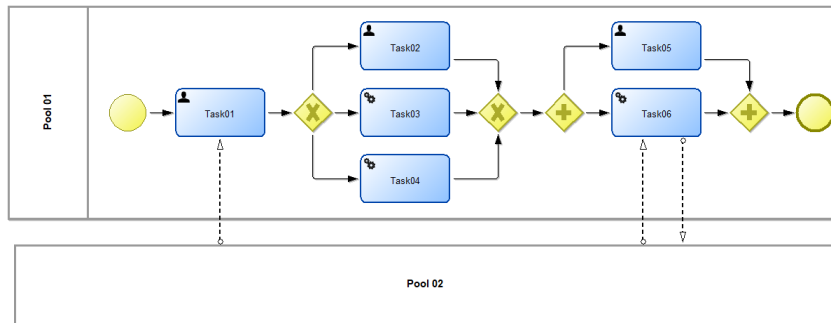


# Modelowanie i symulacja procesów biznesowych



Pojęcia podstawowe  
Modelowanie organizacji  
Podstawowe elementy BPMN

- ❑ Drejewicz, S. – *Zrozumieć BPMN. Modelowanie procesów biznesowych*, wydanie 2 rozszerzone, Helion, Gliwice, 2017
- ❑ Gawin, B., Marcinkowski, B. – *Symulacja procesów biznesowych. Standardy BPMS i BPMN w praktyce*, One Press, Warszawa, 2012
- ❑ Piotrowski M. – *Procesy biznesowe w praktyce. Projektowanie, testowanie i optymalizacja*, Helion, Gliwice, 2014
  
- ❑ Dumas M La Rosa M Mendling J Reijers H A *Fundamentals of Business Process Management*, Springer, 2013, 2018
- ❑ Kossak F., Illibauer C., Gaist V. *et al.* – *A Rigorous Semantics for BPMN 2.0 Process Diagrams*, Springer International Publishing Switzerland, 2014
- ❑ White S.A., Miers D. – *BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN*, Future Strategies Inc., 2008
- ❑ Silver B. – *BPMN Method and Style*, Cody-Cassidy Press, 2009
  
- ❑ <http://schema.omg.org/spec/BPMN/> – oficjalna specyfikacja BPMN

**Modelowanie** – doświadczalna lub matematyczna metoda badań złożonych układów, zjawisk i procesów na podstawie konstruowanych modeli. Modelowanie doświadczalne opiera się na podobieństwie fizycznym i wykorzystuje układy, rządzone przez podobne prawa. Modelowanie matematyczne polega na tworzeniu modeli matematycznych i wykorzystaniu aparatu matematycznego do ich analizy.

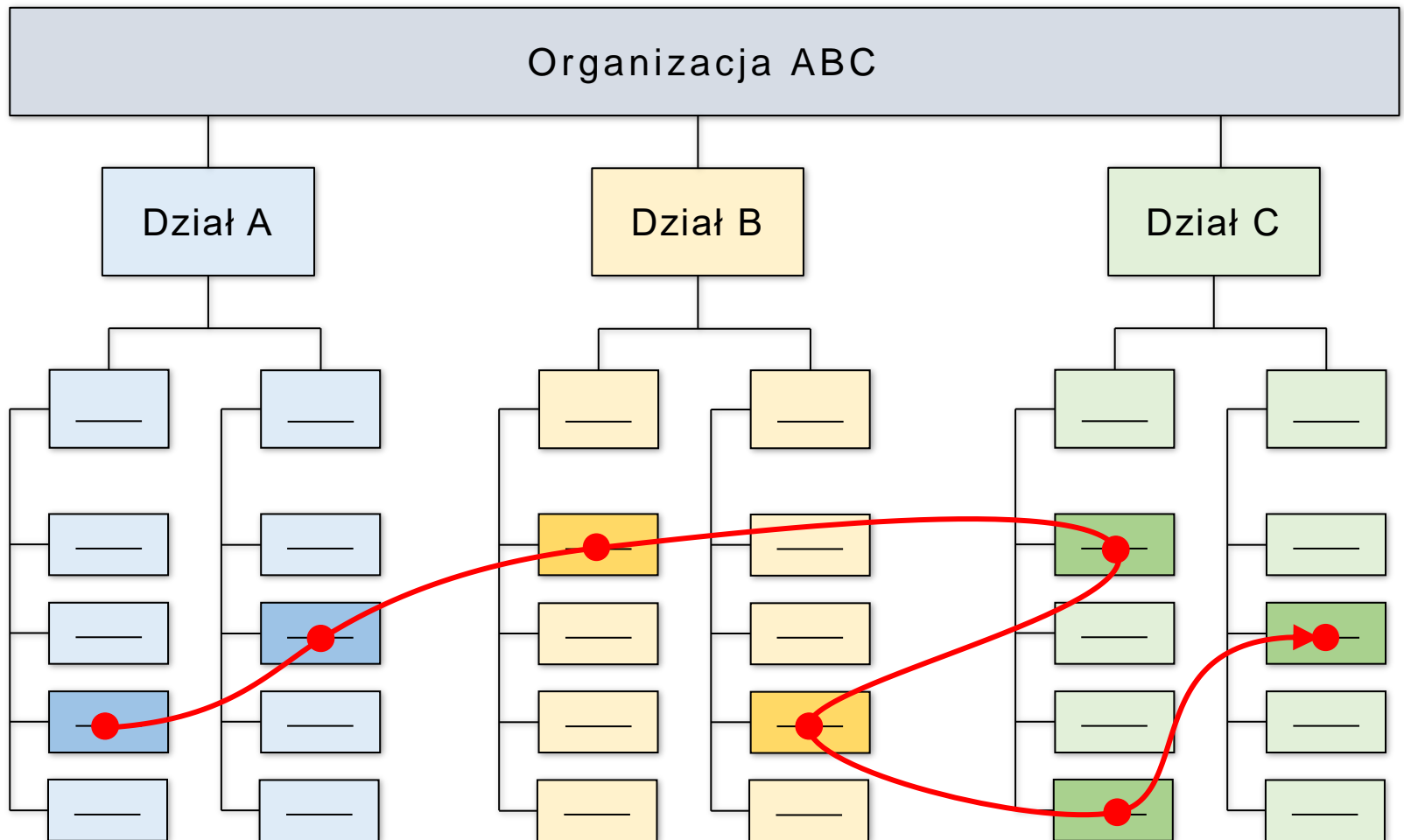
**Model** (model nominalny) – układ założeń przyjmowanych w danej nauce w celu ułatwienia rozwiązania danego problemu badawczego; model teoretyczny – określenie modelu nominalnego zbudowanego jako hipotetyczna konstrukcja myślowa, będąca uproszczonym obrazem badanego fragmentu rzeczywistości, w którym eliminuje się cechy, relacje lub inne elementy nieistotne dla danego celu.

## Metody modelowania organizacji

**Podejście funkcjonalne** (pionowe, liniowe) – orientacja nastawiona na strukturę funkcjonalną organizacji, działania nastawione na realizację poszczególnych funkcji (np. finanse, marketing, itp.).

**Podejście procesowe** (horyzontalne) – organizacja postrzegana jest jako całość, praca poszczególnych komórek organizacyjnych jest od siebie zależna i skupia się na wykonaniu poszczególnych procesów realizowanych przez organizację.

# Przebieg procesów w organizacji



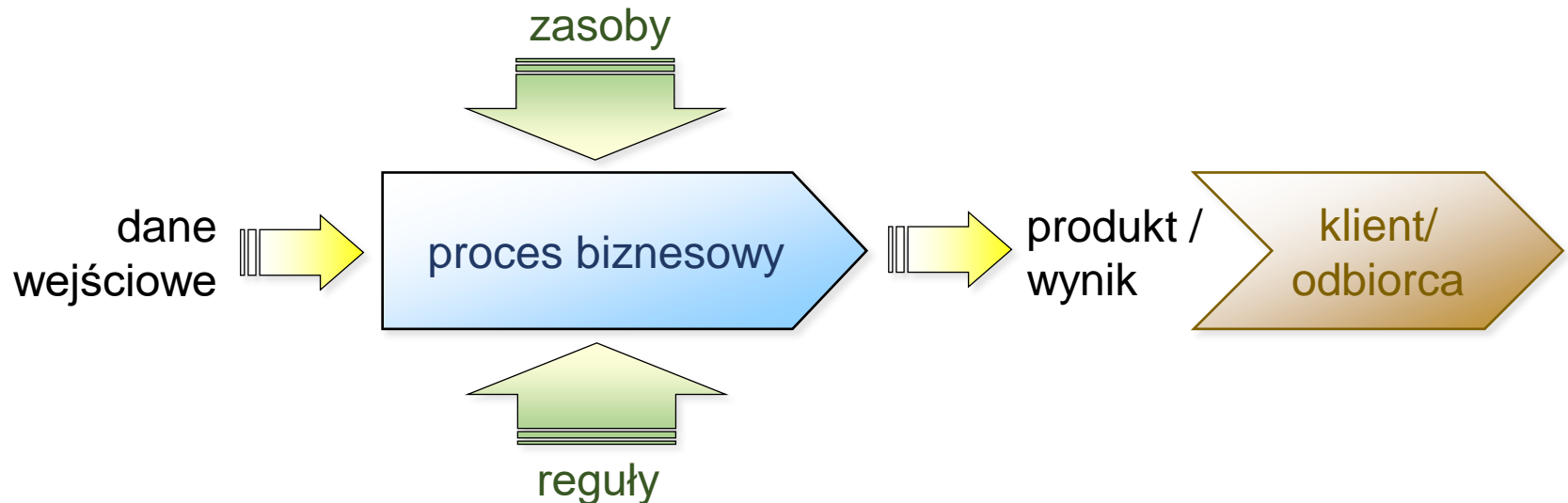
Pracownik wykonuje tylko swoją (niewielką) część procesu – należy zapewnić kontrolę nad całością przebiegu.

# Proces, proces biznesowy

*Norma ISO 9000:2000:*

**Proces** – zbiór działań wzajemnie powiązanych lub wzajemnie oddziałujących, które przekształcają wejścia w wyjścia.

**Proces biznesowy** – zbiór powiązanych ze sobą czynności, które przekształcają wejścia w wyjścia według określonych reguł, w oparciu o określone zasoby i w efekcie prowadzą do realizacji celów biznesowych organizacji. Proces charakteryzowany jest poprzez określenie danych wejściowych, danych wyjściowych, zasobów, reguł i ograniczeń.



# Modelowanie procesów biznesowych

---

**Modelowanie procesów biznesowych** (*Business Process Modeling*) to działania związane z transformacją wiedzy o funkcjonowaniu organizacji w modele realizowanych przez nią procesów. Prowadzi do odwzorowania rzeczywistych procesów za pomocą przyjętego zestawu symboli.

**Mapa procesów** – pokazuje wszystkie procesy realizowane wewnątrz organizacji oraz zależności pomiędzy nimi, nie opisuje szczegółów poszczególnych procesów.

**Model procesu** – obrazuje funkcjonowanie pojedynczego procesu, nie opisuje zależności pomiędzy procesami, nie pozwala na analizę otoczenia procesów.

**Notacja** – określony zestaw symboli oraz zasad ich użycia, służący do zobrazowania przebiegu procesu i innych związanych z nim elementów. Cechy dobrej notacji:

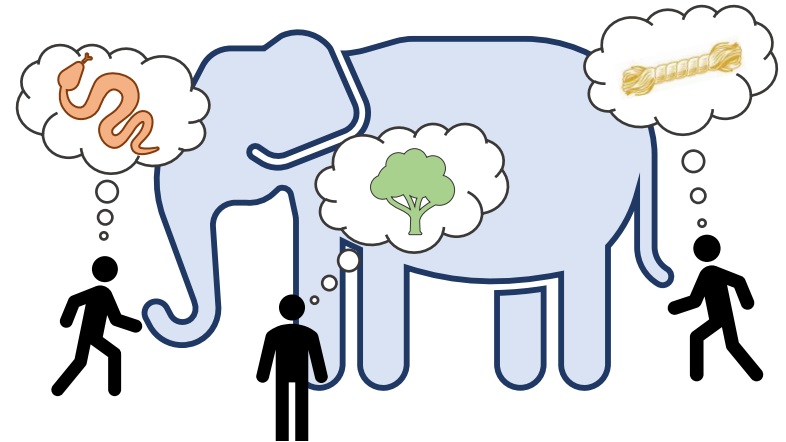
- jednoznaczna,
- pozwala na wykonanie kontroli poprawności,
- zrozumiała dla wszystkich partnerów,
- nie ogranicza modelu,
- przekazuje wystarczającą ilość informacji.

*Notacja powinna być zgodna z ogólnie przyjętym standardem*



# Powody modelowania procesów

- ❑ Zrozumienie zasad funkcjonowania organizacji (postrzeganie organizacji jako całość).
- ❑ Identyfikacja procesów realizowanych w organizacji.
- ❑ Dokumentacja realizowanych procesów.
- ❑ Analiza efektywności.
- ❑ Optymalizacja realizowanych procesów.
- ❑ Wsparcie zmian zachodzących w organizacji.
- ❑ Symulacja procesów biznesowych.
- ❑ Realizacja i monitoring przebiegu pracy (automatyzacja pracy).



# BPMN – Business Process Model and Notation

---

**BPMN** – standard graficznej notacji powszechnie przyjęty w produktach związanych z modelowaniem procesów biznesowych. BPMN definiuje wygląd procesu, kolejność i połączenia pomiędzy jego elementami. Notacja została opracowana przez BPMI (***B**usiness **P**rocess **M**anagement **I**nitiative*), od roku 2005 jest rozwijana przez OMG (***O**pen **M**anagement **G**roup*).

**OMG** – konsorcjum non-profit powstałe w 1989 roku (m.in. Hewlett-Packard, IBM, Aple, Sun), którego misją jest opracowanie standardów technologicznych i przemysłowych. Pierwotnie powołane w celu standaryzacji rozproszonych systemów zorientowanych obiektowo, obecnie skupia się na modelowaniu (programów, systemów i procesów biznesowych).

## Cechy BPMN

- dedykowana do modelowania procesów biznesowych
- zgodna z architekturą SOA (*Service-Oriented Architecture*)
- precyzyjnie zdefiniowana, jednoznaczna i spójna
- pozwala na modelowanie skomplikowanych procesów
- wspierana przez kilkadziesiąt narzędzi



- ❑ **Diagram procesów** (*Process Diagram*) – podstawowy diagram notacji, opisuje sekwencję działań wykonywanych w ramach organizacji dla osiągnięcia ustalonego celu (pokazuje przebieg pojedynczego procesu biznesowego);
- ❑ **Diagram współpracy/kooperacji/kolaboracji** (*Collaboration Diagram*) – opisuje współpracę pomiędzy dwoma lub więcej uczestnikami procesu biznesowego; uwzględnia wymianę komunikatów, szczegóły realizowanego procesu mogą, ale nie muszą być prezentowane;
- ❑ **Diagram konwersacji** (*Conversation Diagram*) – opisuje interakcje pomiędzy wieloma uczestnikami prezentując przestrzeń biznesową, w której są realizowane procesy; uwzględnia wymianę grup komunikatów (konwersacje) pomiędzy poszczególnymi uczestnikami, szczegóły procesów mogą, ale nie muszą być prezentowane;
- ❑ **Diagram choreografii** (*Choreography Diagram*) – pokazuje sekwencję interakcji pomiędzy uczestnikami procesu biznesowego.

# Poziomy modelowania w BPMN

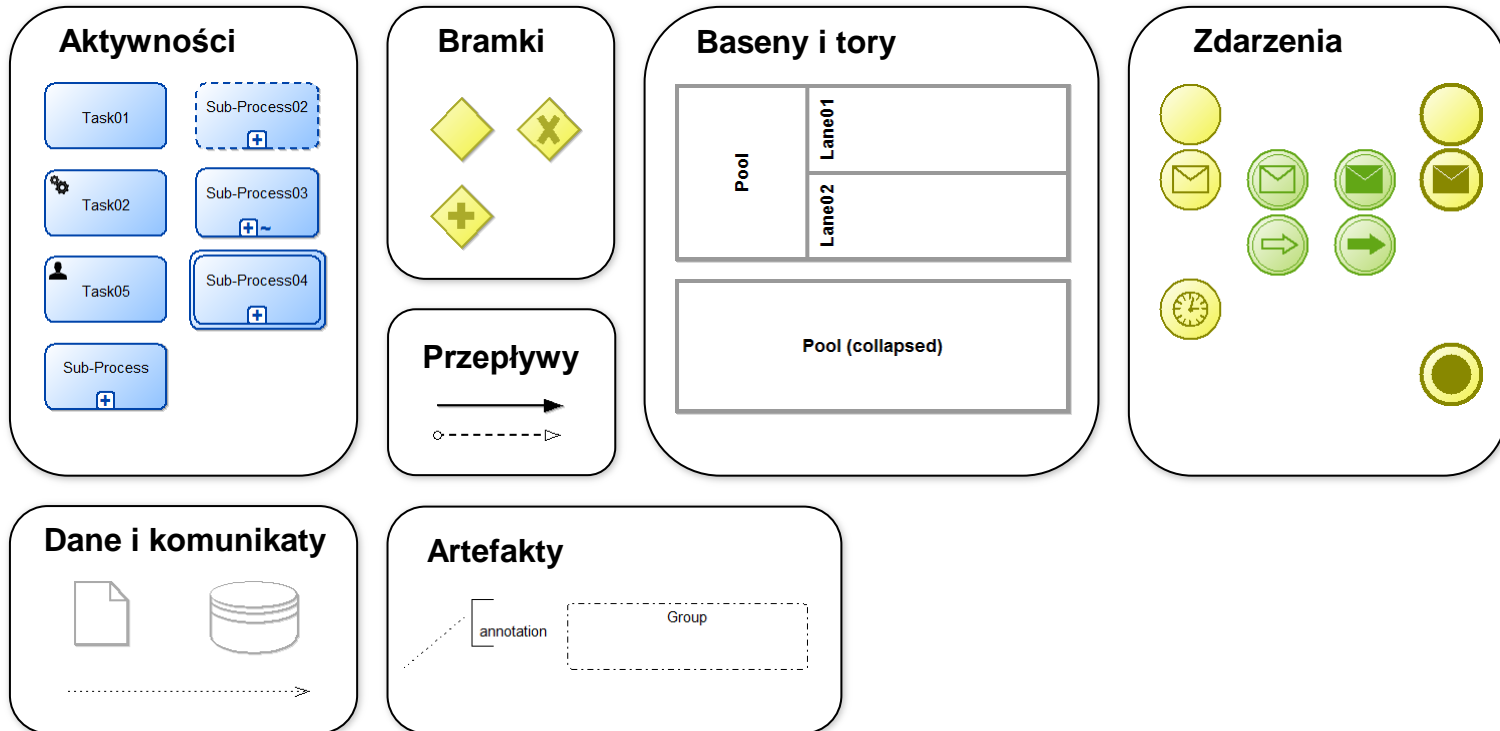
---

- ❑ **Model poglądowy** – model wysokopoziomowy, przedstawia ogólny przebiegu procesu biznesowego, uwzględnia jedynie złożone czynności i przepływy sterowania pomiędzy nimi. Jego zadaniem ogólny opis procesu więc prezentowane czynności nie są dekomponowane do poziomu zadań atomowych, a pewne przepływy alternatywne i szczegółowa obsługa błędów jest pomijana.
- ❑ **Model analityczny** – pozwala na przeprowadzenie analizy i ocenę rozmiaru prac niezbędnych do wdrożenia procesu biznesowego. Są w nim określone typy zadań i zdarzeń, podprocesy są rozwinięte, obiekty danych mogą być prezentowane na modelach, ale nie mają definicji.
- ❑ **Model wykonywalny** – służy do precyzyjnego opisanie procesu realizowanego na silniku procesów biznesowych. Czynności składowe są zdefiniowane na poziomie atomowym, uwzględnione wszystkie możliwe przepływy alternatywne oraz obsługa błędów. Wszystkie atrybuty elementów modelu muszą być zdefiniowane.

## Dodatkowo

- ❑ **Wstępny poziom modelowania** – identyfikacja i analiza procesów zachodzących w organizacji, zakończona opisem tekstowym.
- ❑ **Wdrożenie modelu wykonywalnego** – uzupełnienie modelu o szczegóły specyficzne dla danej platformy programowej.

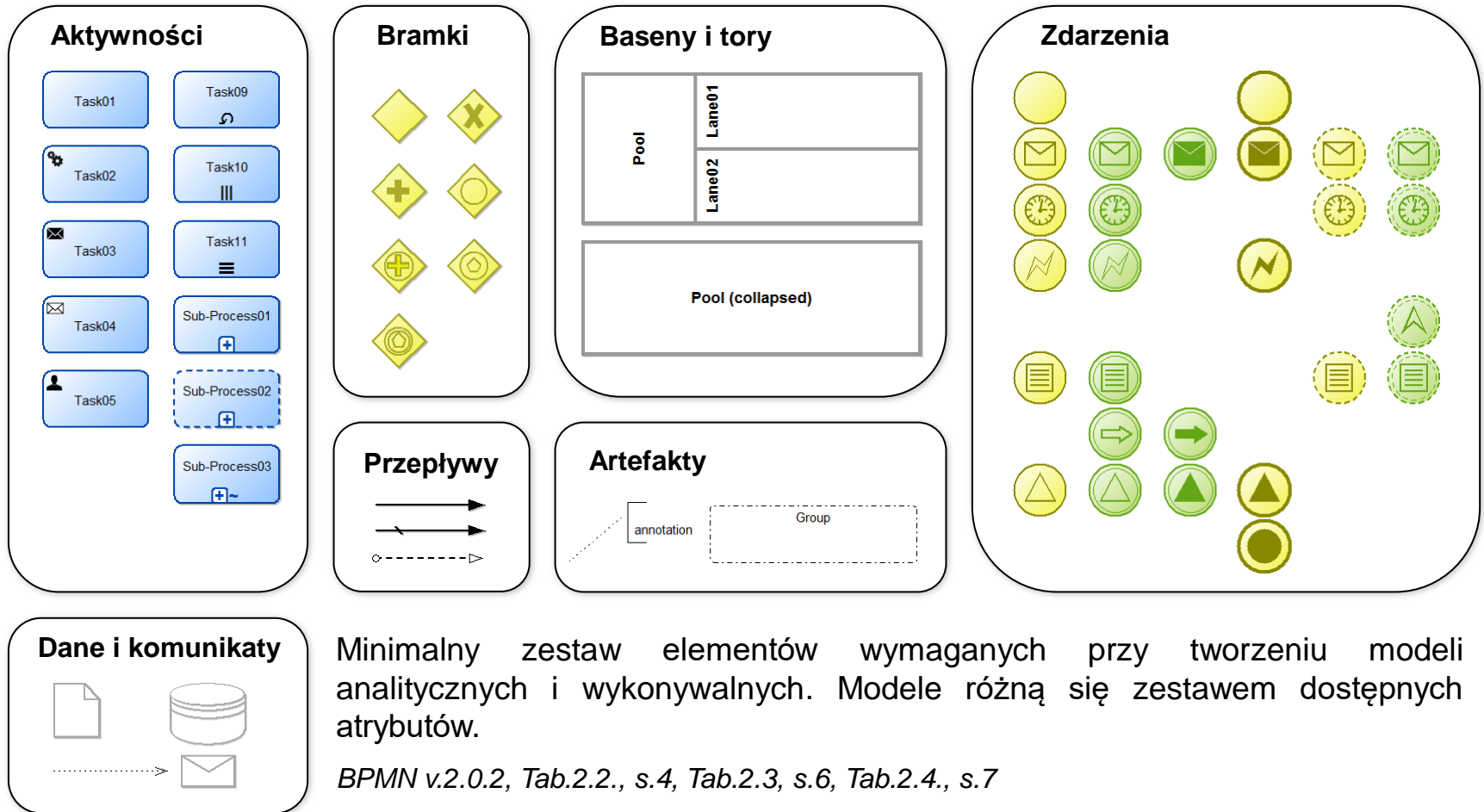
# Elementy modelu poglądowego



Minimalny zestaw elementów wymaganych przy tworzeniu modeli poglądowych.

BPMN v.2.0.2, Tab.2.1., s.3

# Elementy modelu analitycznego/wykonywalnego

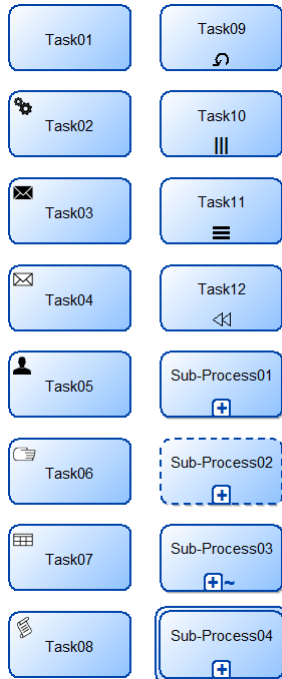


Minimalny zestaw elementów wymaganych przy tworzeniu modeli analitycznych i wykonywalnych. Modele różnią się zestawem dostępnych atrybutów.

*BPMN v.2.0.2, Tab.2.2., s.4, Tab.2.3, s.6, Tab.2.4., s.7*

# Rozszerzony zestaw elementów BPMN

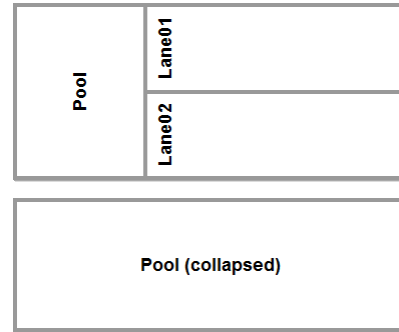
## Aktywności



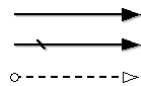
## Bramki



## Baseny i tory



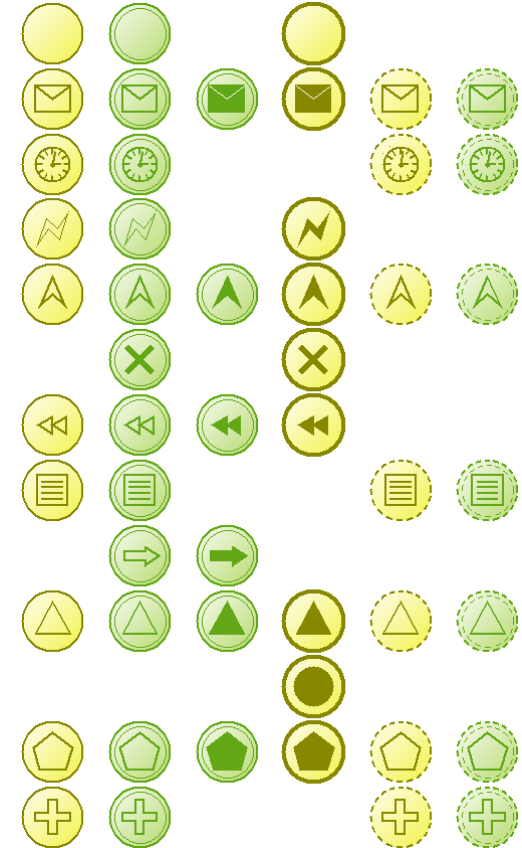
## Przepływy



## Artefakty



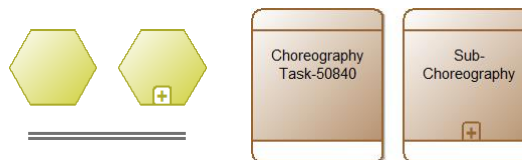
## Zdarzenia



## Dane i komunikaty



## Konwersacje i choreografie



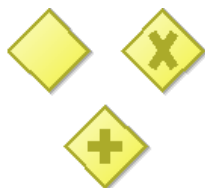
# Podstawowe elementy BPMN – diagram procesów



**Zdarzenia** (*events*) opisują wystąpienie pewnej sytuacji istotnej z punktu widzenia modelowanego procesu. Na rysunku zdarzenie początkowe (rozpoczynające proces) i końcowe (kończące proces).



**Aktywności** (*activities*) reprezentują operacje realizowane w ramach procesu (kolejne kroki procesu). Na rysunku **zadania** (*tasks*), czyli podstawowe operacje, które nie mogą być rozbite na operacje składowe. Kolejno: zadanie bez określonego typu (abstrakcyjne), zadanie użytkownika (realizowane przez człowieka, ale nadzorowane przez oprogramowanie) i serwis (zadanie realizowane automatycznie przez pewną usługę).



**Bramki** (*gateways*) określają logikę przepływów w procesie biznesowym (rozdzielają i łączą przepływy). Na rysunku: bramka wykluczająca/XOR (tworzy przepływy alternatywne, tylko jeden może być wykonany, dopuszczalne dwa symbole) oraz bramka niewykluczająca AND/równoległa (tworzy przepływy, które mogą być realizowane jednocześnie).

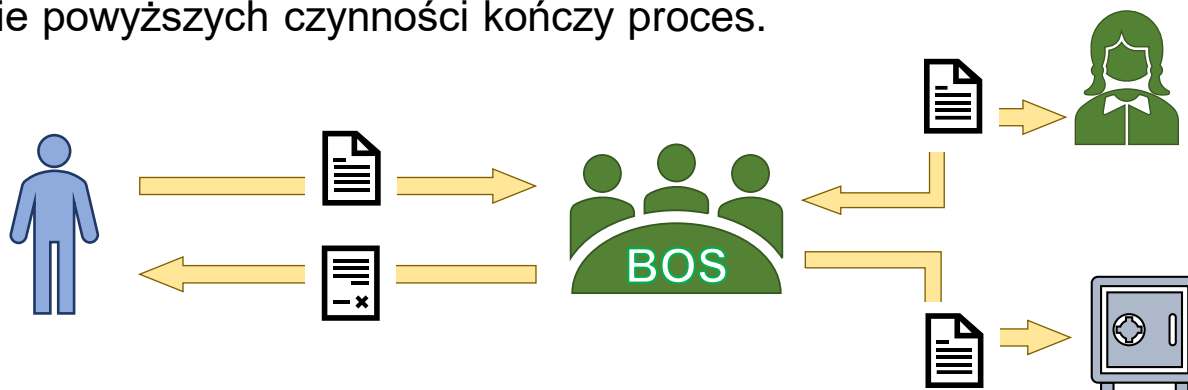


**Przeływ sekwencyjny** (*sequence flow*) określa kolejność działań realizowanych w ramach pojedynczego procesu.

## Przykład – podanie o wpis warunkowy

Zamodeluj proces rozpatrywania podania studenta o wpis warunkowy na kolejny semestr. Należy przyjąć następujące założenia:

- Podanie jest rozpatrywane po złożeniu go w Biurze Obsługi Studentów (BOS).
- BOS przyjmuje podanie i przekazuje je do rozpatrzenia.
- Decyzję w sprawie wpisu warunkowego podejmuje Dziekan Wydziału.
- Zależnie od decyzji Dziekana BOS wykonuje warunkową rejestrację na kolejny semestr (decyzja pozytywna) lub powtórną rejestrację na ten sam semestr (decyzja negatywna).
- Po wykonaniu rejestracji BOS przekazuje informację studentowi i dokonuje archiwizacji dokumentów.
- Zakończenie powyższych czynności kończy proces.



# Konstrukcja diagramu procesów – kolejność prac

---

1. Identyfikacja celu i zakresu procesu
2. Stworzenie pozytywnego scenariusza procesu (*ang. Happy path*), gdy:
  - wszyscy uczestnicy wykonują zadania w sposób poprawny,
  - decyzje są pozytywne,należy ustalić:
  - zdarzenie początkowe i końcowe,
  - wykonywane aktywności.
3. Wizja scenariuszy alternatywnych, gdy:
  - zadania nie zostaną wykonane poprawnie,
  - decyzje są negatywne,należy ustalić:
  - przepływy alternatywne (aktywności realizowane w scenariuszach alternatywnych),
  - zdarzenia końcowe opisujące alternatywne zakończenia.
4. Ustalenie możliwych przebiegów równoległych (aktywności, które mogą być realizowane równocześnie).



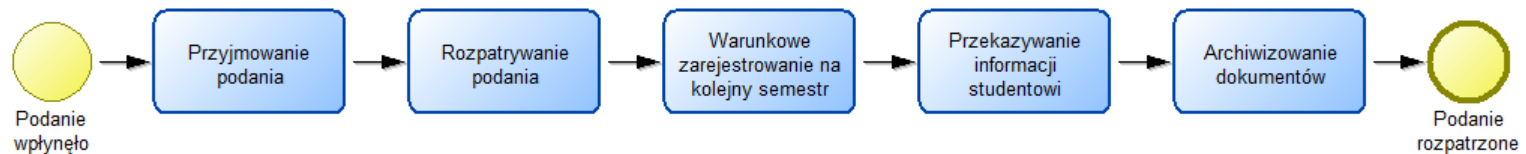
# Konstrukcja diagramu procesów – nazwy elementów

---

1. **Zdarzenia** reprezentują stan, który osiągnął proces, formułując ich nazwy należy używać imiesłówów przymiotnikowych biernych, np.
  - Dokument wysłany
  - Zamówienie otrzymane
  - Faktura opłacona
2. **Aktywności** reprezentują czynności realizowane w ramach procesu, formułując ich nazwy należy używać kombinacji rzeczownika odczasownikowego i podmiotu, np.
  - Wysyłanie dokumentu
  - Odbieranie zamówienia
  - Opłacanie faktury
3. **Bramki wykluczające** reprezentują logikę procesu (nie wykonują żadnych działań!), powinny być nazywane za pomocą krótkiego pytania, najbardziej prawdopodobna ścieżka powinna odpowiadać odpowiedzi "tak", np.
  - (Czy) Faktura odebrana?
  - (Czy) Zamówienie wpłynęło?
4. **Przeptywy sekwencyjne** wychodzące z bramki wykluczającej reprezentują alternatywne ścieżki procesu, powinny być opisane w formie warunków przejścia odnoszących się do pytania na bramce.

# Podanie – happy path

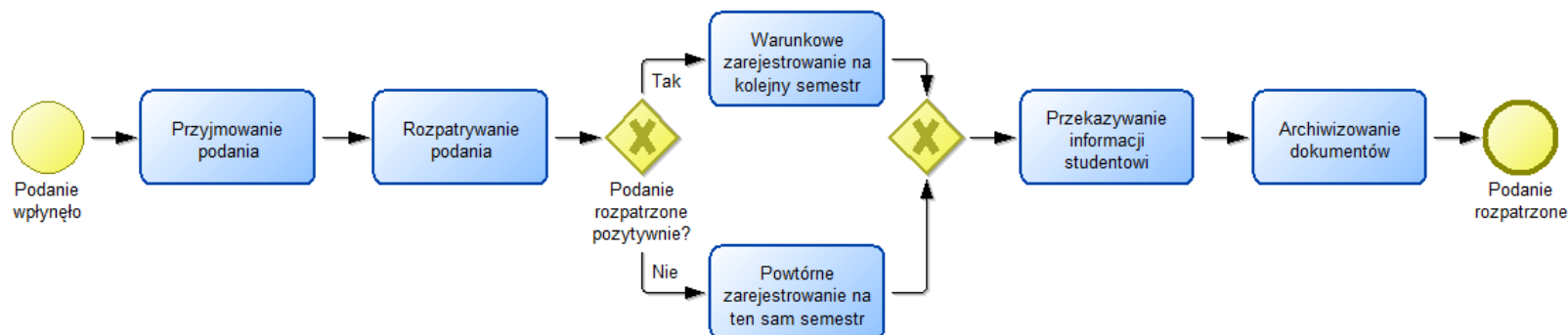
1. Proces rozpoczyna się gdy wpływa podanie o wpis warunkowy.
2. BOS przyjmuje podanie i przekazuje do rozpatrzenia.
3. Dziekan rozpatruje podanie i podejmuje decyzję o akceptacji.
4. BOS przekazuje informację studentowi i archiwizuje dokumenty.
5. Podanie otrzymuje status "rozpatrzone" co kończy proces.



# Podanie – przepływy alternatywne i równoległe

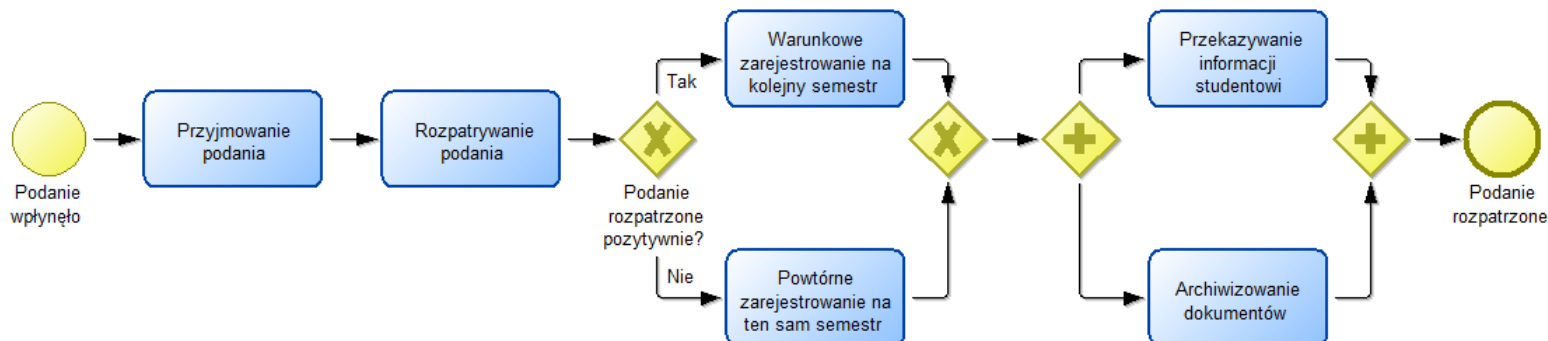
## Przepływy alternatywne

- Dziekan przyjmuje podanie: BOS wykonuje warunkową rejestrację na kolejny semestr.
- Dziekan odrzuca podanie: BOS wykonuje powtórzną rejestrację na ten sam semestr.



## Przepływy równoległe

- Przekazanie informacji studentowi
- Archiwizacja dokumentów



# Przepływ procesu, token (żeton)

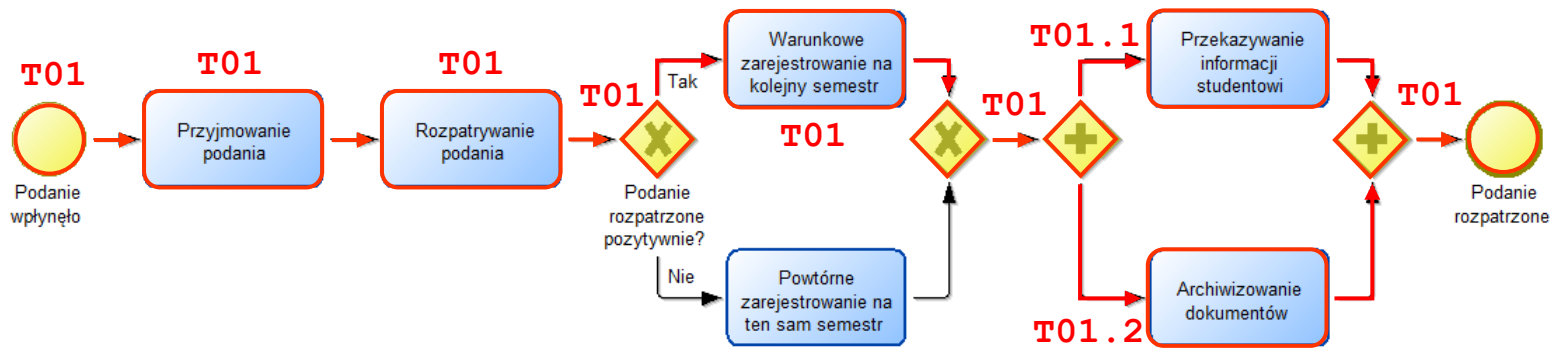
---

**Token (żeton)** – wprowadzona w BPMN 2.0 teoretyczna koncepcja używana do wizualizacji przebiegu procesu. Token jest znacznikiem, który przemieszcza się od zdarzenia początkowego do zdarzenia końcowego, przechodząc przez węzły przepływu (czynności, bramki, zdarzenia), zgodnie z kierunkiem wyznaczonym przez przepływ sekwencyjny. Pozycja tokenu określa aktualnie wykonywany krok procesu.

## Własności tokenu:

- Każde zdarzenie początkowe tworzy nową instancję (egzemplarz) procesu i generuje token nadając mu unikalny identyfikator *TokenID*,
- W miejscu rozwidlenia (bramka otwierająca) dla każdego aktywnego przepływu generowany jest *SubTokenID*, który uzupełnia identyfikator główny (powstaje rodzina tokenów o wspólnym *TokenID*),
- W połączeniu rozwidlonych przepływów (bramka zamykająca), które pozwalają na przejście tylko jednego tokenu (synchronizują przepływy) *SubTokenID* jest odcinany,
- Proces może być zakończony dopiero gdy token (rodzina tokenów) osiągnie zdarzenie końcowe,
- Token jest przenoszony wyłącznie przez przepływ sekwencyjny.

# Przeływ procesu – przykład

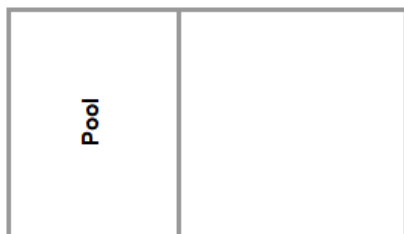


## Przeływ procesu

1. Wpłynięcie nowego podania tworzy instancję procesu i generuje token o unikalnym identyfikatorze, np. T01.
2. Token T01 przepływa przez zadania "Przyjęcie podania" i "Rozpatrzenie podania".
3. Na bramce wykluczającej zostanie wybrany jeden przepływ (zależnie od warunku).
4. Na bramce niewykluczającej AND powstają dwa subtokeny, np. T01.1, T01.2.
5. Bramka łącząca synchronizuje przepływy i scala (odcina) subtokeny.
6. Scalony token dociera do zdarzenia końcowego, instancja procesu jest zakończona.

W danej chwili może być realizowanych wiele instancji tego samego procesu, każda z nich ma własny token, który określa stopień zaawansowania (krok) procesu.

# Podstawowe elementy BPMN – diagram współpracy



**Basen** (*pool*) reprezentuje uczestnika procesu na diagramie współpracy (kooperacji/kolaboracji). Może, ale nie musi zawierać model procesu realizowanego przez danego uczestnika. Na rysunku basen w postaci rozwiniętej (stosowany gdy proces uczestnika jest pokazywany) oraz zwiniętej (stosowany, gdy proces uczestnika nie jest widoczny).

**Tor** lub **linia** (*lane*) dzieli proces na części przypisane do poszczególnych jednostek lub ról realizowanych w obrębie uczestnika.

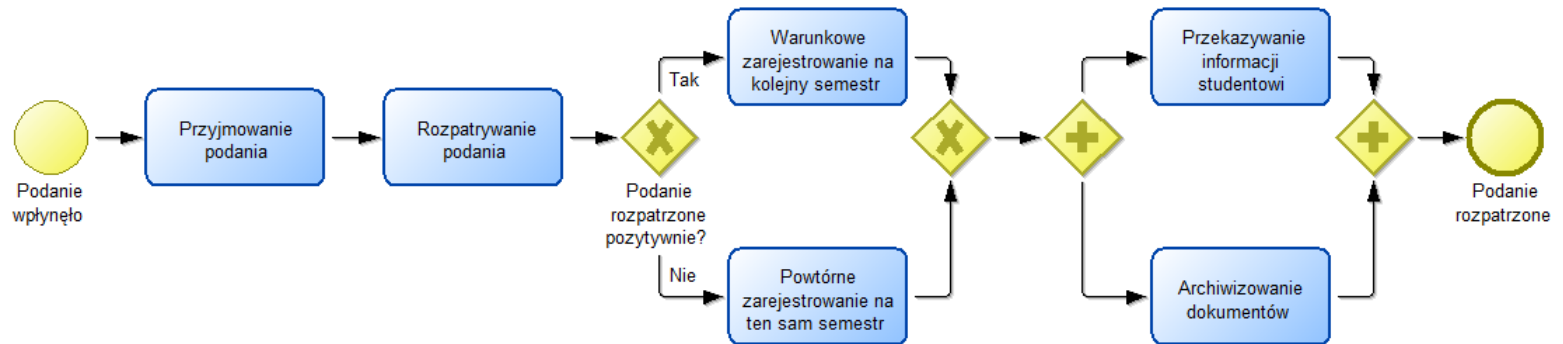
**Przeptyw komunikatu** (*message flow*) opisuje wymianę informacji realizowaną pomiędzy uczestnikami (basenami).  
**Komunikat nie musi być wiadomością e-mail!!!**

Przeptyw sekwencyjny może występować wyłącznie w ramach jednego uczestnika (basenu). Komunikacja pomiędzy uczestnikami może odbywać się tylko przy pomocy przepływu komunikatów. Komunikat nie przenosi tokenu.



# Przykład – podanie o wpis warunkowy

## Podanie o wpis warunkowy wersja 1.



## Uczestnicy procesu

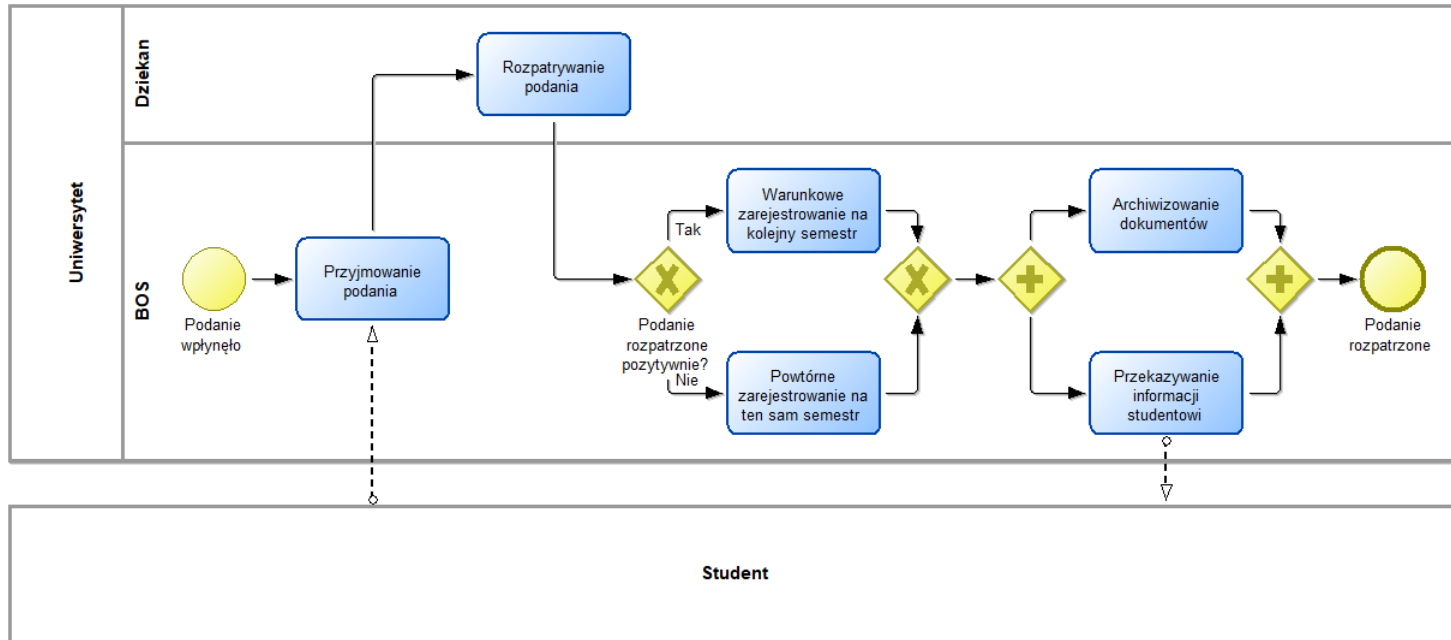
1. Uniwersytet (przyjmuje wniosek, zajmuje się jego rozpatrzeniem, udziela odpowiedzi i archiwizuje dokumenty).
2. Student: przygotowuje wniosek, składa w BOS, odbiera odpowiedź.

## Jednostki organizacyjne uniwersytetu realizujące proces

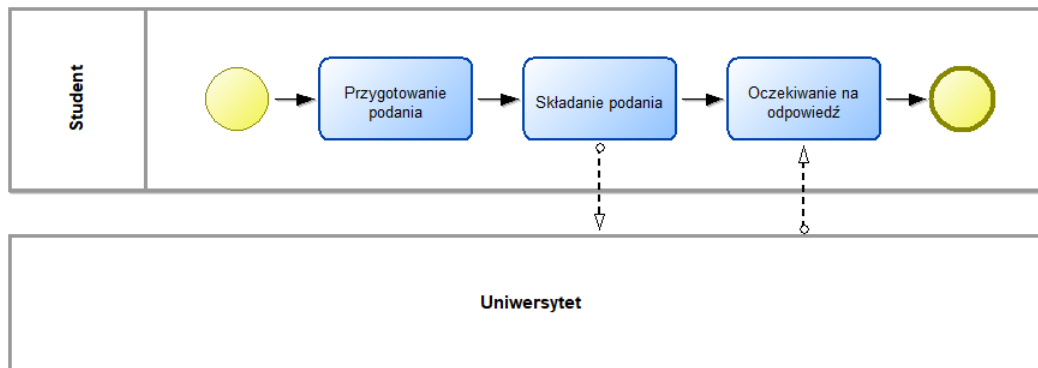
1. Biuro Obsługi Studenta (BOS).
2. Dziekan Wydziału.

# Podanie o wpis warunkowy – diagramy współpracy

## Perspektywa Uniwersytetu



## Perspektywa Studenta





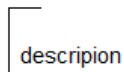
# Diagramy BPMN – elementy dodatkowe



**Obiekt danych** (*data object*) reprezentuje dane przetwarzane w procesie biznesowym (obiekty fizyczne lub informacje). Na rysunku: obiekt danych wykorzystywanych przez aktywności procesu oraz magazyn danych.



**Grupa** (*group*) łączy elementy procesu, które należą do jednej kategorii. Nie wpływa na przebieg procesu, ma znaczenie opisowe.



**Adnotacja tekstowa** (*text annotation*) dodaje komentarz do modelu. Może być połączona z konkretnym elementem modelu asocjacją (patrz poniżej). Nie wpływa na przebieg procesu, ma znaczenie opisowe.



**Asocjacja** (*association*) łączy adnotację z opisywanym elementem modelu (linia bez strzałki). **Asocjacja danych** (*data association*) opisuje kierunek przepływu danych (linia zakończona strzałką).

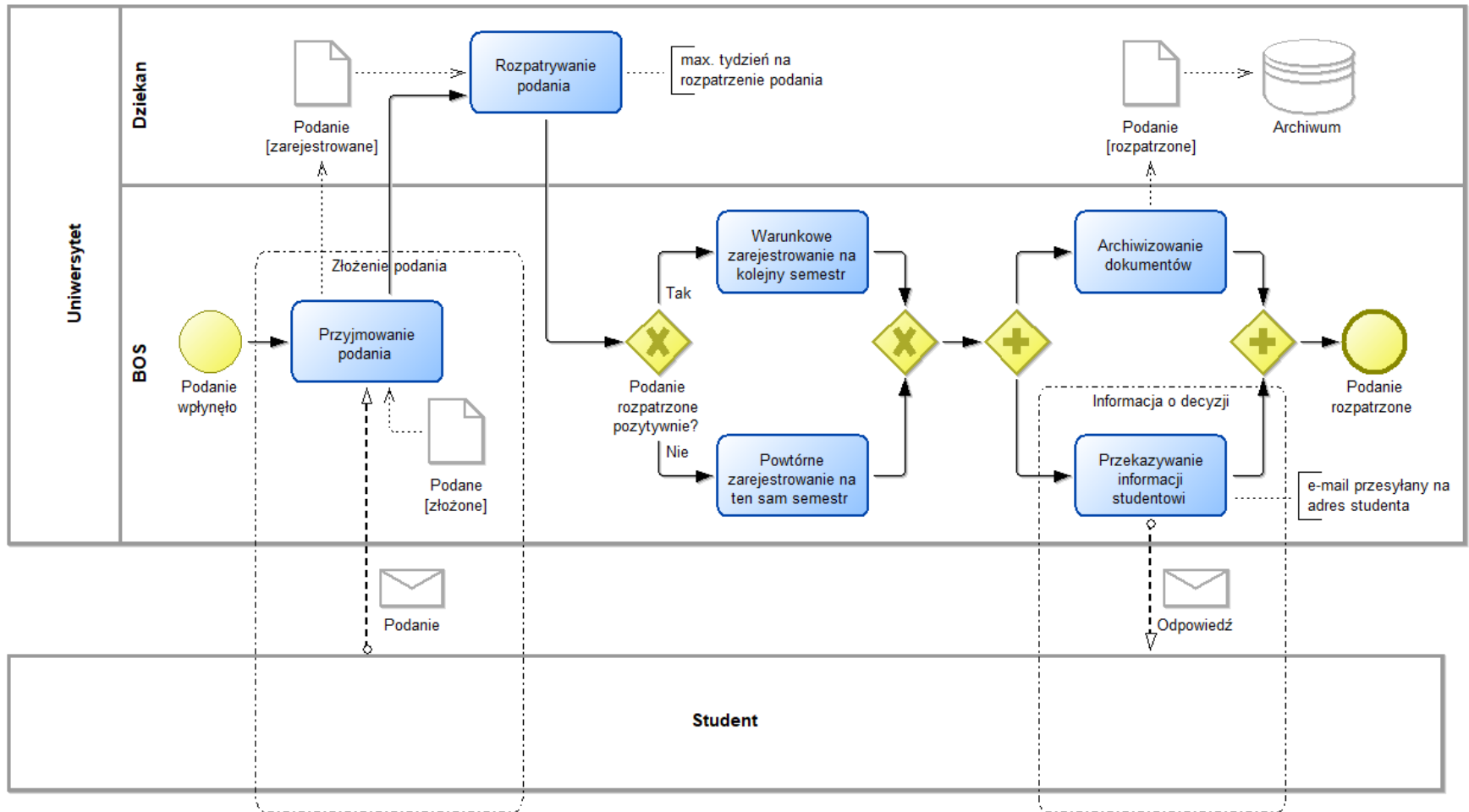


**Komunikat** (*message*) reprezentuje wiadomość przekazywaną pomiędzy uczestnikami procesu.

Powyższe elementy spełniają głównie rolę dekoratorów, nie należy ich nadużywać ponieważ mogą zmniejszyć czytelność procesu.

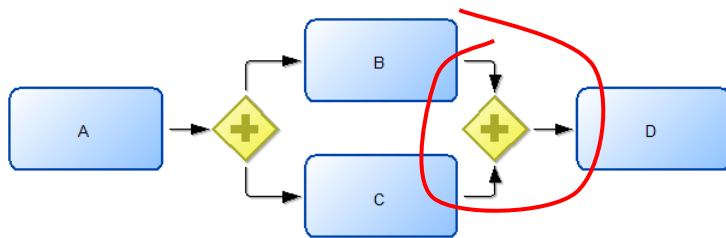


# Podanie o wpis warunkowy – dane i komentarze

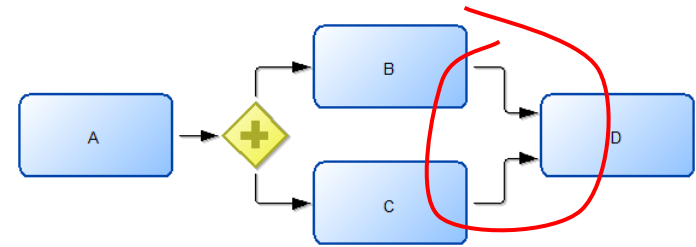


# Częste błędy i dobre praktyki modelowania 1

## Brak zamykającej bramki równoległej

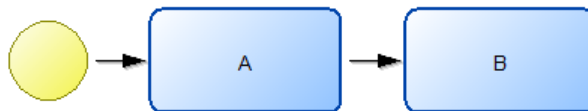


*synchronizacja przepływów*



*przepływy nie są synchronizowane*

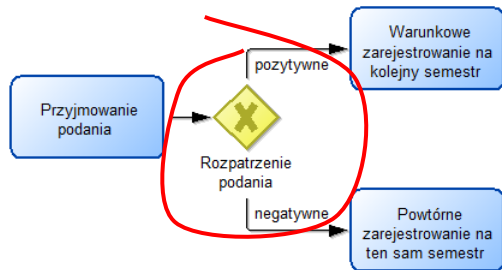
## Niekonsekwentne stosowanie zdarzeń początkowych i końcowych



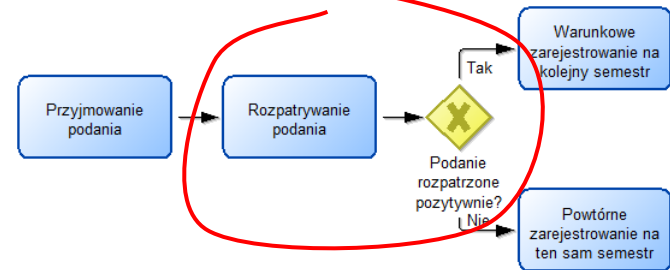
*Zdarzenia początkowe i końcowe mogą być pominięte (niepolecane – dobra praktyka modelowania), jednak jeżeli proces rozpoczyna się zdarzeniem początkowym musi mieć końcowe, jeżeli ma końcowe musi mieć początkowe.*

# Częste błędy i dobre praktyki modelowania 2

## Bramki reprezentują logikę przepływu, nie działania

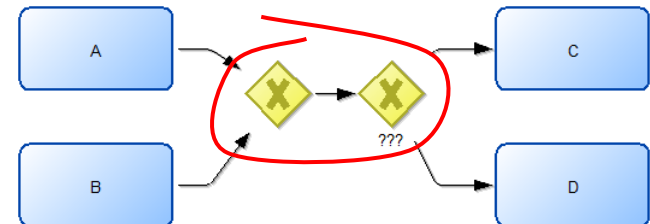
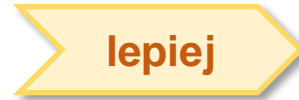
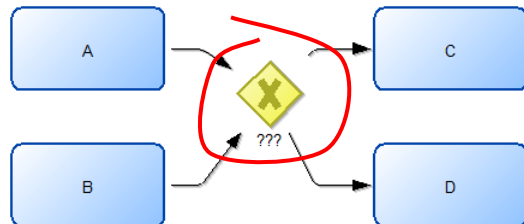


*bramka nie może być wiązana z wykonaniem czynności*



*czynność realizowana przed bramką  
bramka rozdziela przepływ*

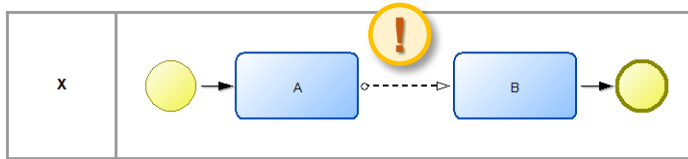
## Użycie bramki do łączenia i dzielenia przepływów



*norma dopuszcza użycie bramki do łącząco-rozdziałającej, jednak rozdzielenie tych funkcji zwiększa czytelność modelu (dobra praktyka modelowania)*

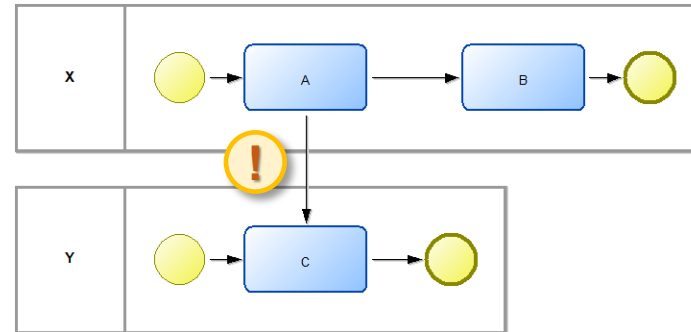
# Częste błędy i dobre praktyki modelowania 3

## Przepływ komunikatu w basenie

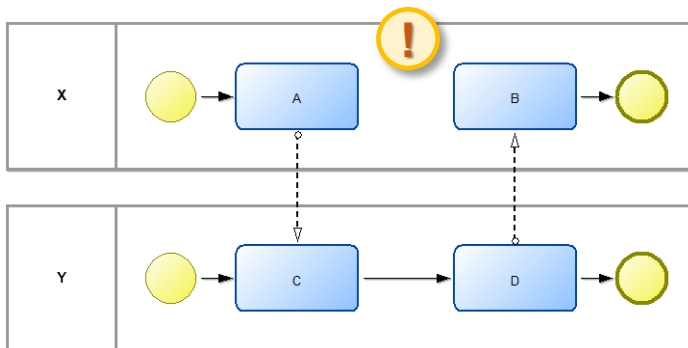


*Komunikat może przepływać tylko pomiędzy basenami, proces może być realizowany (przepływać) tylko w jednym basenie.*

## Przepływ sekwencyjny pomiędzy basenami



## Brak ciągłości procesu



*Przepływ procesu musi zachować ciągłość. Token procesu jest przenoszony tylko przez przepływ sekwencyjny, nie jest przenoszony przez komunikat. W tym przypadku token nie dotrze do zdarzenia końcowego i proces nie zakończy się (utknie).*