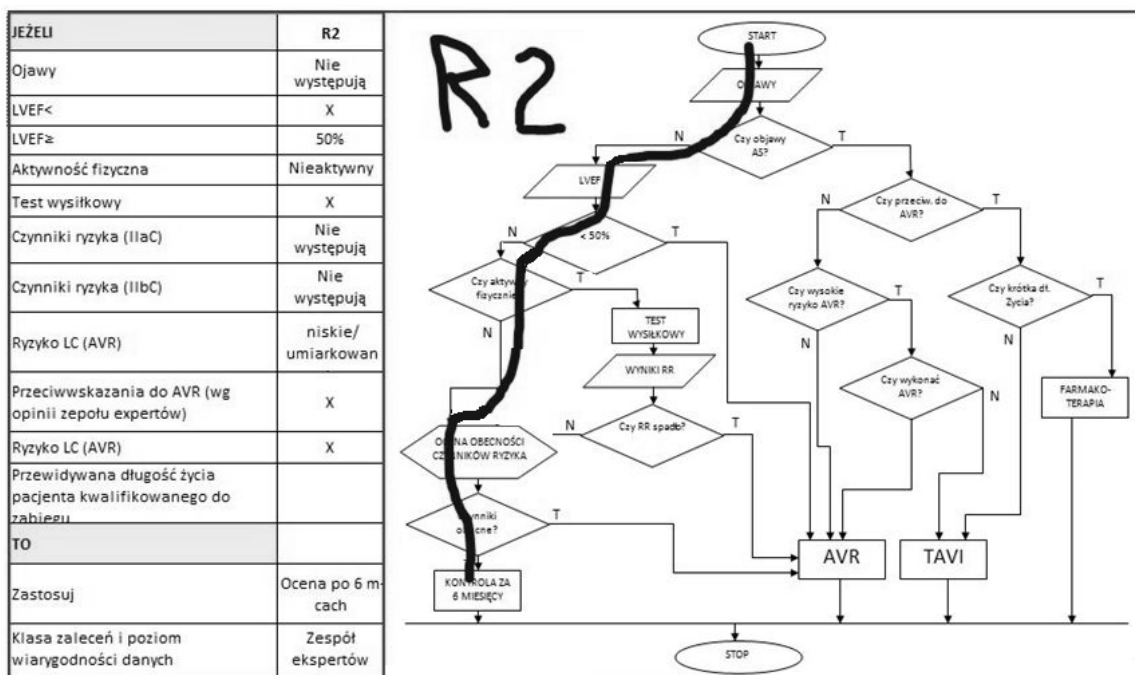
Źródło: opracowanie własne

Schematy blokowe przedstawia w sposób graficzny ciąg działań realizowanych w danym procesie, przepływy informacji, przepływy materiałów itp. Natomiast mapa procesów (rys. 7.6b) przedstawia zaangażowanie poszczególnych składników struktury w realizację zadania/zadań, umożliwiając ocenę tego zaangażowania zarówno w aspekcie koniecznego zasilenia, jak i zaangażowania zasobów własnych. Na rys. 7.7 przedstawiono opis symboli stosowanych w notacji diagramów decyzyjnych i map procesów z uwzględnieniem ich różnic i podobieństw.

Opis	Diagramy decyzyjne	Mapy procesów
Start/stop		
Procedura działania na danych		
Wprowadzenie danych		
Kolejność przepływu informacji i następstwo zdarzeń		
Alternatywa		
Proces		

Rys. 7.7 Diagram decyzyjny i mapa procesów - opis symboli

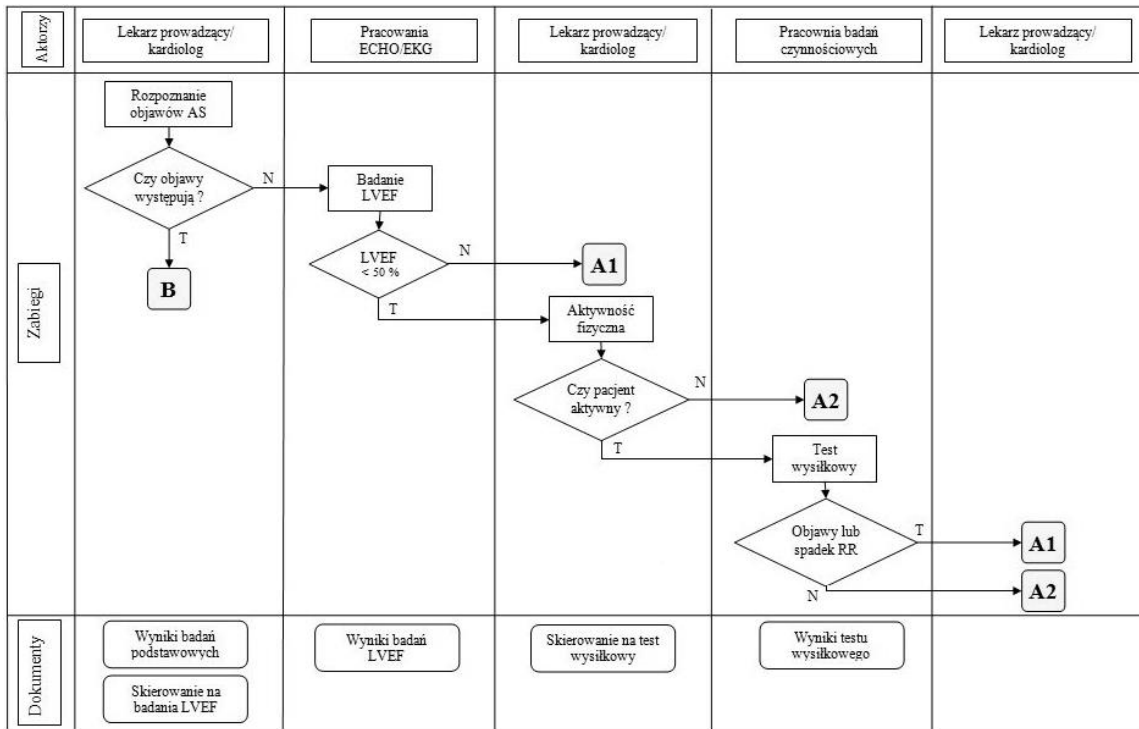
Źródło: opracowanie własne



Rys. 7.8 Zastosowanie metody diagramów decyzyjnych na przykładzie reguły R2

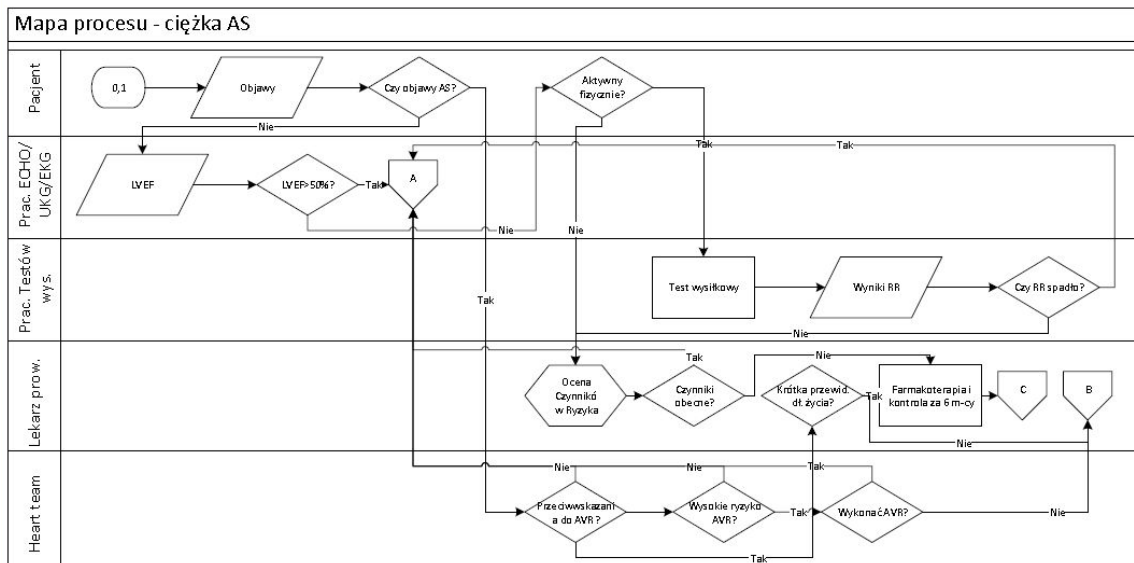
Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

Rys. 7.8 przedstawia zastosowanie diagramu decyzyjnego do popisu i graficznej wizualizacji realizacji reguły; w tym przypadku na przykładzie reguły R2. Z lewej strony rysunku w formie tabeli przedstawiona jest reguła R2; z prawej strony przedstawiony jest adekwatny diagram decyzyjny. Rys. 7.9 przedstawia przykładową mapę procesów. W mapie procesów wyróżnieni są: aktorzy mapy procesów (lekarz prowadzący kardiolog, pracownia ECHO EKG, pracownia badań czynnościowych), zabiegi i dokumenty związane.



Rys. 7.9 Przykładowa mapa procesów

Źródło: opracowanie własne



Rys. 7.10 Przykładowa mapa procesów - ciężka AS

Źródło: opracowanie własne

Rys. 7.10 przedstawia przykładową mapę procesów. W mapie procesów wyróżnione są następujący aktorzy mapy procesów: pacjent, pracownia ECHO UKG EKG, pracownia testów wysiłkowych, lekarz prowadzący, heart team, laboratorium. Nie zastały w tej mapie procesów wyodrębnione dokumenty związane – w odróżnieniu do przykładu mapy procesów z rys. 7.9.

### 7.3 ZAŁOŻENIA MODELOWANIA (PRZYCZYNA – SKUTEK) – SPECYFIKACJA BPMN

Business Process Model and Notation, BPMN (Notacja i Model Procesu Biznesowego) to graficzna notacja służąca do opisywania procesów biznesowych. Dużą zaletą tej notacji jest jej jednoznaczność, przydatność zarówno do opisów procesów na potrzeby oprogramowania klasy ERP, jak i Workflow. Do podstawowych kategorii elementów graficznych BPMN należą:

- elementy aktywne – przepływu (ang. flow objects),
- połączenia (ang. connecting objects),
- miejsca realizacji procesu (ang. swimlanes),
- artefakty (ang. artifacts).

Artefakty to elementy graficzne nie będące elementami przepływu. Służą do umieszczania informacji uzupełniających. W BPMN są zdefiniowane trzy artefakty: dane, adnotacje i grupy; oraz można zdefiniować dodatkowe własne artefakty.

BPMN opisuje trzy podstawowe typy procesów:

- proces wewnętrzny – prywatny, ang. private (internal) business process;
- proces publiczny – wychwytyjący, ang. abstract – public;
- proces kooperacji – współpracy, ang. B2B collaboration – global process.

Standard BPMN – Business Process Model and Notation nazywany często notacją BPMN jest obecnie najpopularniejszym narzędziem do specyfikowania i opisu procesów biznesowych. BPMN jest opracowany przez Object Management Group – OMG. Zaletą jest to, że standard BPMN z jednej strony umożliwia opisywanie procesów w sposób zrozumiały dla zwykłych użytkowników a z drugiej strony pozwala na bardzo dokładne opisywanie procesów na poziomie technicznym i skierowany jest do użytkowników biznesowych monitorujących procesy i zarządzających nimi a także dla analityków prowadzących biznesowe analizę procesów a także dla programistów odpowiedzialnych za techniczną implementację. Ta cecha jest wskazana do powiązania cech jak wykorzystanie potencjału systemów informatycznych, zasobów organizacji (sił i środków) do uzyskania przewagi konkurencyjnej na rynku. Podstawowym powodem modelowania procesów jest zrozumienie modelowanych procesów i zautomatyzowanie ich; oraz ich zmiana.

Można wyróżnić trzy poziomy szczegółowości modelu notacji BPMN, poziomy te dotyczą modeli procesów biznesowych [1]:

- model poglądowy – służący jedynie do przedstawienia ogólnego przebiegu procesu biznesowego, bez konieczności wnikania w zagadnienia techniczne;
- model analityczny – służący do oceny rozmiaru działań niezbędnych do opracowania i wdrożenia procesu w postaci wykonywalnej;

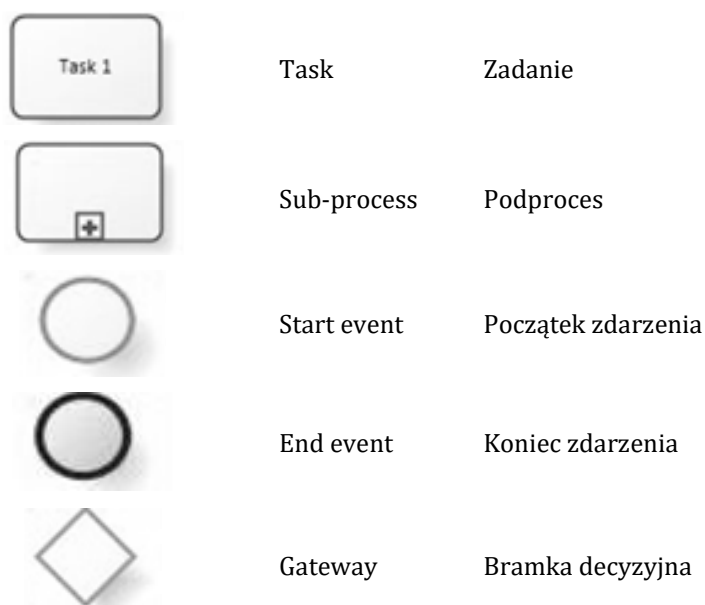
- model wykonywalny – służący do precyzyjnego opisanie procesu wykonywalnego a więc zdefiniowane są wszystkie jego części składowe.

Modelowanie procesów biznesowych zazwyczaj związane jest z potrzebą graficznej reprezentacji procesów biznesowych. Celem przedstawienie procesów biznesowych w postaci graficznej jest ich archiwizacji oraz w następnym kroku optymalizacja. W związku z powyższym, w pierwszym etapie modelowania procesów biznesowych jest konieczna znajomość struktury całej organizacji, oraz określenie celu wszystkich procesów, ich zasobów oraz – co istotne z punktu widzenia graficznej reprezentacji – przyjęcie określonej i jednoznacznej notacji. Zdefiniowana notacja będzie użyta do modelowania wszystkich procesów biznesowy [1].

### 7.3.1 Symbole graficzne notacji BPMN [1]

Omawiana notacja BPMN posiada skończony i jednoznacznie zdefiniowany zestaw graficznych symboli użytych do wspomagających modelowanie procesów biznesowych. Elementy graficzne notacji BPMN można podzielić na cztery podstawowe grupy graficzne:

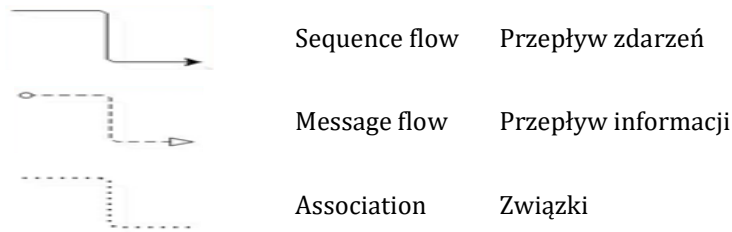
- obiekty związane z definiowaniem przepływów procesów, do którego należą: zadanie, podproces, początek i koniec zdarzenia oraz bramka logiczna decyzji (rys. 7.11);
- elementy pozwalające na łączenie elementów modelu w postaci: przepływów zdarzeń, przepływów informacji oraz związków (rys. 7.12);
- obiekty grupujące inne elementy procesu w postaci następującej: zbiornik, tor i kamień milowy (rys. 7.13);
- obiekty rozszerzające, między innymi: informacje wejścia/wyjścia, baza danych, adnotacje i wiele innych (rys. 7.14).



**Rys. 7.11 Elementy graficzne obiektów przepływu w notacji BPMN**

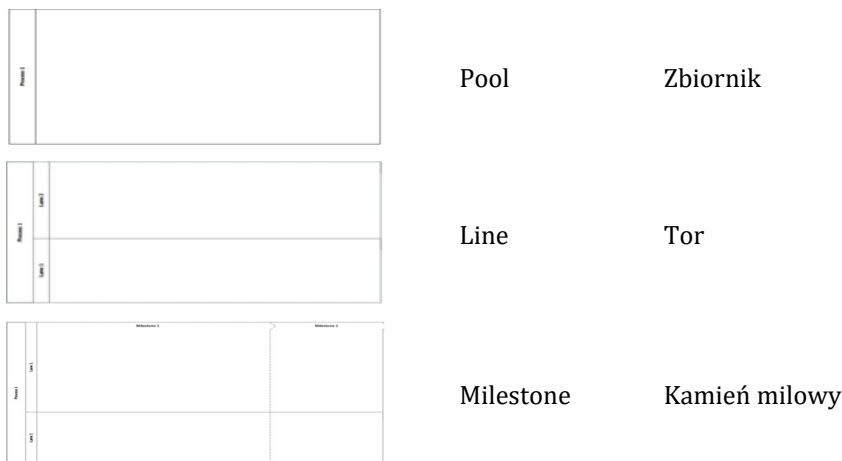
Źródło: opracowanie własne





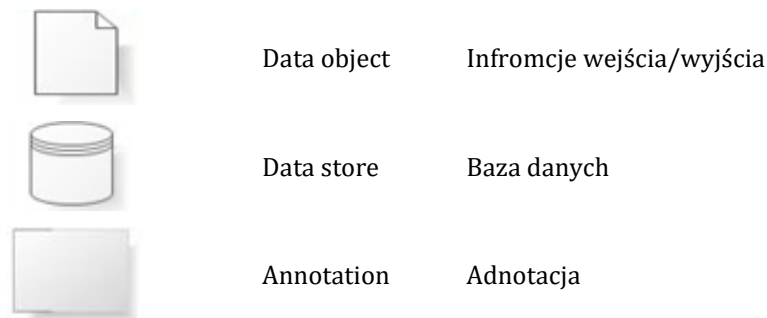
**Rys. 7.12 Elementy graficzne łączące obiekty przepływu notacji BPMN**

Źródło: opracowanie własne



**Rys. 7.13 Elementy graficzne obiektów grupujących notacji BPMN**

Źródło: opracowanie własne



**Rys. 7.14 Elementy graficzne obiektów rozszerzających notacji BPMN**

Źródło: opracowanie własne

### 7.3.2 Definiowanie diagramu w postaci BPMN

Stosując opisaną wyżej notację BPMN możemy zdefiniować diagram BPMN jako złożenie co najmniej jednego POOL (zbiornika) reprezentującego jednego uczestnika procesu (jeden proces). Każdy POOL (zbiornik) może być podzielony w razie konieczności na LINE (tory), jeżeli uczestnik posiada więcej niż jedną funkcję. Dwie funkcje uczestnika dzielą jeden POOL na dwa LINE (rys. 7.15). Dla wyróżnienia w trakcie procesu wyraźnych zmian wprowadza się pojęcie MILESTONE (kamień milowy), którego graficzna reprezentacja została przedstawiona na rys. 7.16.



Rys. 7.15 Diagram BPMN ilustrujący dwa oddzielne tory

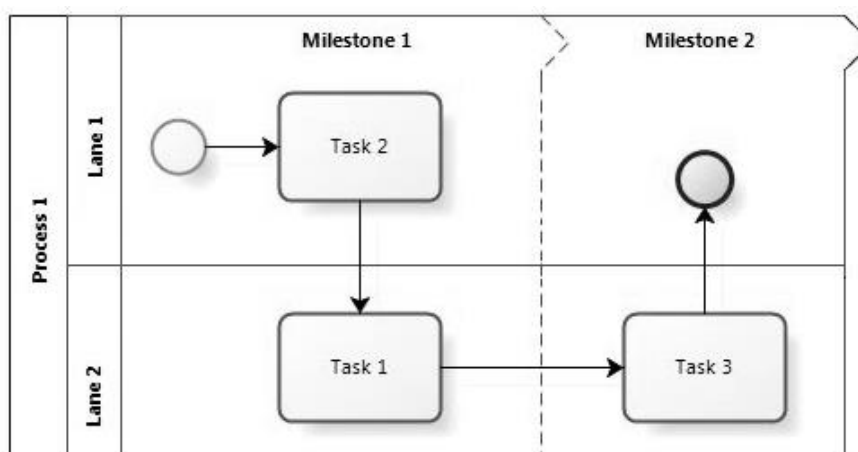
Źródło: opracowanie własne



Rys. 7.16 Proces podzielony na dwa oddzielne tory z wyróżnieniem dwóch kamieni milowych

Źródło: opracowanie własne

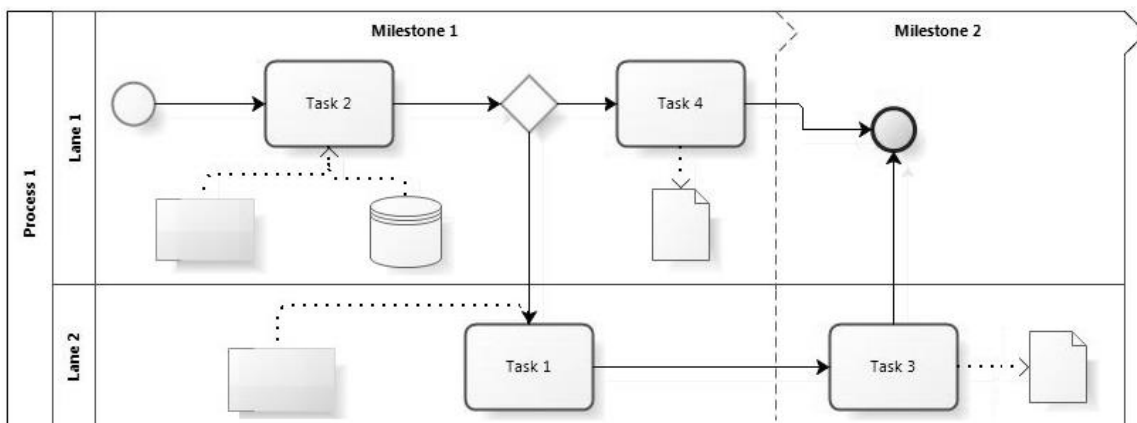
Każdy proces musi zaczynać się co najmniej jednym graficznym znakiem START EVENT (początku zdarzenia) i kończyć co najmniej jednym graficznym znakiem END EVENT (końca zdarzenia). Na proces składają się TASK (zdarzenia). Ilustracją tak prostego przykładu jest rys. 7.17 przedstawiający proces składający się z jednego znaku graficznego START EVENT (początek zdarzenia), trzech następujących po sobie TASK (zdarzeniach) oraz jednego znaku graficznego END EVENT (końca zdarzenia). W tym przykładzie TASK (zdarzenia) połączone są znakiem graficznym SEQUENCE FLOW (przepływu zdarzeń) w postaci strzałki linii ciągłej. Na rysunku zaznaczono w formie graficznej, że na modelowany proces składa się jeden POOL (zbiornik) składający się z dwóch LINE (torów), oraz dodatkowo wyróżniony został MILESTONE (kamień milowy) grupujący TASK 2 i TASK 1 (zdarzenie numer 2 i zdarzenie numer 1) w separacji od TASK 3 (zdarzenia numer 3).



Rys. 7.17 Podstawowe elementy procesu w notacji graficznej BPMN

Źródło: opracowanie własne

Przykład zilustrowany na rys. 7.18 przedstawia bardziej skomplikowany proces niż opisany na rys. 7.17. Jednak należy podkreślić, że jest zaledwie próbą przedstawienia większej złożoności graficznej implemetacji procesu przy zastosowaniu notacji BPMN. Przykład na rys. 7.18 przedstawia proces składający się z jednego znaku graficznego START EVENT (początek zdarzenia), czterech TASK (zdarzeniach) oraz jednego znaku graficznego END EVENT (końca zdarzenia) oraz jedngo znaku GATEWAY (bramka decyzyjna). Wstępują tu również obiekty rozszerzające, takie jak: DATA OBJECT (infromcje wejścia/wyjścia), DATA BASE (baza danych) oraz ANNOTATION (adnotacja). W tym przykładzie TASK (zdarzenia) połączone są znakiem graficznym SEQUENCE FLOW (przepływu zdarzeń) w postaci strzałki linii ciągłej. Obiekty rozszerzające połączone są z poszczególnymi TASK (zdarzeniami) przy pomocy obiektu łączącego: ASSOCIATION (związki) pod postacią graficzną linii punktowej. Na rys. 7.18 zaznaczono w formie graficznej, że na modelowany proces składa się jeden POOL (zbiornik) składający się z dwóch LINE (torów), oraz dodatkowo wyróżniony został MILESTONE (kamień milowy) grupujący TASK 2, TASK 1 i TASK 4 (zdarzenie numer 2, zdarzenie numer 1 i zdarzenie nr 4) wraz z GATEWAY (bramką decyzyjną) w separacji od TASK 3 (zdarzenia numer 3).



Rys. 7.18 Przykład przebiegu procesu w notacji graficznej BPMN

Źródło: opracowanie własne

## PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań literaturowych i własnych doświadczeń ze stosowaniem opisywanych w artykule narzędzi i metody symulacji [2, 4, 5, 6, 7] stwierdzono, iż mapy procesu stanowią przydatne narzędzie modelowania z punktu widzenia prezentacji sekwencji zdarzeń, jakie występują w ich przebiegu. Na podstawie przeprowadzonego studium literatury oraz przedstawionych w artykule przykładów stosowania wyżej wymienionych narzędzi i metod symulacji procesów stwierdza się, że odpowiednim rozwiązaniem może być zastosowanie notacji BPMN z uwagi na to iż notacja ta jest przejrzysta, i umożliwia wskazanie poszczególnym działaniom, procesom i decyzjom zróżnicowanych źródeł i zasobów informacji, a także zapewnia uporządkowanie zapisu. Notacja BPMN również zakłada oddzielenie sekwencji działań oraz komunikacji – przepływów informacyjnych. Z uwagi na obecne trendy w zakresie projektowania systemów

informatycznych, zastosowanie tej notacji umożliwia – poprzez zastosowanie odpowiednich metod i narzędzi – łatwe i sprawne przejście od modelu do aplikacji.

## PODZIĘKOWANIA

Artykuł jest wynikiem badań realizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej, i powstał w ramach pracy statutowej BK-214/ROZ3/2017 (13/030/BK\_17/0027) nt. Sposoby i środki doskonalenia produktów i usług na wybranych przykładach.

## LITERATURA

1. S. Drajewicz. *Zrozumieć BPMN. Modelowanie procesów biznesowych*. Gliwice: Wydawnictwo HELION, 2012. ISBN 978-83-246-3403-3.
2. Ł. Dziemba, S. Senczyna. „Ciągłość procesów decyzyjnych w warunkach kryzysowych weryfikowana modelami symulacyjnymi”. *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. T. 2 (red.) Ryszard Knosala Opole: Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2017, s. 656-666.
3. Ł. Dziemba, T. Szulc, I. Żabińska. „Model procesowy terapii kardiologicznej na przykładzie leczenia stenozy aortalnej. Uwagi metodyczne.” *Zarządzanie innowacjami w produkcji i usługach*. Monografia. (red.) J. Kaźmierczak, J. Bartnicka. Opole: Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2014.
4. Ł. Dziemba. „Dostosowanie narzędzi informatycznych do wspomaganie decyzji w warunkach kryzysu,” *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. T. 2. (red.) R. Knosala. Opole: Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2016, s. 713-724.
5. Ł. Dziemba. „Koncepcja wykorzystania technologii GIS we wspomaganie działań służb ratowniczych dużego zakładu przemysłowego” *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. T. 2. (red.) R. Knosala. Opole: Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2015, s. 678-688.
6. Ł. Dziemba.: „Modelowanie działań służb ratowniczo-porządkowych” III Międzynarodowa Konferencja „Systemy Wspomaganie w Zarządzaniu Środowiskiem” 2006 Słowacja; *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, 2006.
7. Ł. Dziemba. „Zastosowanie technologii GIS w modelowaniu działania służb ratowniczo-porządkowych w kryzysowych sytuacjach ekologicznych” IV Międzynarodowa Konferencja „Systemy Wspomaganie w Zarządzaniu Środowiskiem” 2007 Słowacja; *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, 2007.
8. S. Pollack. *Tablice decyzyjne*, Warszawa: PWN, 1975.

## ZASADY MODELOWANIA DZIAŁANIA SŁUŻB W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH - ZASTOSOWANIE SYMULACJI PROCESÓW

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia przegląd możliwych metod i narzędzi służących do modelowania działań i symulacji procesów. Są nimi: tablice decyzyjne, drzewo rozkładu i drzewo decyzyjne, diagramy decyzyjne i mapy procesów; notacja BPMN. Na podstawie przeprowadzonych badań literaturowych i własnych doświadczeń ze stosowaniem opisywanych w artykule narzędzi i metody symulacji stwierdzono, iż mapy procesu stanowią przydatne narzędzie modelowania z punktu widzenia prezentacji sekwencji zdarzeń, jakie występują w ich przebiegu. W tym świetle notacja BPMN staje się celowa do zastosowania z uwagi na swą przejrzystość, wskazanie poszczególnym działaniom, procesom i decyzjom zróżnicowanych źródeł i zasobów informacji, a także zapewnia uporządkowanie zapisu; oraz założenia oddzielenia sekwencji działań oraz komunikacji – przepływów informacyjnych.

**Słowa kluczowe:** drzewo decyzyjne, diagramy decyzyjne, mapy procesów, notacja BPMN

## PRINCIPLES FOR MODELING THE ACTION OF CRISIS IN THE CRISIS - APPLYING SIMULATION OF PROCESSES

**Abstract:** This article provides an overview of possible methods and tools for modeling activities and simulating processes. These are: decision tables, decomposition tree and decision tree, decision diagrams and process maps; BPMN notation. Based on the literature and their own experience using the tools and simulation methods described in the article, it was found that process maps are useful tools for modeling from the point of view of the sequence of events that occur in their course. Therefore, the BPMN notation is intended to be used for reasons of transparency, indication of the individual actions, processes and decisions of the various sources and information resources, and to ensure that the records are organized; and the assumptions of separation of sequences of activities and communication - information flows.

**Key words:** Decision tree, decision diagrams, process maps, BPMN notation

Dr inż. Łukasz DZIEMBA  
Politechnika Śląska  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
Instytut Inżynierii Produkcji  
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze  
e-mail: Lukasz.Dziemba@polsl.pl

Mgr Jerzy UCHROŃSKI  
Komenda Powiatowa Policji w Bełchatowie  
ul. 1 Maja 7, 97-400 Bełchatów  
e-mail: Jurek143@op.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 15.05.2017  
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 31.05.2017