

## Rozdział 2.

# Diagram przypadków użycia

## Znaczenie diagramów przypadków użycia

Skuteczność tworzenia systemu informatycznego jest ściśle uzależniona od umożliwienia jednoznacznej specyfikacji i **dokumentowania wymagań** (ang. *requirements*) użytkowników wobec przyszłego systemu. W podejściu strukturalnym opracowano szereg metod wspomagających to zadanie. W przypadku języka UML i metodyki RUP rolę metody definiowania wymagań systemowych pełnią diagramy przypadków użycia (DPU). Określają one funkcjonalność analizowanego i tworzonego systemu oraz sposób komunikowania się użytkowników i klientów systemu z systemem.



Diagram przypadków użycia to graficzne przedstawienie przypadków użycia, aktorów oraz związków między nimi, występujących w danej dziedzinie przedmiotowej.

Poprzez wyrażoną związkami interakcję aktorów z przypadkami użycia zaprezentowaną na diagramach przypadków użycia, z jednej strony aktorzy pełnią określone role wobec systemu, a z drugiej przypadki użycia określają usługi świadczone przez system na rzecz aktorów (użytkowników, klientów). Pomijając podstawowy cel stosowania diagramów przypadków użycia w postaci identyfikacji oraz dokumentacji wymagań, spełniają one następujące **zadania** powiązane z celem głównym:

- ♦ umożliwiają analizę obszaru zastosowań, dziedziny przedmiotowej;
- ♦ pozwalają na opracowanie projektu przyszłego systemu;
- ♦ stanowią przystępną i zrozumiałą platformę komunikacji i współpracy udziałowców (ang. *stakeholders*) systemu — aktorów, twórców systemu, inwestorów i właścicieli;

- ♦ są rodzajem umowy, kontraktu pomiędzy udziałowcami co do zakresu i funkcjonalności przyszłego systemu;
- ♦ stanowią podstawę testowania funkcji systemu na dalszych etapach jego cyklu życia.

Diagramy przypadków użycia przedstawiają usługi systemu świadczone aktorom, bez wskazywania konkretnych rozwiązań technicznych.

Przypadki użycia, które jednoznacznie odnoszą się do procesów biznesowych, nazywamy **biznesowymi** przypadkami użycia (rozdział 15.), natomiast gdy odnoszą się do oprogramowania, nazywa się je **systemowymi** przypadkami użycia.

## Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna

Diagramy przypadków użycia zawierają następujące **główne kategorie pojęciowe**:

- ♦ przypadki użycia,
- ♦ aktorów,
- ♦ związki.

Kategorie te w każdym diagramie są ze sobą ściśle powiązane.

### Przypadek użycia

Użytkownik — klient systemu oczekuje od niego, aby dostarczał zgodnie z wyspecyfikowanymi wcześniej wymaganiami określoną funkcjonalność stanowiącą wartość dla aktora. W ten sposób zostaje określony cel, zadanie, które system ma spełnić wobec aktora. A zatem:



Przypadek użycia to specyfikacja ciągu akcji i ich wariantów, które system (lub inna jednostka) może wykonać poprzez interakcje z aktorami tego systemu.

**Przypadek użycia** (ang. *use-case*) jest więc kompleksowym działaniem realizowanym w systemie w konsekwencji określonej aktywności **aktora** (ang. *actor*). Zakres danego przedsięwzięcia determinowany jest przez zestaw wszystkich wzajemnie powiązanych przypadków użycia. Pojedynczy przypadek użycia należy traktować jako reprezentanta spójnej jednostki funkcjonalności dostarczanej przez system. Wnoszona funkcjonalność musi mieć istotne znaczenie jako całość z punktu widzenia powiązanego z nią aktora.

Nazwę przypadku użycia stanowi zwięzłe polecenie wykonania funkcji w projektowanym systemie, sformułowane w trybie rozkazującym. Przykładowe przypadki użycia zamieszczono na rysunku 2.1. Przy ich tworzeniu zastosowano obecnie najpowszechniej używaną notację.

**Rysunek 2.1.**

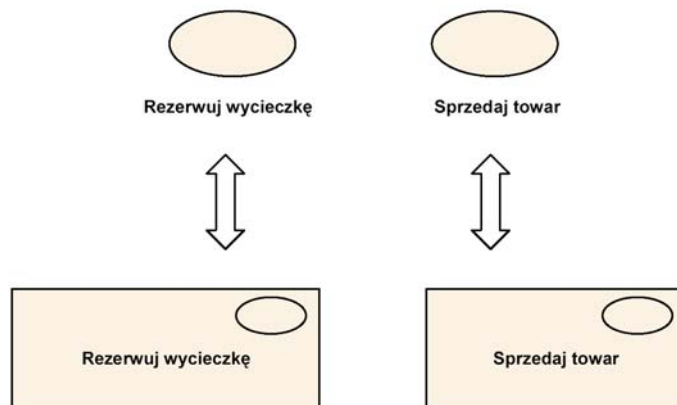
*Oznaczenia przypadków użycia*



W wersji 2.0 standardu UML zaproponowano również inne, alternatywne notacje przypadków użycia, tożsame w sensie znaczeniowym z notacją podstawową. Przedstawiono je na rysunku 2.2.

**Rysunek 2.2.**

*Alternatywne notacje przypadków użycia*



## Aktor

Z każdym systemem komunikują się związani z nim aktorzy, w szczególności użytkownicy oraz klienci. A zatem:

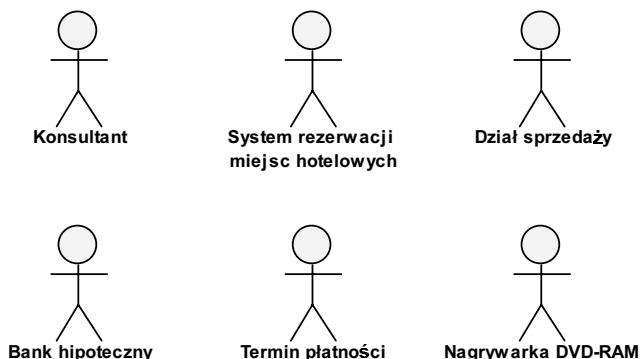


Aktor jest to spójny zbiór ról odgrywanych przez użytkowników przypadku użycia w czasie interakcji z tym przypadkiem użycia.

Aktorzy mogą być **osobowi** lub **niesobowi**. Rolę aktora osobowego może pełnić osoba, zespół, dział, instytucja, organizacja, zrzeszenie organizacji bądź organizacja wirtualna. Nazwy aktorów osobowych często pokrywają się z nazwami stanowisk lub funkcji pełnionych w organizacji, projekcie czy też przedsięwzięciu. Z kolei aktorami niesobowymi są systemy zewnętrzne (podsystemy, bazy danych), urządzenia oraz czas (rysunek 2.3).

**Rysunek 2.3.**

Podstawowe  
rodzaje aktorów



**Nazwę** aktora wyraża się rzeczownikiem lub określeniem rzeczownikowym w liczbie pojedynczej. Identyfikując aktorów, należy pamiętać, że odzwierciedlają oni nie indywidualne obiekty ze świata rzeczywistego, lecz role pełnione przez te obiekty. Nawiązując do rysunku 2.3, można hipotetycznie stwierdzić, że kierujący firmą konsultingową zatrudni cały sztab *Konsultantów*, a nie tylko jednego. Jednak z punktu widzenia systemu będą oni odgrywać dokładnie tę samą rolę.

Aktor może **użytkować** jeden lub więcej przypadków użycia w danym systemie, natomiast przypadek użycia może być użytkowany przez jednego lub więcej aktorów. Interakcja aktora z przypadkami użycia polega na ich inicjowaniu, dostarczaniu danych, otrzymywaniu danych oraz użytkowaniu realizowanej przez przypadek użycia funkcjonalności.

## Związek

Każdy aktor umieszczony na diagramie przypadków użycia powinien być bezpośrednio powiązany z co najmniej jednym przypadkiem użycia. Analogicznie, każdy przypadek użycia użytkowany jest przez co najmniej jednego aktora, chociaż niejednokrotnie są to powiązania pośrednie. W diagramie przypadków użycia nie powinny zatem występować niepowiązane elementy — są one zawsze powiązane **związkami** (ang. *relationships*).



Związek stanowi semantyczne powiązanie pomiędzy elementami modelu.

W diagramach języka UML wyróżnić można cztery **rodzaje związków**:

- ♦ asocjację,
- ♦ uogólnienie,
- ♦ zależność,
- ♦ realizację.

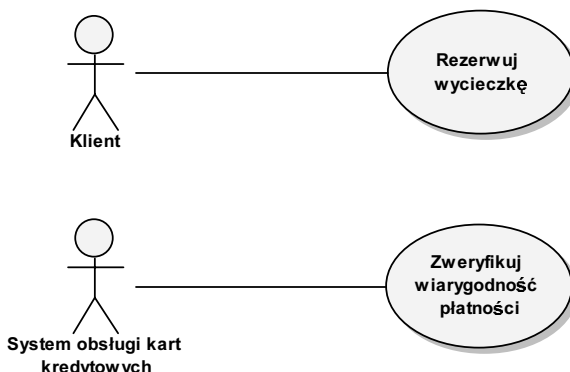
Realizacja w istocie jest szczególnym przypadkiem zależności, niemniej specyfika jej zastosowania uzasadnia potraktowanie jej jako odrębnego rodzaju związku. Najbardziej powszechne zastosowanie znajduje **asocjacja** (ang. *association*).



Asocjacja jest związkiem pomiędzy dwoma lub więcej klasyfikatorami, opisującym powiązania pomiędzy ich instancjami.

W diagramach przypadków użycia asocjacja wskazuje zatem domyślnie na dwukierunkową komunikację pomiędzy aktorem a przypadkiem użycia. Nie jest ona — jak w diagramie przepływu danych, stosowanym w ramach analizy i projektowania strukturalnego — oznaczeniem konkretnego przepływu, np. dokumentów. Może ona dodatkowo występować w formie ze wskazaniem kierunku nawigacji. Ta sytuacja ma miejsce wtedy, gdy z pewnych względów istotne jest jawne przedstawienie inicjatora interakcji (por. rysunek 2.19). Na rysunku 2.4 przedstawiono związki pomiędzy aktorami a przypadkami użycia.

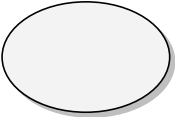
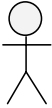
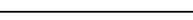
**Rysunek 2.4.**  
*Związki asocjacji  
w diagramach  
przypadków użycia*



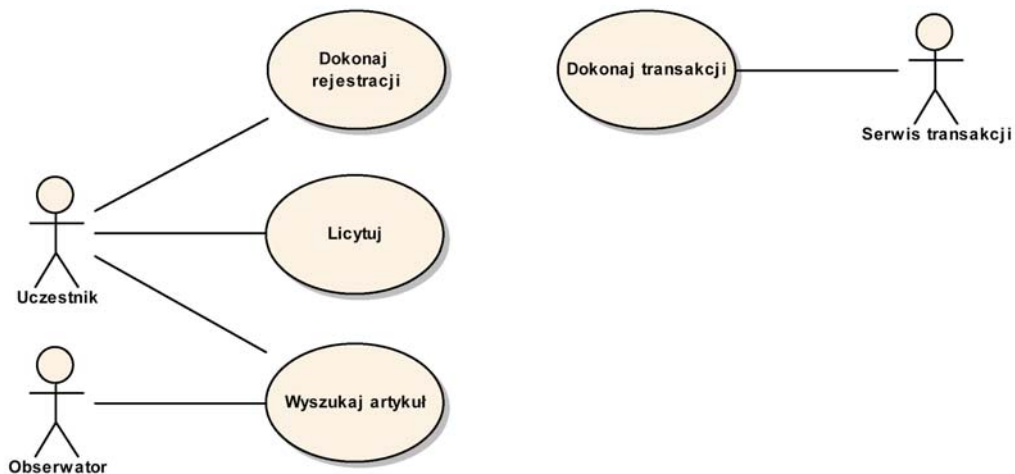
W przeciwieństwie do diagramów klas, gdzie dopuszcza się nazwy asocjacji, w elementarnych związkach typu aktor — przypadek użycia nie formułuje się nazwy związku. Rysunek 2.4 przedstawia podstawowe kategorie pojęciowe diagramu przypadków użycia, wskazujące, że sporządzenie zamówienia dotyczącego wycieczki leży w gestii *Klienta*. Weryfikowanie wiarygodności płatności odbywa się natomiast za pośrednictwem *Systemu obsługi kart kredytowych*, zewnętrznego w stosunku do tworzonego systemu. Na etapie definiowania przypadków użycia i szkicowania ich diagramu nie podaje się żadnych szczegółów dotyczących sposobu, w jaki wspomniane czynności są wykonywane, ani z jakich zasobów systemowych należy skorzystać w celu ich realizacji. Przedstawienie tych informacji to jedno z zadań innych rodzajów diagramów, omawianych w dalszych rozdziałach książki.

Notację graficzną głównych kategorii pojęciowych wykorzystywanych w ramach diagramów przypadków użycia syntetycznie ujęto w tabeli 2.1.

**Tabela 2.1.** Podstawowe elementy diagramu przypadków użycia

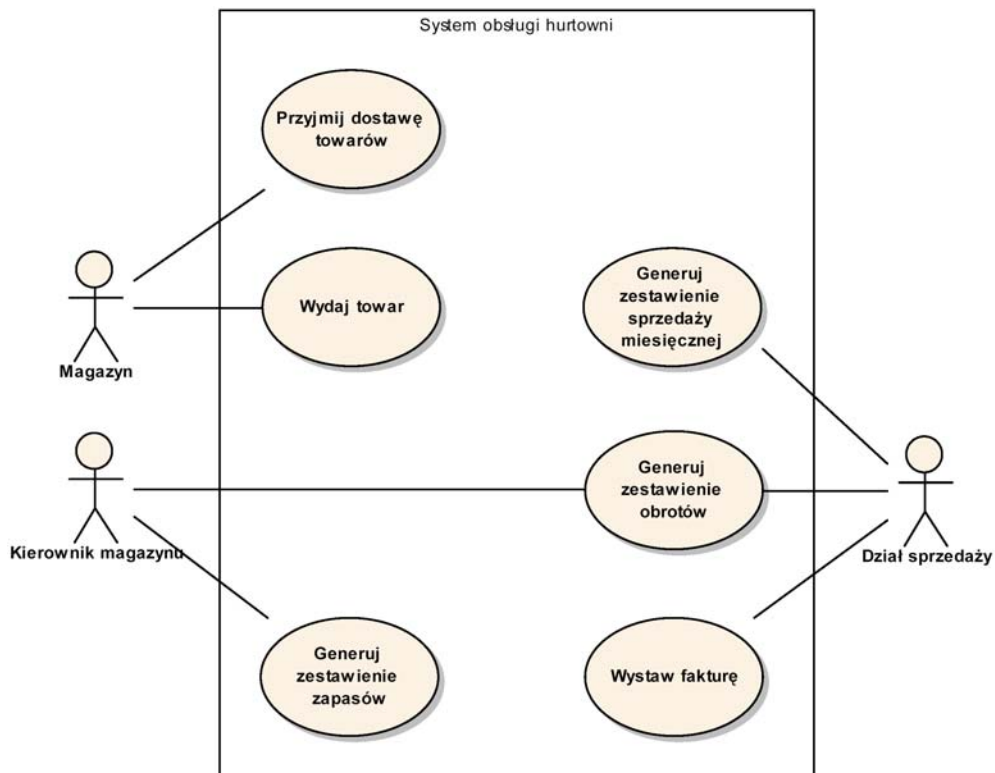
Nazwa pojęcia	Notacja graficzna
Przypadek użycia	
Aktor	
Asocjacja	

Przykładowy diagram przypadków użycia (DPU) zawierający zdefiniowane wyżej elementy zaprezentowano na rysunku 2.5.

**Rysunek 2.5.** Diagram przypadków użycia aukcji internetowej

Rysunek ten przedstawia trzech aktorów: *Uczestnika* aukcji internetowej, *Obserwatora* przebiegu licytacji oraz zewnętrznego w stosunku do systemu *Serwis transakcji*. Tylko zarejestrowany *Uczestnik* może brać bezpośredni udział w licytacji — chociaż zarówno on, jak i anonimowy *Obserwator* mogą swobodnie wyszukiwać dostępne na aukcji artykuły. Z systemem komunikuje się również *Serwis transakcji*, wymieniający z nim informacje niezbędne do poprawnego przeprowadzenia transakcji.

Rysunek 2.6 przedstawia zastosowanie przypadków użycia do opisu funkcjonowania hurtowni. W celu zaznaczenia **granicz obszaru zastosowań** przyszłego systemu, jego dziedziny przedmiotowej, można wprowadzić prostokąt grupujący przypadki użycia. Zawiera on tytuł określający nazwę analizowanej dziedziny przedmiotowej.



**Rysunek 2.6.** DPU systemu obsługi hurtowni

Granica obszaru zastosowań reprezentuje zakres funkcjonalny przyszłego systemu. Aktorów komunikujących się z systemem umieszcza się poza granicą obszaru zastosowań. Na przedstawionym na rysunku 2.6 diagramie z systemem obsługi hurtowni komunikuje się *Magazyn*, w którym księguje się dostawy towarów oraz ich wydawanie. Naturalnie na diagramie przypadków użycia nie definiuje się, jakie konkretnie informacje składają się na wspomniane księgowanie. Zadaniem opisywanego diagramu jest tylko wskazanie, że są to wymagania systemu. Bieżące stany magazynowe podlegają nadzorowi *Kierownika magazynu*. Zarówno *Kierownik magazynu*, jak i *Dział sprzedaży* mają uprawnienia do generowania zestawienia obrotów. Ponadto *Dział sprzedaży* ma dostęp do zestawień okresowych i funkcji związanych z fakturowaniem.

## Zaawansowane składniki diagramu

Do zaawansowanych koncepcji diagramów przypadków użycia należy zaliczyć:

- ♦ rozbudowę DPU poprzez różnicowanie związków,
- ♦ zależność zawierania,
- ♦ zależność rozszerzania,

- ♦ uogólnienie,
- ♦ rodzaje aktorów,
- ♦ liczebność,
- ♦ nawigację,
- ♦ realizację,
- ♦ przypadki użycia typu CRUD,
- ♦ diagram kontekstowy,
- ♦ dokumentację przypadków użycia.

## Rozbudowa DPU poprzez różnicowanie związków

Jak zaznaczono, asocjacja to podstawowy rodzaj związku wykorzystywany w konstruowaniu diagramów przypadków użycia. Poza nią na diagramach przypadków użycia modelować można związki zależności, uogólnienia i realizacji. Związki asocjacji występują wyłącznie pomiędzy aktorami a przypadkami użycia. Pozostałe rodzaje związków pozwalają pokazać, w jakich relacjach znajdują się poszczególne przypadki użycia. Ponadto związki uogólnienia umożliwiają udokumentowanie relacji pomiędzy aktorami. Dzięki różnym rodzajom związków można tworzyć **złożoną strukturę** modelu przypadków użycia. Stanowi on wówczas zestaw logicznie powiązanych diagramów. Porządkującą rolę mogą odegrać tu diagramy pakietów, przedstawione w rozdziale 13. W ten sposób można tworzyć bardzo rozbudowane diagramy przypadków użycia, precyzyjnie odwzorowujące rzeczywistość i uwzględniające logiczne relacje pomiędzy poszczególnymi elementami DPU.

Szczególne możliwości rozbudowywania diagramów przypadków użycia stwarzają zależności (ang. *dependencies*).



Zależność to taki związek pomiędzy dwoma elementami modelowania, w którym zmiana jednego z nich, niezależnego, wpływa na drugi, zależny.

I tak w obrębie pojedynczego diagramu przypadków użycia zależności w DPU występują w postaci stereotypowanej, przede wszystkim jako zależności:

- ♦ zawierania,
- ♦ rozszerzania.

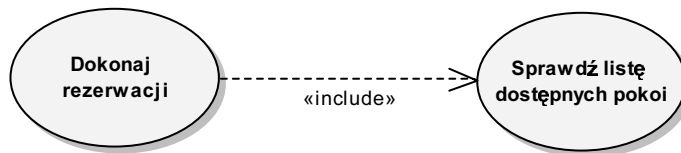
## Zależności zawierania

Zależność zawierania «include» przedstawia powiązanie pomiędzy **przypadkiem zawierającym**, tj. bazowym przypadkiem użycia, a **przypadkiem zawieranym**. Jest to związek obligatoryjny. Zawierany przypadek użycia nie jest wykonywany samodzielnie, lecz wyłącznie przy odwołaniu się do większego, zawierającego przypadku użycia (rysunek 2.7).



**Rysunek 2.7.**

Zależność zawierania  
«include»



Sens tworzenia zależności zawierania na diagramie przypadków użycia występuje w dwóch sytuacjach — gdy:

- ♦ istnieje możliwość **wydzielenia** w formie zawieranego przypadku użycia pewnej spójnej, wspólnej dla kilku innych przypadków użycia funkcjonalności; jest to przykład praktycznego zastosowania zasady ponownego użycia — nie zachodzi konieczność powielania analogicznej treści w wielu przypadkach użycia; tym samym często występująca funkcjonalność jest reprezentowana jednokrotnie na diagramie i wykorzystywana przez inne przypadki użycia;
- ♦ interakcje aktor-system wyrażone w dokumentacji scenariusza tego przypadku są bardzo liczne.

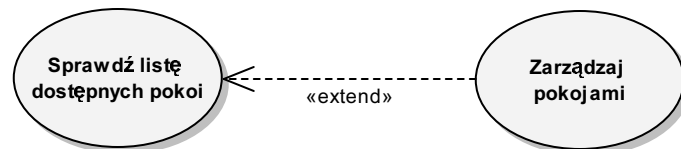
Na diagramie na rysunku 2.7 wykonanie przypadku użycia *Dokonaj rezerwacji* pociąga za sobą konieczność zweryfikowania dostępności pokoi. Uzyskuje się to poprzez zainicjowanie zawieranego przypadku użycia *Sprawdź listę dostępnych pokoi*. Po wykonaniu tego przypadku następuje wykonanie funkcjonalności przypadku zawierającego *Dokonaj rezerwacji*. Ten sam zawierany przypadek użycia *Sprawdź listę dostępnych pokoi* może być wykorzystywany przez inne przypadki zawierające, które go przywołują. Przykładowo może on zostać użyty w podsystemie rozdysponowania obsługi hotelowej.

## Zależności rozszerzania

Zależność rozszerzania «*extend*» przedstawia powiązanie pomiędzy **rozszerzanym przypadkiem użycia**, tj. przypadkiem bazowym, a **przypadkiem rozszerzającym**. Związek ten, w odróżnieniu od zależności zawierania, ma charakter opcjonalny. Funkcjonalność reprezentowana przez rozszerzający przypadek użycia może, ale nie musi zostać włączona do rozszerzanego przypadku użycia (rysunek 2.8). Włączenie przypadku rozszerzającego wymaga spełnienia określonego warunku.

**Rysunek 2.8.**

Zależność rozszerzania  
«extend»



Tworzenie zależności rozszerzania znajduje uzasadnienie, o ile funkcjonalność reprezentowana przez rozszerzany przypadek użycia ma zostać **uzupełniona** o kilka dodatkowych kroków. Nie mają one być jednak automatycznie wykonywane przy każdym odwołaniu do tego przypadku użycia, a jedynie w określonych sytuacjach. W przypadku

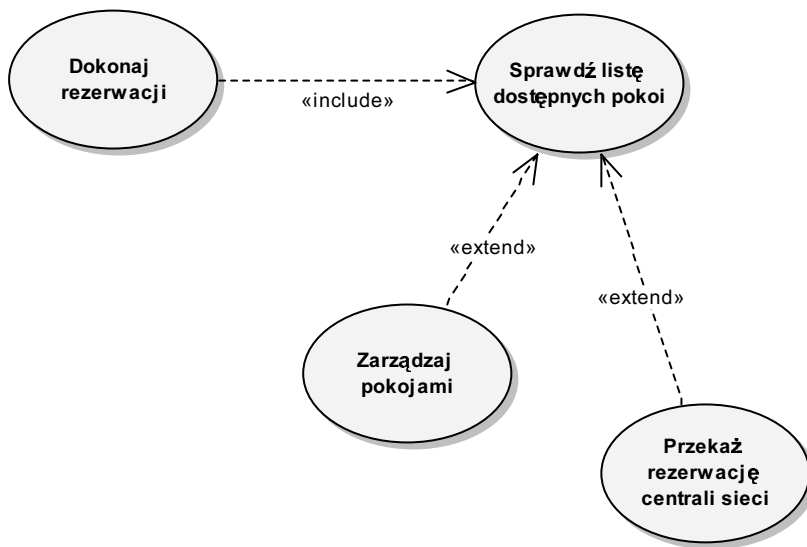
powyższego wycinka DPU *Sprawdzenie listy dostępnych pokoi* nie jest jednoznaczne z *Zarządzaniem pokojami*. System hotelowy, oprócz wyszukiwania pokoi spełniających wyspecyfikowane przez klienta kryteria, musi bowiem uwzględniać takie elementy jak:

- ♦ przypisanie pokojowi innej kategorii,
- ♦ zmiana ceny wynajmu,
- ♦ zmiana statusu pokoju na „dla niepalących”,
- ♦ czasowe wyłączenie pokoju z użytkowania.

Wymienione sytuacje są reprezentowane przez przypadek użycia *Zarządzanie pokojami*.

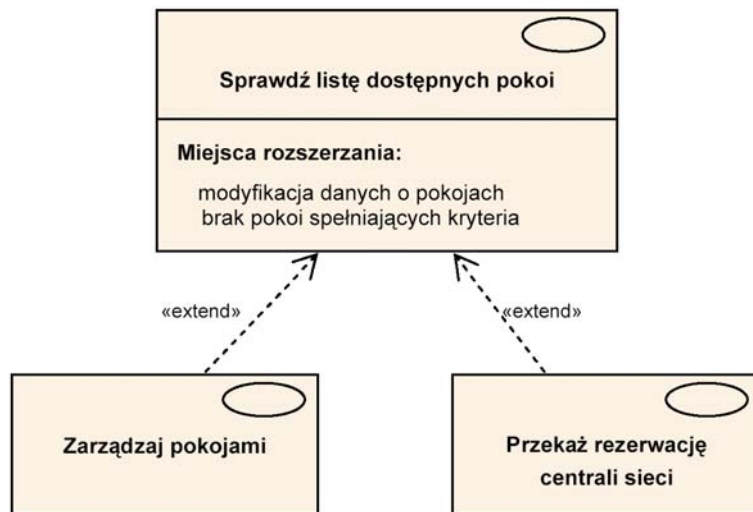
Zależność zawierania jest **skierowana** od przypadku zawierającego do zawieranego, natomiast zależność rozszerzania — od przypadku rozszerzającego do rozszerzanego. Zależności zawierania i rozszerzania występują na diagramach przypadków użycia niezależnie od siebie (rysunek 2.9). Na rysunku tym przypadkiem zawierającym jest przypadek *Dokonaj rezerwacji*. Zawiera on przypadek *Sprawdź listę dostępnych pokoi*. Przypadek ten musi być wykonywany każdorazowo przy realizacji przypadku *Dokonaj rezerwacji*. Z kolei przypadek *Sprawdź listę dostępnych pokoi* może być rozszerzany o funkcjonalność przypadków *Zarządzaj pokojami* i *Przełącz rezerwację centrali sieci*. Są one zatem opcjonalne.

**Rysunek 2.9.**  
Różne rodzaje  
zależności  
stereotypowanych

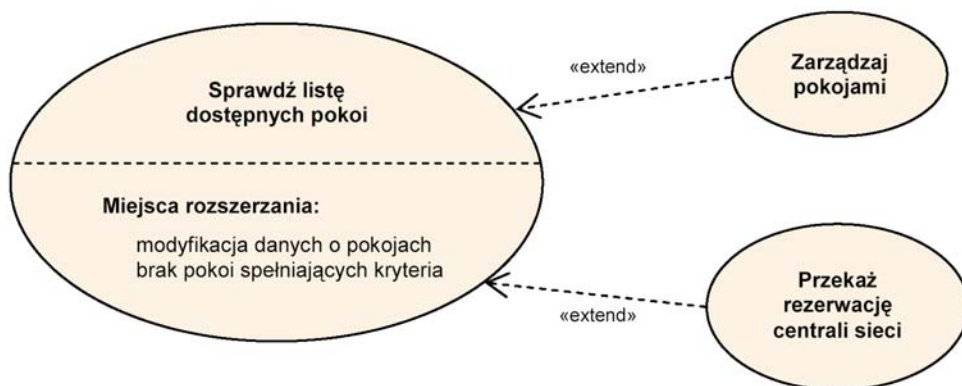


Jak wspomniano, dodatkowa funkcjonalność zawarta w przypadkach rozszerzających nie jest wykonywana automatycznie. Przypadek bazowy może być rozszerzany o przypadki rozszerzające po spełnieniu określonych warunków. Warunki te określa się w przypadku bazowym jako **miejsca rozszerzania** bądź punkty rozszerzania (ang. *extension points*). Po wykonaniu wszelkich działań związanych z rozszerzeniem kontynuowane są działania należące do przypadku bazowego. Zależności rozszerzania zaprezentowane na rysunku 2.9, wzbogacone o miejsca rozszerzania, przedstawia rysunek 2.10.

**Rysunek 2.10.**  
*Miejsca rozszerzania  
w przypadku użycia*



Analogiczne informacje można wnieść do diagramu, stosując alternatywną notację (rysunek 2.11), jak również przy użyciu notatek (rysunek 2.12).



**Rysunek 2.11.** *Miejsca rozszerzania — notacja alternatywna*

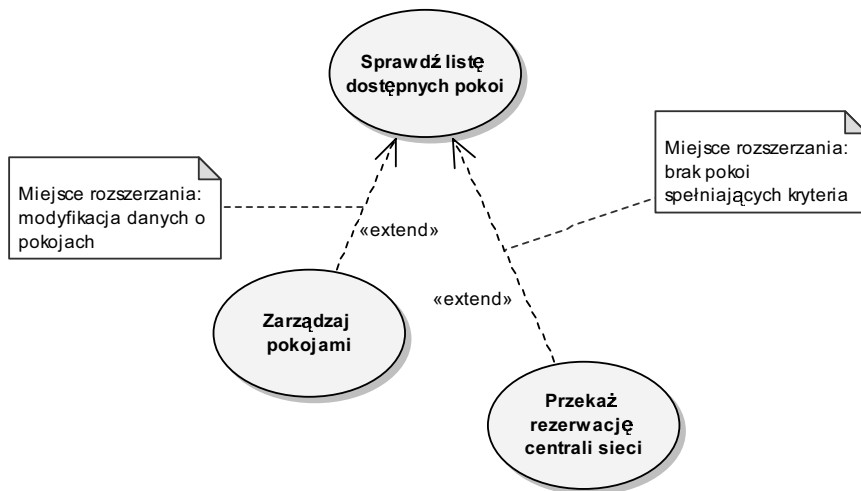
## Uogólnienia

Związki **uogólnienia** (ang. *generalizations*) dotyczą w kontekście charakteryzowanego diagramu zarówno przypadków użycia, jak i aktorów.

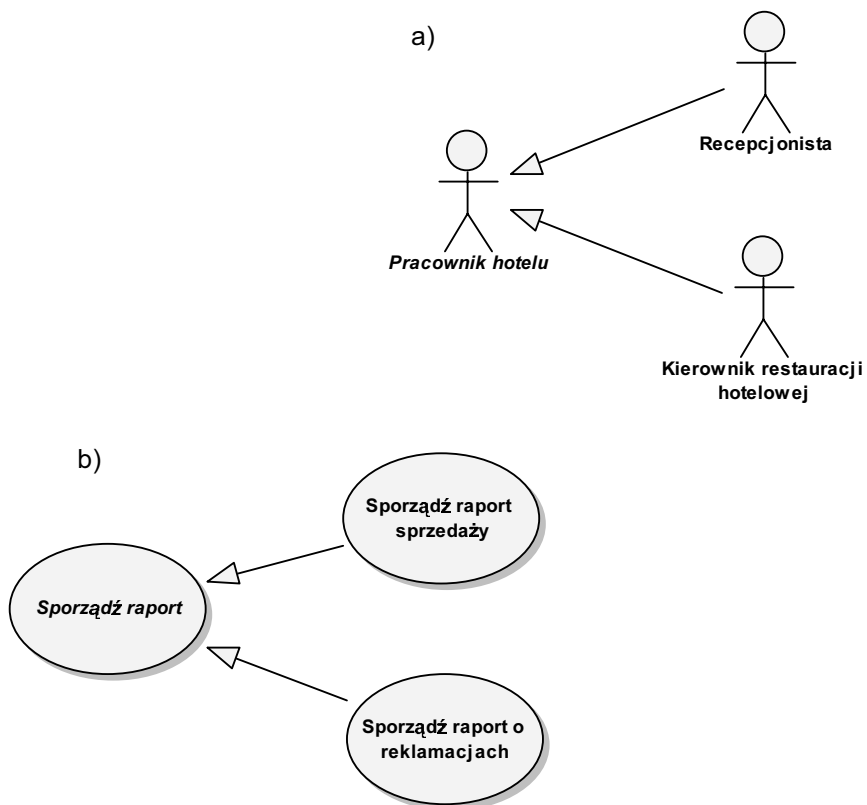


Uogólnienie to związek o charakterze taksonomicznym pomiędzy klasyfikatorem ogólnym a specjalizowanym.

Element specjalizowany z założenia dziedziczy wszelkie cechy elementu ogólnego. Rysunek 2.13a przedstawia przykłady uogólnienia aktorów, podczas gdy rysunek 2.13b — uogólnienia przypadków użycia.



Rysunek 2.12. Notatki w opisie miejsc rozszerzania



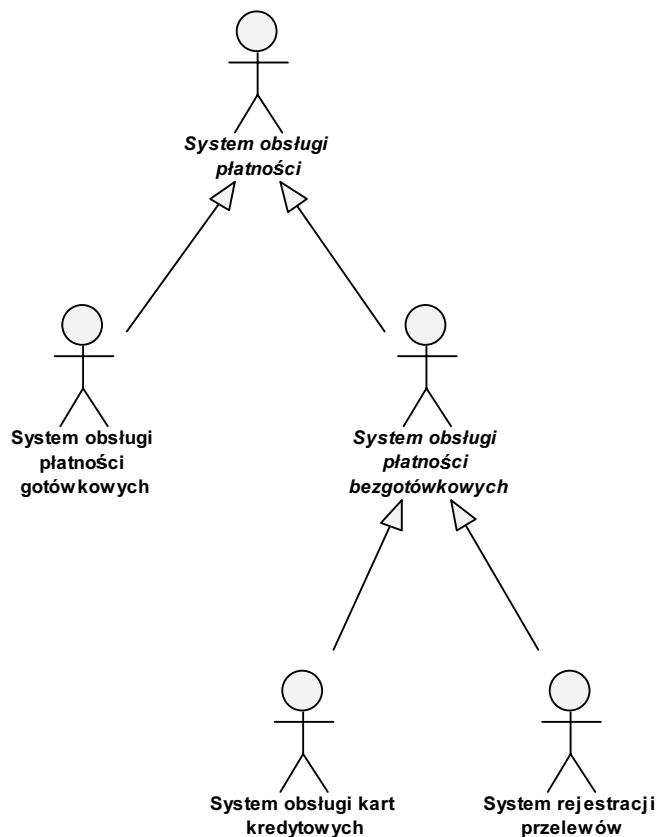
Rysunek 2.13. Przykłady uogólnień

Powyższy rysunek opisuje *Sporządzanie raportu*, przy czym raport sprzedaży charakteryzuje się zarówno cechami podobnymi do raportu o reklamacjach — takimi jak wartość nagłówka, podobna procedura generowania czy analogiczny układ graficzny — jak i cechami odmiennymi, wynikającymi z innych danych źródłowych oraz innego przeznaczenia.

Za pomocą związku uogólnienia można wyrazić zależności o znacznie wyższym stopniu złożoności poprzez wskazanie dalszych elementów dziedziczących. Prowadzi to do powstania **struktury hierarchicznej** przedstawionej na rysunku 2.14.

**Rysunek 2.14.**

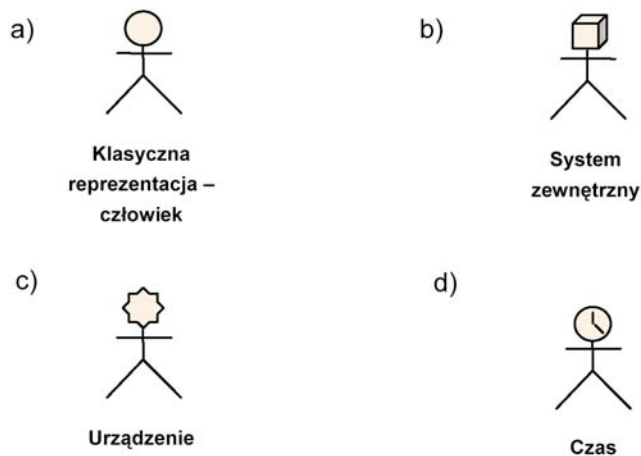
*Hierarchia dziedziczenia wyrażona poprzez związki uogólnienia*



## Rodzaje aktorów

Język UML jest elastyczny, co przejawia się między innymi w umożliwieniu wprowadzania nowych pojęć oraz oznaczeń zwanych **stereotypami**. W odniesieniu do diagramów przypadków użycia ta cecha języka UML pozwala np. wprowadzać różnorodność w oznaczaniu aktorów. Notacja aktorów może w szczególności przybrać postać stereotypów graficznych. I tak uzasadnione jest wyróżnienie czterech rodzajów aktorów (rysunek 2.15):

**Rysunek 2.15.**  
Stereotypy graficzne aktorów



- ♦ ludzi oraz zespołów,
- ♦ systemów zewnętrznych,
- ♦ urządzeń,
- ♦ czasu.

Alternatywą dla stereotypów graficznych, będących odpowiednikami ikon, są opisy tekstowe umieszczone w podwójnych nawiasach trójkątnych — np. aktor, który jest systemem zewnętrznym, może dodatkowo mieć oznaczenie «system». Takie oznaczenie zamieszczono chociażby na rysunku 2.19. Szczególnie istotne znaczenie ma możliwość umieszczania na diagramie przypadków użycia **czasu**, determinującego przede wszystkim rozpoczęcie bądź zakończenie jakiegoś okresu. Uprozczone diagramy przypadków użycia, na których aktorami są odpowiednio: ludzie, czas, urządzenia oraz systemy zewnętrzne, przedstawiono na rysunku 2.16.

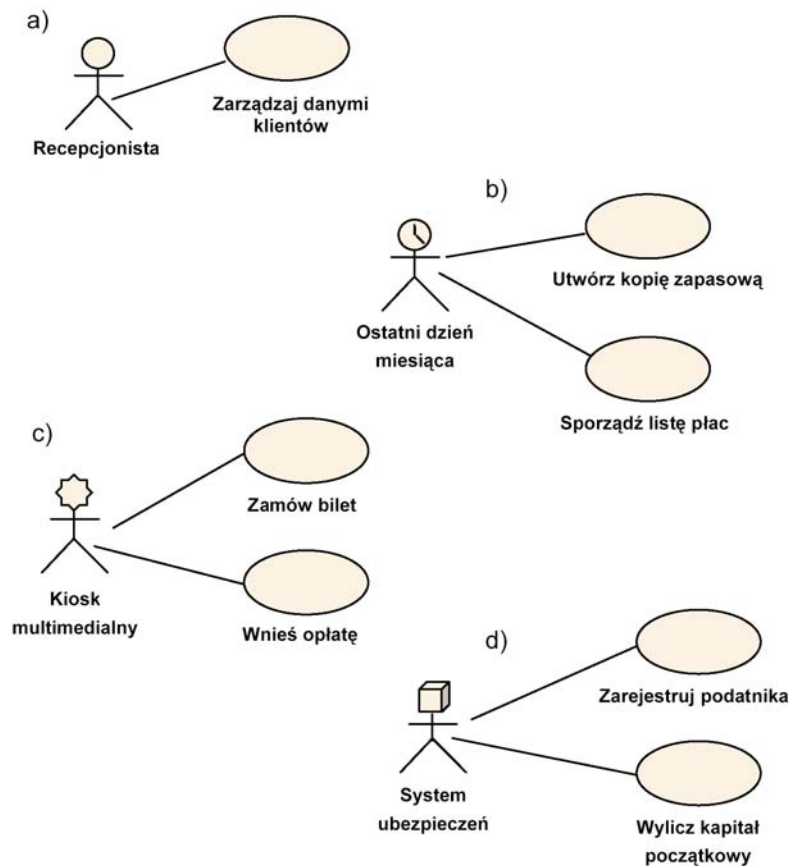
Tekstową odmianę stereotypów zaprezentowano na rysunku 2.17, zachowując analogię do aktorów z rysunku 2.16.

## Liczebność

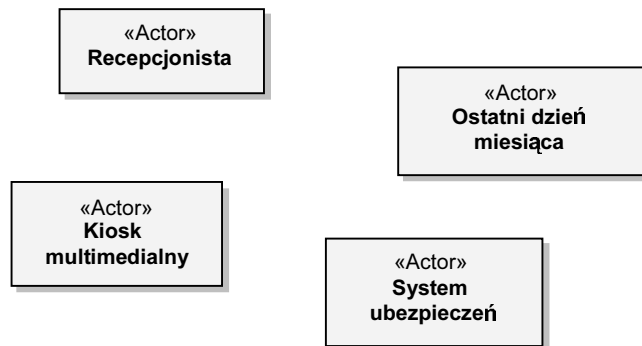
Diagramy przypadków użycia pozwalają na określenie **liczebności** (ang. *multiplicity*) końcówek związku asocjacji pomiędzy aktorami i przypadkami użycia. W nawiązaniu do przykładu aukcji, omawianą sytuację można przedstawić w sposób zaprezentowany na rysunku 2.18.

Diagram ten odwołuje się ponownie do wybranego wycinka mechanizmu funkcjonowania aukcji internetowej, wskazując, że z pojedynczym *Uczestnikiem* związany jest jeden i tylko jeden przypadek użycia *Dokonaj rejestracji*. Funkcjonalność związana z *Wyszukiwaniem artykułu*, *Licytowaniem* czy też *Dokonywaniem transakcji* w odniesieniu do pojedynczego aktora może być inicjowana wielokrotnie. W szczególnym przypadku może nigdy nie zostać wykorzystana.

**Rysunek 2.16.**  
Zastosowanie  
stereotypów  
graficznych aktorów

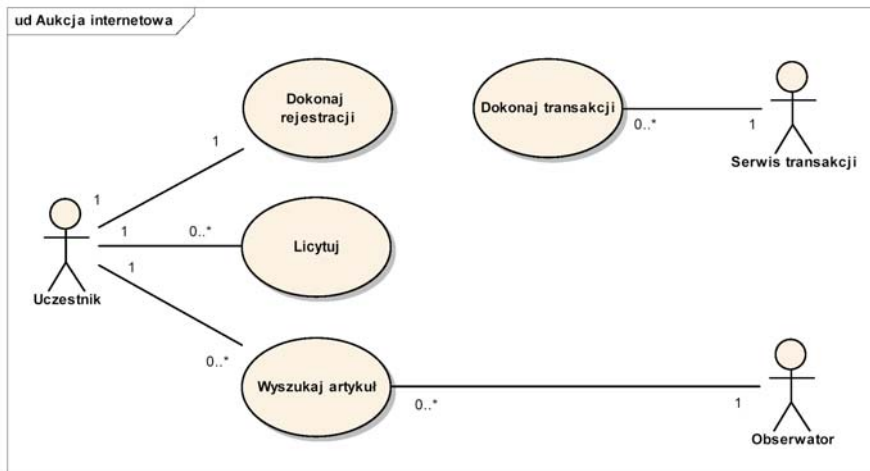


**Rysunek 2.17.**  
Stereotypy tekstowe  
aktorów



## Nawigacja

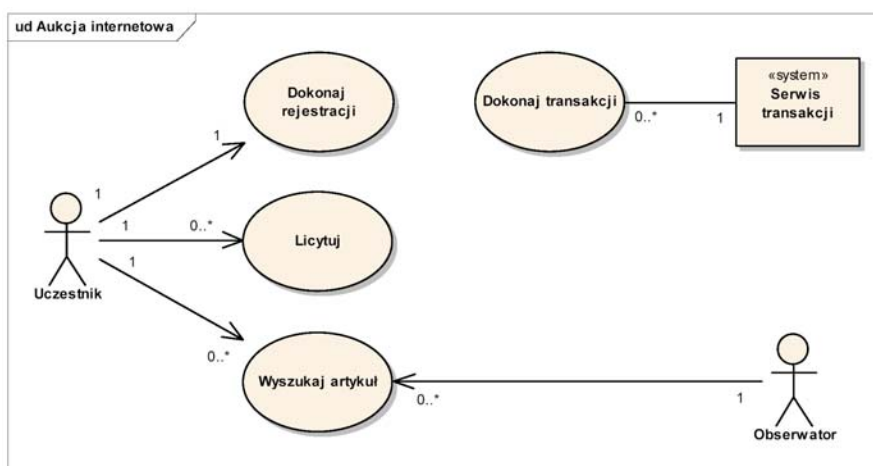
Asocjacje na diagramach przypadków użycia są zawsze **binarne**, łącząc w każdym przypadku dwie instancje klasyfikatorów, tj. aktora oraz przypadek użycia. Jak zasygnalizowano wcześniej, związki pomiędzy aktorami i przypadkami użycia obrazują



**Rysunek 2.18.** Liczebność na diagramach przypadków użycia

wzajemną interakcję, a nie przepływy danych — stąd z zasady asocjacje nie są oznaczane strzałkami. Jednak dla podkreślenia strony inicjującej dodatkowo asocjację można wzbogacić o wskazanie kierunku nawigacji (ang. *navigability*) w postaci strzałki.

I tak asocjację ze wskazaniem kierunku **nawigacji** na diagramie przypadków użycia przedstawia rysunek 2.19. Aktora *Serwis transakcji* przedstawiono na nim za pomocą stereotypu tekstowego. Stroną inicjującą interakcję z systemem w przypadku *Dokonowywania rejestracji*, *Licytowania* oraz *Wyszukiwania artykułu* jest zawsze *Uczestnik* bądź *Obserwator* aukcji. W odniesieniu do przypadku *Dokonaj transakcji* zastosowanie tej prawidłowości byłoby już nieuzasadnione. Oczywiście oznaczanie nawigacji jest opcjonalne i stosowane tylko wtedy, gdy funkcja inicjatora przypadku użycia lub aktora jest istotna i wymaga udokumentowania na diagramie.



**Rysunek 2.19.** Nawigacja na diagramach przypadków użycia



## Realizacja

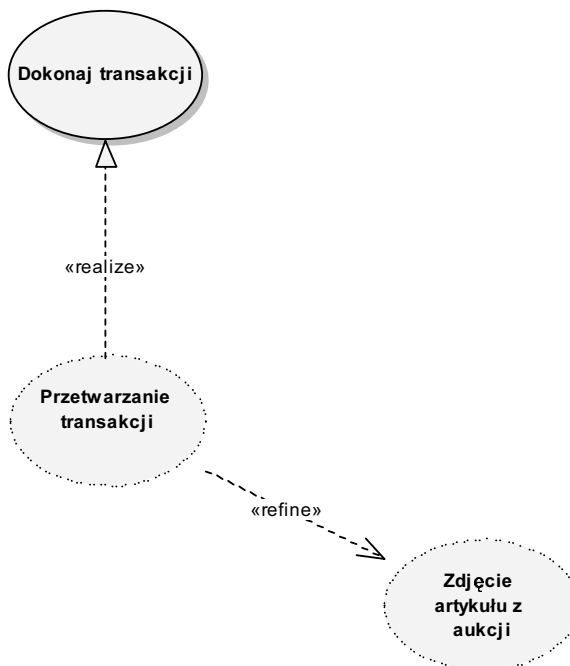
Ostatnim rodzajem związków używanych w języku UML są **realizacje** (ang. *realizations*).



Realizacja to związek znaczeniowy między klasyfikatorami, z których jeden określa kontrakt, a drugi zapewnia wywiązanie się z niego.

Związki realizacji w odniesieniu do przypadków użycia pozwalają modelować relacje występujące pomiędzy ogólnym, funkcjonalnym opisem systemu w postaci diagramów przypadków użycia a jego wdrożeniem. W ten sposób diagram przypadków użycia zostaje jawnie powiązany z innymi diagramami (zarówno statycznymi, jak i dynamicznymi), które zawierają informacje niezbędne do jego poprawnego rozwinięcia i implementacji. Modele opisujące wdrożenie przypadku użycia określane są mianem **współdziałań** (ang. *cooperations*). Współdziałania można łączyć w ciągi coraz bardziej szczegółowych, dalej idących specyfikacji za pomocą zależności stereotypowej *«refine»* (rysunek 2.20), która wskazuje, że element źródłowy jest bardziej szczegółowy niż element docelowy.

**Rysunek 2.20.**  
*Związek realizacji*



## Przypadki użycia typu CRUD

Wiele przypadków użycia wiąże się z przechowywaniem i użytkowaniem danych. Typową funkcjonalnością takich przypadków użycia jest tworzenie, aktualizowanie, usuwanie i wyszukiwanie danych. Jest to znana z baz danych konwencja CRUD:

- ♦ *Create* — tworzenie, wprowadzanie;
- ♦ *Read* — odczytywanie, wyszukiwanie;
- ♦ *Update* — aktualizacja, modyfikowanie;
- ♦ *Delete* — usuwanie, skreślanie.

Osoba odpowiedzialna za identyfikację i specyfikację przypadków użycia, w odniesieniu do przypadków użycia typu CRUD ma do wyboru dwie drogi postępowania. I tak w przypadku zamówienia może ona wybrać jedną z dwóch możliwości:

- ♦ zaprojektować elementarne przypadki użycia *Wprowadź zamówienie*, *Wyszukaj zamówienie*, *Aktualizuj zamówienie*, *Usuń zamówienie*;
- ♦ wyspecyfikować uogólniony przypadek użycia *Zarządzaj zamówieniami* lub *Utrzymuj dane zamówienia*.

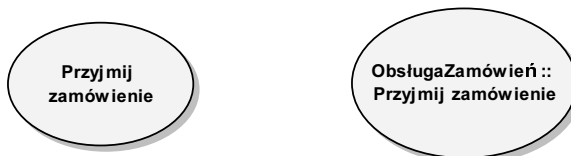
Wybór jednego z tych podejść uzależniony jest od liczby interakcji aktora z systemem, niezbędnych do wykonania ww. przypadków użycia.

## Stosowanie nazw ścieżkowych

Nazwa przypadku użycia może być prosta lub ścieżkowa. Nazwa prosta jest rutynowym sposobem określania przypadków użycia, natomiast w ramach stosowania nazwy ścieżkowej nazwę przypadku użycia poprzedza nazwa **pakietu**, w którym dany przypadek użycia się znajduje (rysunek 2.21).

**Rysunek 2.21.**

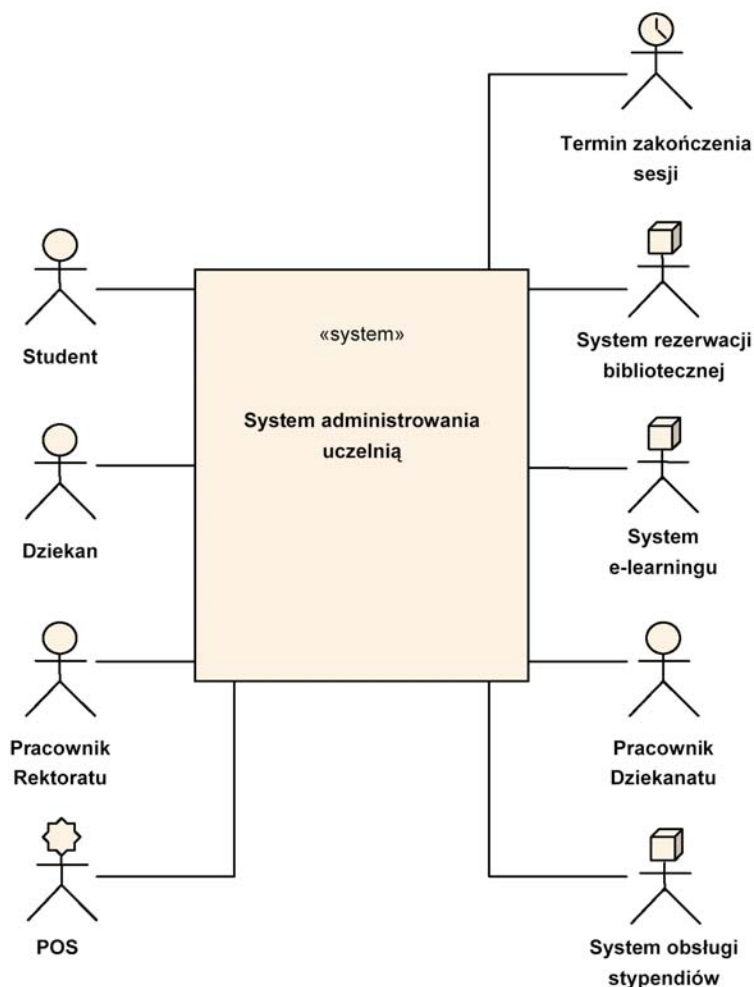
*Nazwa prosta  
a nazwa ścieżkowa*



## Diagram kontekstowy

W odniesieniu do diagramu przypadków użycia zastosować można znane z podejścia strukturalnego pojęcie **diagramu kontekstowego**. Stanowi on zestawienie aktorów będących w interakcji z danym systemem traktowanym w kategorii pojedynczego procesu. Przykład diagramu kontekstowego przedstawia rysunek 2.22.

Diagramy kontekstowe mogą okazać się pomocne w **identyfikacji** zbiorowości aktorów przed sporządzeniem pełnego DPU. Powyższy rysunek wykorzystuje ponadto urozmaicone stereotypy aktorów celem pełniejszego oddania otoczenia systemu. Do aktorów osobowych zaliczyć należy *Studenta*, *Pracownika rektoratu*, *Pracownika dziekanatu*, jak i samego *Dziekana*. *System administrowania uczelnią* współpracuje z kilkoma systemami zewnętrznymi, do których zaliczyć należy: *System rezerwacji bibliotecznej*, *System e-learningu* oraz *System obsługi stypendiów*. Bardzo istotny w odniesieniu do funkcjonowania uczelni jest aspekt czasu, którego elementami kulminacyjnymi są *Terminy*

**Rysunek 2.22.***Diagram kontekstowy*

*zakończenia sesji.* W tym okresie występuje zwiększona aktywność dziekanatów i innych jednostek organizacyjnych, związana chociażby z rejestracją protokołów egzaminacyjnych i zaliczeniowych, przeprowadzaniem egzaminów dyplomowych i magisterskich wraz z wystawianiem dyplomów ukończenia studiów, czy też rozliczeniami z filiami głównej biblioteki uczelni i bibliotekami wydziałowymi. Natomiast w miarę upowszechniania się nowoczesnych form płatności jednym z najintensywniej wykorzystywanych urządzeń jest terminal POS (*Point of Sale*), który umożliwia regulowanie zobowiązań wobec uczelni z wykorzystaniem kart płatniczych.

## Dokumentacja przypadków użycia

Diagramy przypadków użycia przedstawiają bardzo ogólny obraz systemu, stanowiąc punkt startowy jego tworzenia, lecz nie pozwalając na przedstawienie wielu istotnych informacji, które są niezbędne w realizacji dalszych faz cyklu życia systemu. Stąd

każdy przypadek użycia powinien być uzupełniony o stosowną dokumentację, charakteryzującą **scenariusze** tego przypadku użycia (ang. *use-case scenarios*). Ma to krytyczne znaczenie podczas modelowania systemów rozbudowanych.

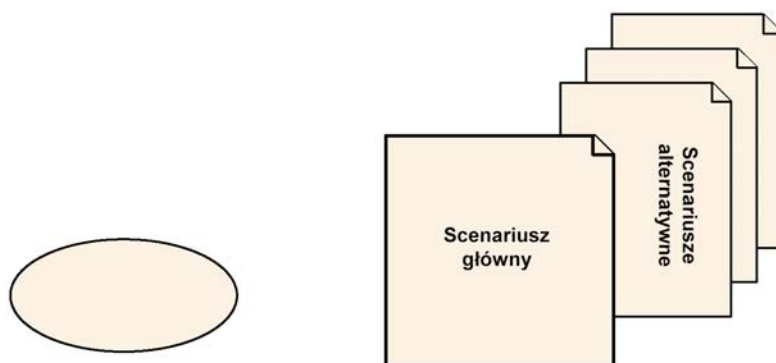


Scenariusz stanowi określony ciąg akcji dokumentujący zachowanie.

Dla danego przypadku użycia zawsze należy wyróżnić scenariusz **główny**. Dokumentacja przypadku użycia może ponadto zawierać scenariusze **alternatywne** (rysunek 2.23). Łącznie scenariusze te precyzyjnie opisują pełną funkcjonalność reprezentowaną przez dany przypadek użycia. W praktycznych zastosowaniach występują sytuacje zdeterminowane, charakteryzujące się niewystępowaniem alternatyw. Naturalnie w takich przypadkach opisuje się wyłącznie scenariusz główny.

### Rysunek 2.23.

*Przypadek użycia  
i jego scenariusze*



Istnieje szereg sposobów dokumentowania każdego przypadku użycia. Liczba uwzględnianych detali może wahać się w zależności od istotności danego przypadku użycia oraz ryzyka z nim związanego. Opisy te mogą przybrać postać:

- ♦ niesformalizowanego tekstu,
- ♦ formalnego tekstu strukturalnego,
- ♦ pseudokodu,
- ♦ tabeli (tabela 2.2).

Scenariuszowi głównemu odpowiada sekwencja interakcji wymienionych w wierszu „Główny przepływ zdarzeń” szablonu dokumentacji. Z kolei scenariusze alternatywne powstają na zasadzie kombinacji zdarzeń składających się na główny przepływ zdarzeń oraz zdarzeń wymienionych w wierszu „Alternatywne przepływy zdarzeń”.

Na podstawie propozycji szablonu stosowanego do tabelarycznego dokumentowania przypadku użycia, który to szablon przedstawia tabela 2.2, opracowano scenariusze przypadku użycia *Anuluj rezerwację*. Jest to jeden z wielu przypadków użycia systemu hotelowego. Mimo że jest to przypadek względnie nieskomplikowany, przedstawia

funkcjonalność, która musi koniecznie zostać zaimplementowana w systemie. Jak można zaobserwować na diagramie, ze wspomnianym przypadkiem użycia komunikują się aktorzy *Recepcjonista* oraz *Kierownik recepcji*. Dokumentacja szczegółowo opisuje główny scenariusz przypadku użycia oraz wskazuje alternatywne przebiegi zdarzeń (tabela 2.3). Do ważnych elementów dokumentacji należą ponadto:

- ♦ warunek wstępny, który określa, że co najmniej jeden pokój lub apartament hotelowy musi być zarezerwowany;
- ♦ warunek końcowy, wskazujący, że po wykonaniu funkcjonalności związanej z tym przypadkiem użycia system odnotuje pokój lub (i) apartament jako dostępny.

**Tabela 2.2.** Szablon dokumentacji przypadku użycia

Nazwa:	Pełna nazwa przypadku użycia
Numer:	Numer identyfikacyjny przypadku użycia
Twórca:	Dane twórcy przypadku użycia, np. imię, nazwisko, stanowisko
Poziom ważności:	Określenie poziomu ważności przypadku z perspektywy użytkownika, np. niski, średni, wysoki
Typ przypadku użycia:	Określenie typu przypadku użycia z punktu widzenia jego złożoności oraz ważności dla zaspokojenia potrzeb użytkownika, np. ogólny/szczegółowy; niezbędny/istotny/przeciętnie istotny/moło istotny
Aktorzy:	Lista aktorów będących w związku z przypadkiem użycia
Krótki opis:	Krótką, ogólną charakterystyką przypadku użycia
Warunki wstępne:	Charakterystyka koniecznych warunków inicjujących przypadek
Warunki końcowe:	Charakterystyka stanu systemu po realizacji przypadku użycia
Główny przepływ zdarzeń:	Wypunktowana i scharakteryzowana lista przebiegów zdarzeń zachodzących podczas realizacji przypadku użycia; scenariusz główny
Alternatywne przebiegi zdarzeń:	Wypunktowana i scharakteryzowana lista możliwych, alternatywnych przebiegów zdarzeń przypadku użycia
Specjalne wymagania:	Wypunktowana i scharakteryzowana lista dodatkowych zidentyfikowanych wymagań niefunkcyjnych, które mogą być istotne przykładowo podczas projektowania czy kodowania
Notatki i kwestie:	Lista wszelkich komentarzy dotyczących przypadku użycia i lista pozostałych otwartych kwestii, które powinny zostać rozwiązane wraz z propozycjami osób, które mogłyby je rozwiązać

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [RUP-2003]

Konsekwentne dokumentowanie poszczególnych przypadków użycia prowadzi do odnajdywania nieścisłości i przeoczeń powstałych podczas tworzenia wstępnej wersji diagramu przypadków użycia.

**Tabela 2.3.** Dokumentacja przypadku użycia „Anuluj rezerwację”

Nazwa:	Anuluj rezerwację
Numer:	5
Twórca:	Anna Krotoszyńska — Projektant
Poziom ważności:	Średni
Typ przypadku użycia:	Ogólny
Aktorzy:	Recepcjonista, Kierownik recepcji
Krótki opis:	Anulowanie istniejącej rezerwacji pokoju lub apartamentu
Warunki wstępne:	Co najmniej jeden pokój lub apartament hotelowy musi być zarezerwowany
Warunki końcowe:	System odnotowuje pokój lub (i) apartament jako dostępny
Główny przepływ zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recepcjonista weryfikuje rezerwację, uruchamiając funkcję „Rezerwację”</li> <li>2. System wyświetla okno z informacjami o rezerwacjach (pokoje i apartamenty hotelowe)</li> <li>3. Pracownik recepcji zaznacza rezerwację do anulowania i uruchamia funkcję „Anuluj rezerwację”</li> <li>4. System wyświetla komunikat „Czy anulować zaznaczone rezerwacje?”</li> <li>5. Pracownik recepcji potwierdza operację anulowania zaznaczonych rezerwacji</li> <li>6. System potwierdza wykonanie operacji komunikatem „Anulowano wybrane rezerwacje” i odświeża ekran monitora</li> </ol>
Alternatywne przepływy zdarzeń:	<ol style="list-style-type: none"> <li>2a. System wyświetla komunikat „Brak rezerwacji”</li> <li>3a. Pracownik recepcji rezygnuje z anulowania rezerwacji</li> <li>3b. Jeśli podczas rezerwacji podany został adres e-mail, pracownik może wysłać do klienta pocztą elektroniczną informację o anulowaniu rezerwacji</li> </ol>
Specjalne wymagania:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wysoka niezawodność systemu</li> <li>2. Czas przetwarzania operacji anulowania rezerwacji nie może przekroczyć 5 sekund</li> </ol>
Notatki i kwestie:	Brak

## Proces tworzenia diagramu przypadków użycia

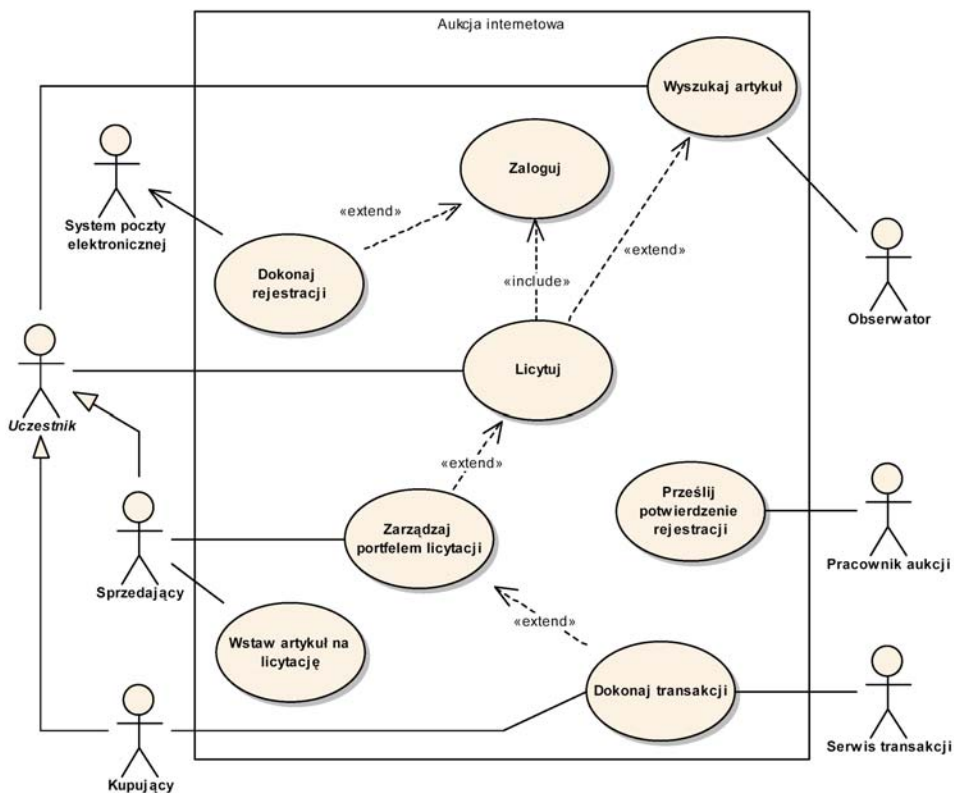
Proces tworzenia diagramu przypadków użycia jest procesem iteracyjnym. Kluczowe znaczenie przypisać należy następującym **etapom**:

1. identyfikacji aktorów,
2. opcjonalnemu opracowaniu diagramu kontekstowego,
3. identyfikacji przypadków użycia,

4. opracowaniu związków — w szczególności asocjacji,
5. wykorzystaniu wszystkich kategorii zaawansowanych do opracowania diagramu przypadków użycia,
6. udokumentowaniu przypadków użycia z wykorzystaniem szablonów.

## Studium diagramu przypadków użycia

Omówione wcześniej (w punktach *Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna* oraz *Zaawansowane składniki diagramu*) podstawowe oraz zaawansowane elementy DPU zawiera rysunek 2.24, przedstawiający system aukcji internetowej. Umożliwia on sprzedaż różnych artykułów w drodze licytacji. Aby licytacja mogła się odbyć, zarówno *Sprzedający*, jak i artykuł — który później staje się przedmiotem licytacji — muszą być zarejestrowane w systemie. Podczas licytacji system aukcji zatwierdza kwoty proponowane przez *Kupujących*. Jeśli podczas licytacji artykuł znajdzie nabywcę, *Kupujący* ustala z nim szczegóły płatności oraz przesyłki. W przeciwnym razie *Sprzedający* może usunąć artykuł z bazy systemu lub wystawić artykuł na nowej *Licytacji*.



Rysunek 2.24. System aukcji internetowej

Aktorzy *Kupujący* oraz *Sprzedający* są uszczegółowieniami abstrakcyjnego aktora *Uczestnik*. Oprócz wymienionych, na diagramie przypadków użycia systemu aukcji internetowej zaprezentowano czterech innych aktorów. I tak aktor *Serwis transakcji* reprezentuje zewnętrzny system informatyczny obsługujący transakcje. Aktor *Pracownik aukcji* wykorzystuje funkcjonalność związaną z potwierdzaniem rejestracji *Sprzedających*. Polega ona, między innymi, na pobraniu właściwych danych powstałych podczas rejestracji *Sprzedającego*, w tym kodu sprzedaży. Po wydrukowaniu odpowiedniego dokumentu jest on przesyłany tradycyjną pocztą na adres *Sprzedającego*. Kolejny aktor przedstawiony na diagramie, *Obserwator*, może wyłącznie wyszukiwać artykuły w katalogu aukcji. Nieosobowym aktorem jest *System poczty elektronicznej*. Rola ta jest powiązana z przypadkiem *Dokonaj rejestracji*, ponieważ system wysyła potwierdzenie rejestracji przez Internet.

*Sprzedający* korzysta z funkcjonalności aż siedmiu przypadków użycia. I tak może on:

- ♦ *Dokonać rejestracji* na aukcji;
- ♦ *Wstawić artykuł* na licytację;
- ♦ przeglądać ofertę aukcji poprzez *Wyszukiwanie artykułów* będących przedmiotem licytacji;
- ♦ *Logować się* do systemu, dzięki czemu po identyfikacji może on aktywnie uczestniczyć w licytacjach i proponować kwoty — a zatem *Licytować*;
- ♦ *Zarządzać portfelem licytacji*;
- ♦ *Dokonywać transakcji* przy współudziale nieosobowego aktora *Serwis transakcji*.

Z kolei *Kupujący* może korzystać z funkcjonalności wszystkich przypadków użycia udostępnionych *Sprzedającemu* z wyłączeniem przypadków użycia *Zarządzaj portfelem licytacji* oraz *Wstaw artykuł na aukcję*.

## Podstawowe pojęcia

Aktor	Liczebność
Nieosobowy	Miejsce rozszerzania
Osobowy	Nawigacja
Diagram kontekstowy	Nazwa ścieżkowa
Diagram przypadków użycia	Notatka
Definicja	Pakiet
Proces tworzenia	Przeływ zdarzeń
Dziedzina przedmiotowa	Alternatywny
Granica obszaru zastosowań	Główny

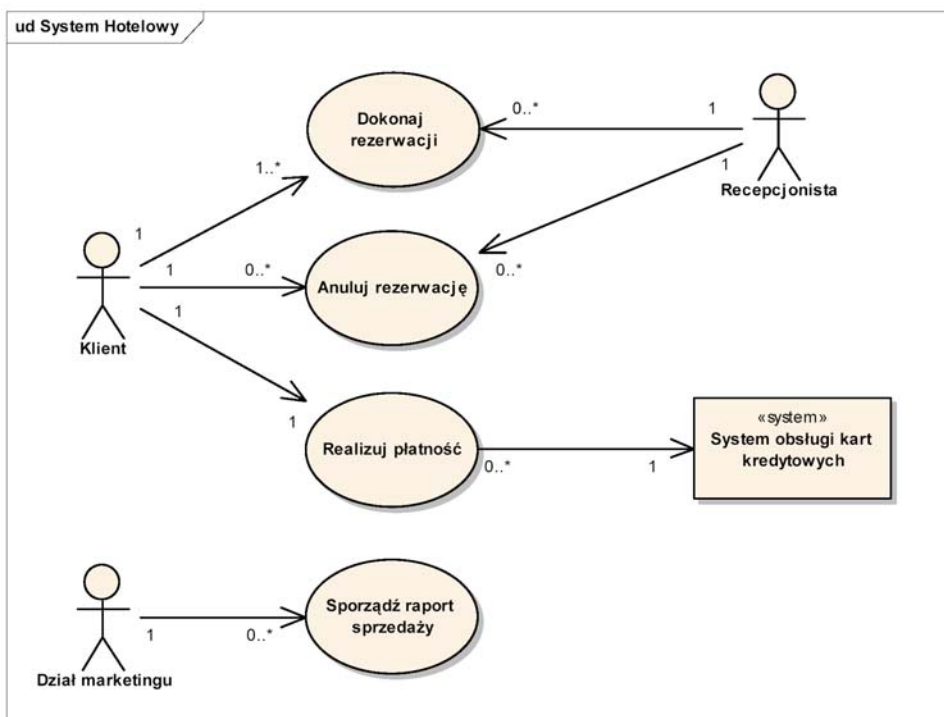


Przypadek użycia	Stereotyp
Biznesowy	Udziałowiec systemu
Rozszerzający	Współdziałanie
Rozszerzany	Wymaganie
Systemowy	Związek
Typu CRUD	Asocjacja
Zawierający	Realizacja
Zawierany	Uogólnienie
Scenariusz	Zależność
Scenariusz główny	Zależność rozszerzania
Scenariusze alternatywne	Zależność zawierania

## Pytania i zadania

1. Diagramy przypadków użycia pełnią bardzo ważną rolę w procesie tworzenia systemu. Jak jest uzasadnienie ich stosowania?
2. Zdefiniuj i zinterpretuj następujące pojęcia:
  - ♦ diagram przypadków użycia,
  - ♦ przypadek użycia,
  - ♦ aktor,
  - ♦ związek.
3. Wymień podstawowe kategorie aktorów w diagramach przypadków użycia. Podaj przykłady.
4. Wyjaśnij zależności pomiędzy pojęciami:
  - ♦ asocjacja,
  - ♦ związek.
5. Przedstaw podstawowe przypadki użycia związane ze studentem w systemie obsługi dziekanatu.
6. Naszkicuj kompletny diagram przypadków użycia opisujący funkcjonowanie dziekanatu. Szczególną uwagę poświęć identyfikacji innych aktorów.
7. W jaki sposób można określić zakres systemu na diagramie przypadków użycia? Zaproponuj sposób zaprezentowania na tym diagramie podziału systemu na podsystemy.

8. Wyjaśnij istotę zależności rozszerzania, zawierania oraz uogólnień. Czym różni się zależność rozszerzania od zależności zawierania?
9. Wskaż kilka sposobów specyfikowania miejsc rozszerzania na diagramach przypadków użycia. Który z nich uznałbyś za najefektywniejszy i dlaczego?
10. W jakich sytuacjach zasadne jest zastosowanie zależności zawierania?
11. Jakie kategorie pojęciowe diagramów przypadków użycia można opisywać z wykorzystaniem związku uogólnienia? Podaj przykłady.
12. Uzasadnij znaczenie stereotypów w kontekście specyfikowania aktorów.
13. Wyjaśnij zależności pomiędzy pojęciami:
  - ♦ realizacja,
  - ♦ współdziałanie.
14. Wymień wszystkie elementy zaprezentowane na diagramie zamieszczonym na rysunku 2.25:



**Rysunek 2.25.** Rezerwacje w systemie hotelowym

15. Do jakiej kategorii modelowania diagramów przypadków użycia odnoszą się pojęcia liczebności oraz nawigacji?
16. Jakie dodatkowe informacje wnoszą do diagramu nazwy ścieżkowe?

17. Rozwiń skrót CRUD.
18. Uzasadnij zastosowanie diagramów kontekstowych. Wyszukaj w literaturze nazwę metodyki, w której po raz pierwszy wprowadzono pojęcie diagramu kontekstowego oraz nazwisko jej autora.
19. Jakie są wspólne elementy diagramów kontekstowych i pełnego DPU?
20. Wyjaśnij pojęcie scenariusza. Wymień rodzaje scenariuszy.
21. W jakich postaciach dokumentować można przypadki użycia?
22. Opracuj dokumentację dla dwóch wybranych przypadków użycia z diagramu przedstawiającego system obsługi hurtowni (rysunek 2.6).
23. Który wiersz tabelarycznego szablonu dokumentacji przypadku użycia odpowiada scenariuszowi głównemu?
24. Opracuj dokumentację przypadku użycia typu CRUD niezbędnego do zarządzania kontami klientów w systemie bankowym.
25. Korzystając z dokumentacji opracowanej zgodnie z poleceniem z poprzedniego punktu, zaprojektuj elementarne, specjalizowane przypadki użycia reprezentujące funkcjonalność niezbędną do zarządzania kontami klientów w systemie bankowym.
26. Wyjaśnij i uzasadnij przebieg procesu tworzenia diagramu przypadków użycia.

