POLSKO-JAPOŃSKA AKADEMIA TECHNIK KOMPUTEROWYCH

Modelowanie i Analiza Systemów informacyjnych (MAS)

dr inż. Mariusz Trzaska
mtrzaska@pjwstk.edu.pl

Wykład 5

Realizacja asocjacji w obiektowych językach programowania (1)

Zagadnienia

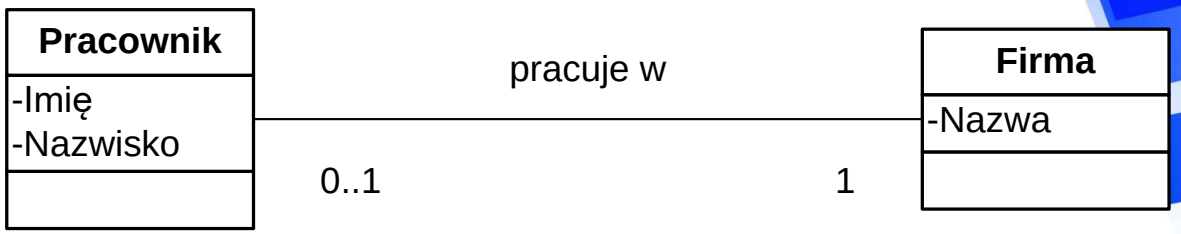
- Wstęp teoretyczny
- Implementacja asocjacji:
  - Przy pomocy identyfikatorów,
  - Korzystając z natywnych referencji.
- Implementacja asocjacji:
  - ze względu na liczności,
  - binarnych,
  - z atrybutem,
  - kwalifikowanych,
  - n-arnych,
- Implementacja agregacji,
- Implementacja kompozycji,
- Uniwersalne zarządzanie asocjacjami,
- Podsumowanie

Powiązania i Asocjacje

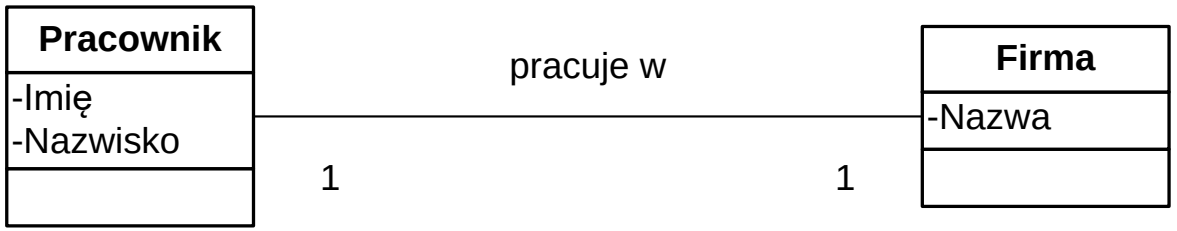
- Powiązanie. Zależność łącząca obiekty.
- Powiązania binarne.
- Asocjacja. Opis grupy powiązań o tej samej semantyce i strukturze.
- Służą do opisu zależności pomiędzy klasami.
- Powiązanie jest wystąpieniem asocjacji (tak jak obiekt jest wystąpieniem klasy).

Liczności asocjacji

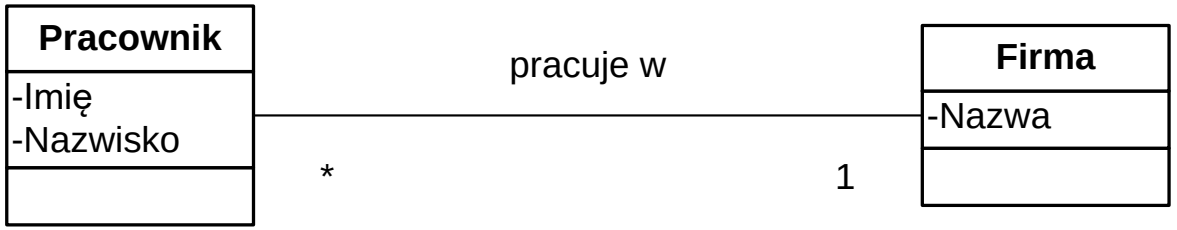
- 1 do 0, 1



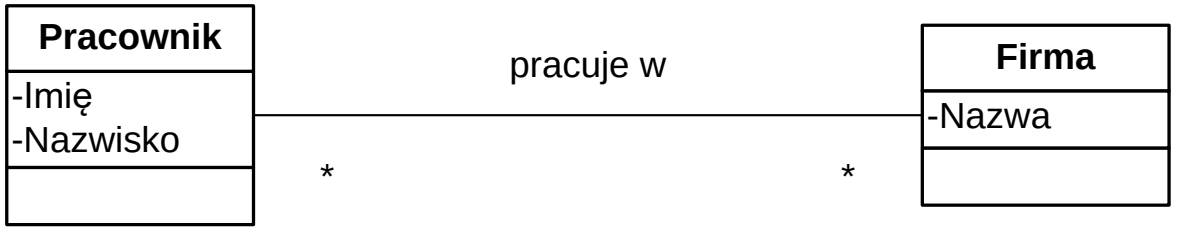
- 1 do 1



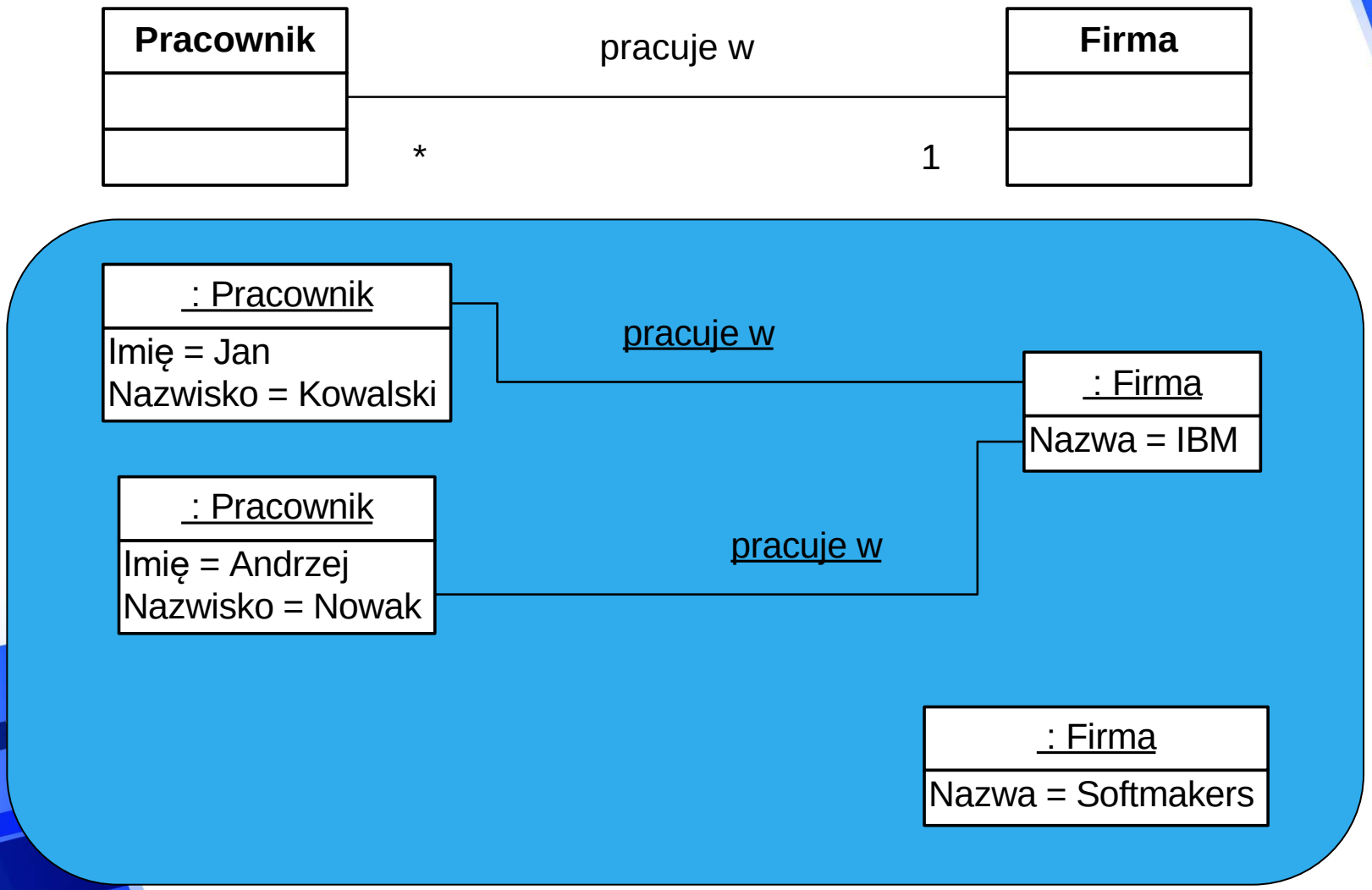
- 1 do *



- * do *

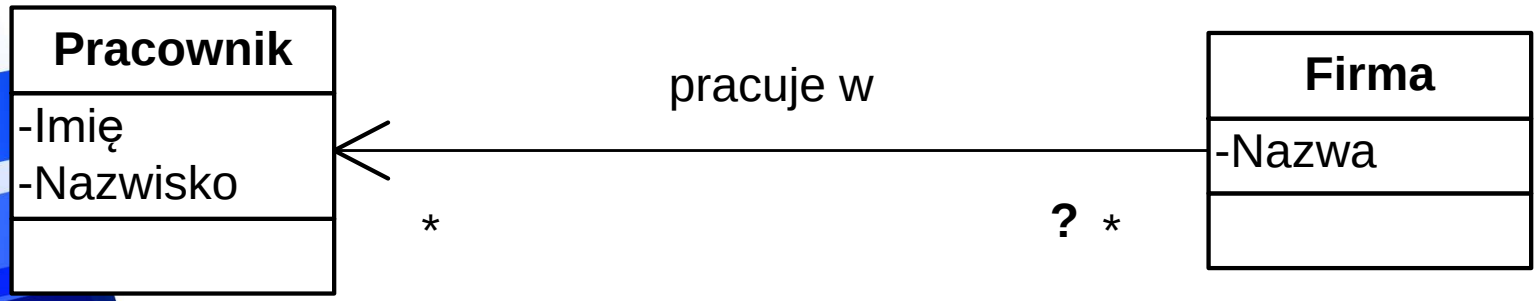


Powiązania i Asocjacje - przykład



Asocjacja skierowana

- Informacja biznesowa (zależność) jest przechowywana tylko w jednym kierunku.
- Zastosowania?
- Użyteczność?

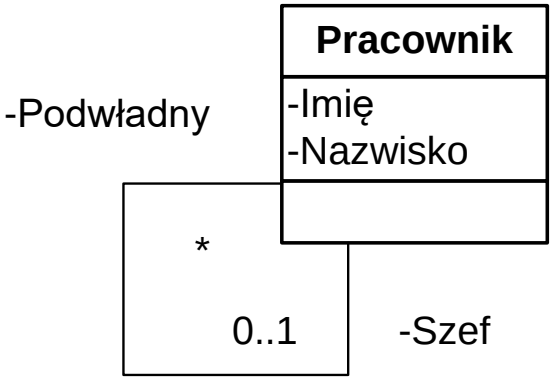


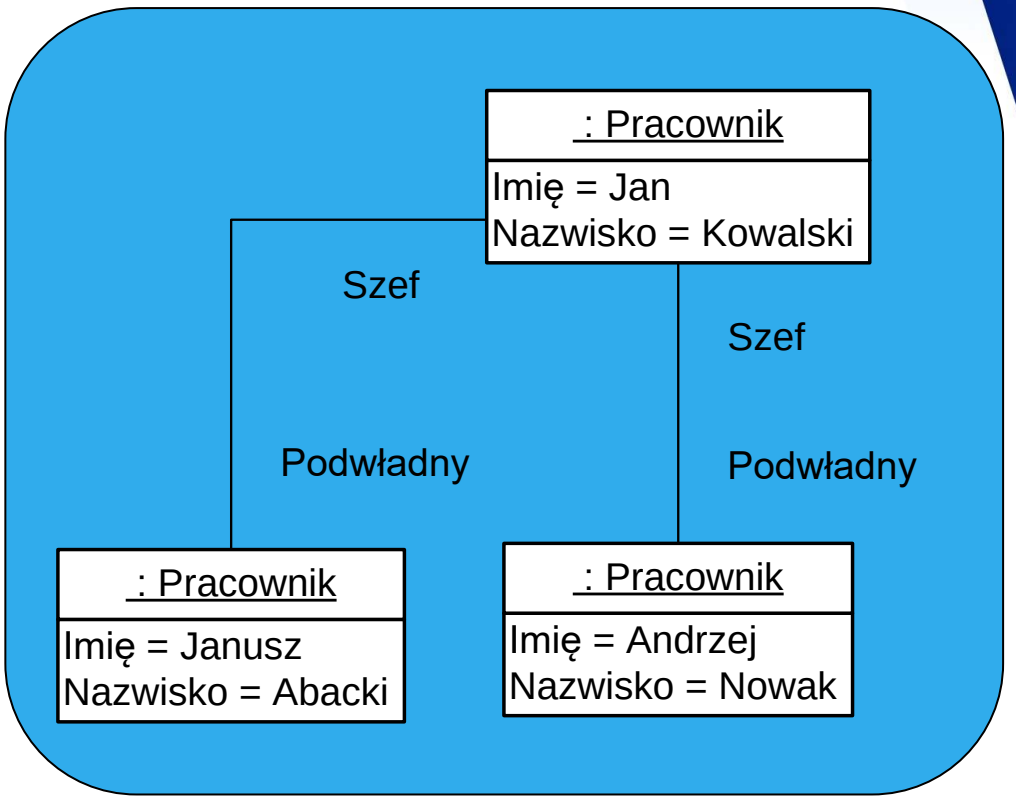
Role asocjacji

- Oprócz nazwy asocjacja może posiadać nazwy ról.
- Nazewnictwo
  - Nazwa asocjacji: pracuje w,
  - Nazwa roli: pracodawca
- Role
  - kiedy opcjonalne,
  - a kiedy wymagane?
- Użyteczność z punktu widzenia implementacji.

Asocjacja rekurencyjna

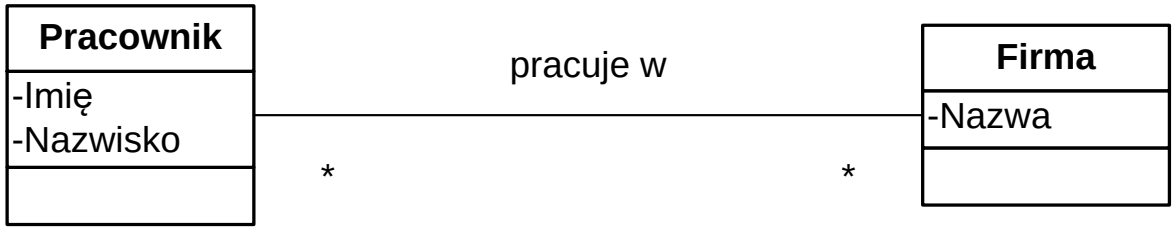
- Zachodzi w ramach tej samej klasy





Asocjacja z atrybutem

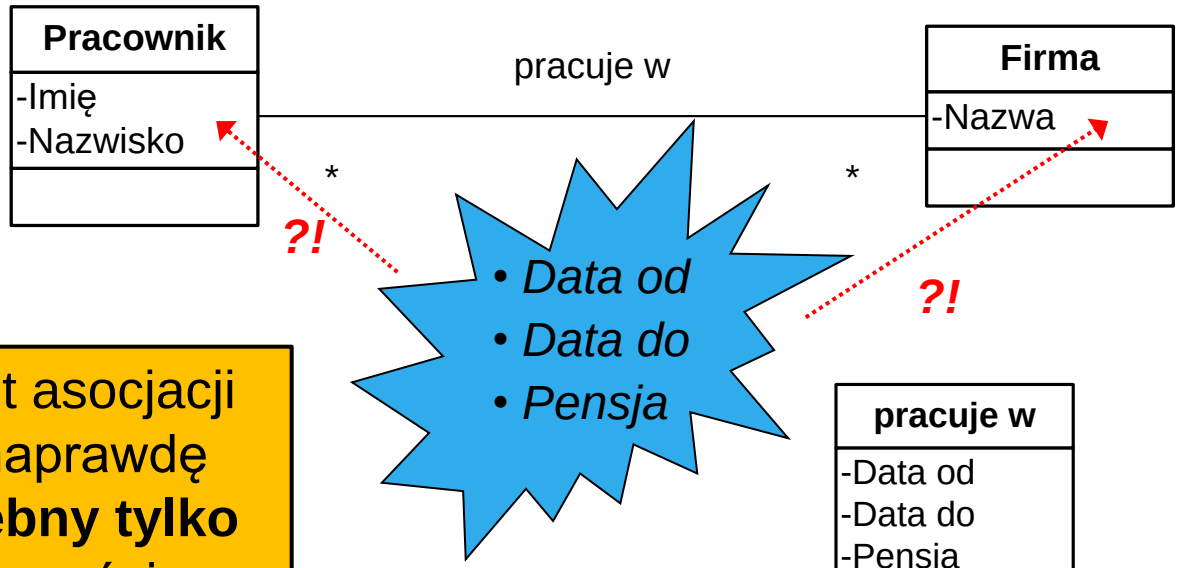
- Załóżmy, że mamy przypadek biznesowy opisany poniższym diagramem



- Chcemy zapamiętać:
  - Kiedy pracownik pracował w danej firmie,
  - Ile tam zarabiał.
- Jak i gdzie umieścić takie informacje na diagramie?

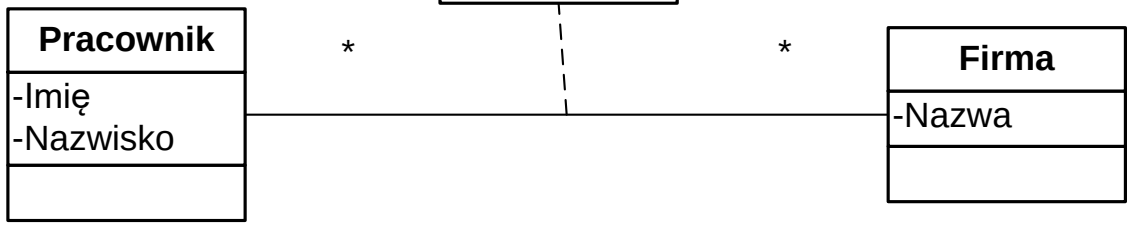
Asocjacja z atrybutem (2)

- Rozwiązanie: asocjacja z atrybutem (klasa asocjacji)



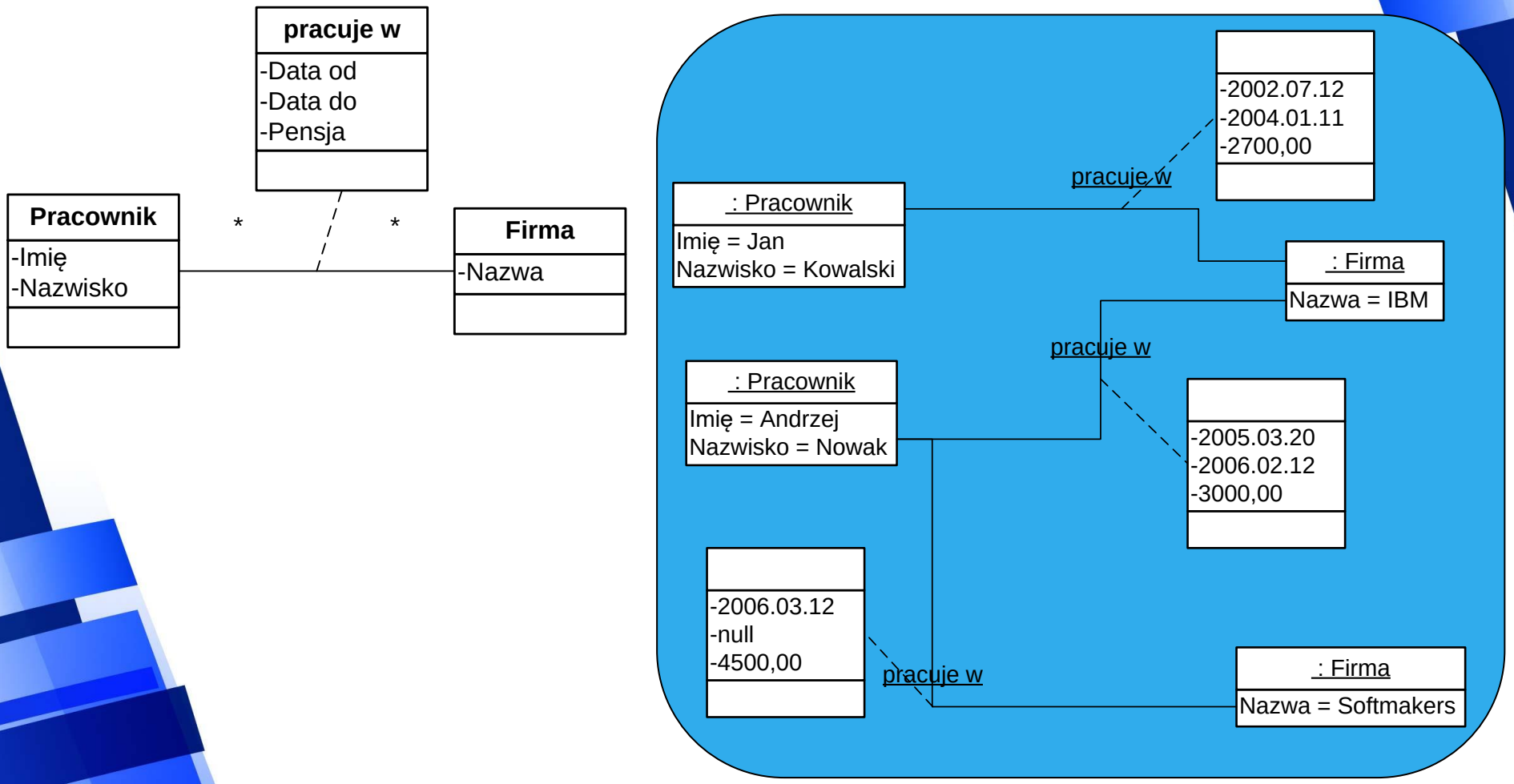
Atrybut asocjacji jest naprawdę **potrzebny tylko** gdy liczności są

*** – ***



Asocjacja z atrybutem (3)

- Diagram klas oraz diagram obiektów



Asocjacja kwalifikowana

- Kwalifikator: atrybut lub zestaw atrybutów jednoznacznie identyfikujący obiekt w ramach asocjacji.
- Umożliwia szybkie

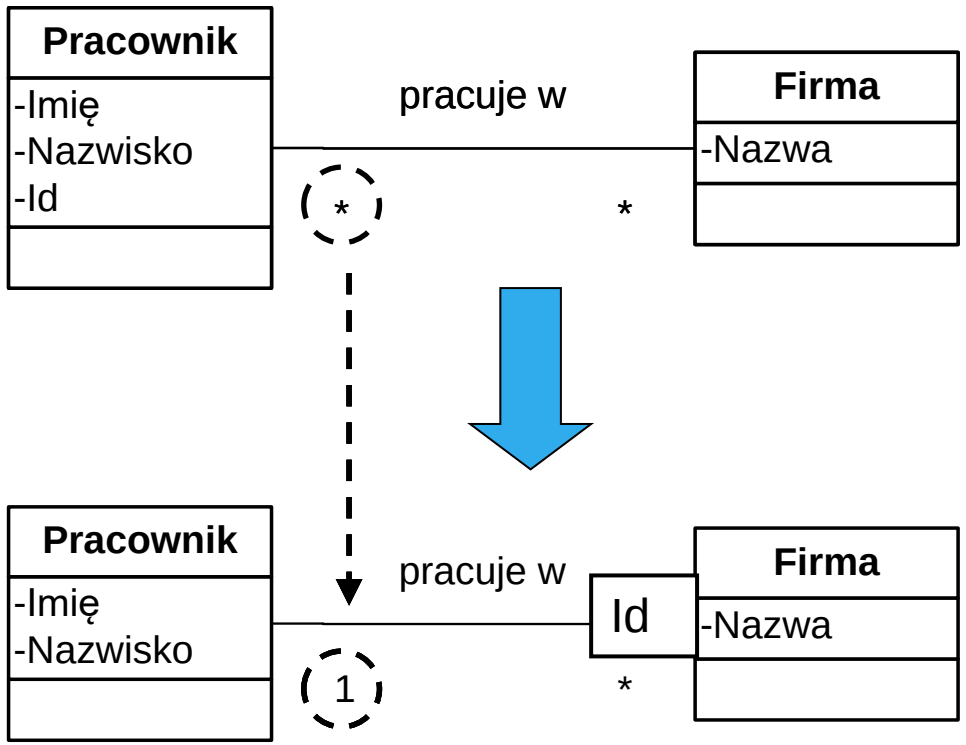
  otrzymanie obiektu

  z drugiej strony

  powiązania na

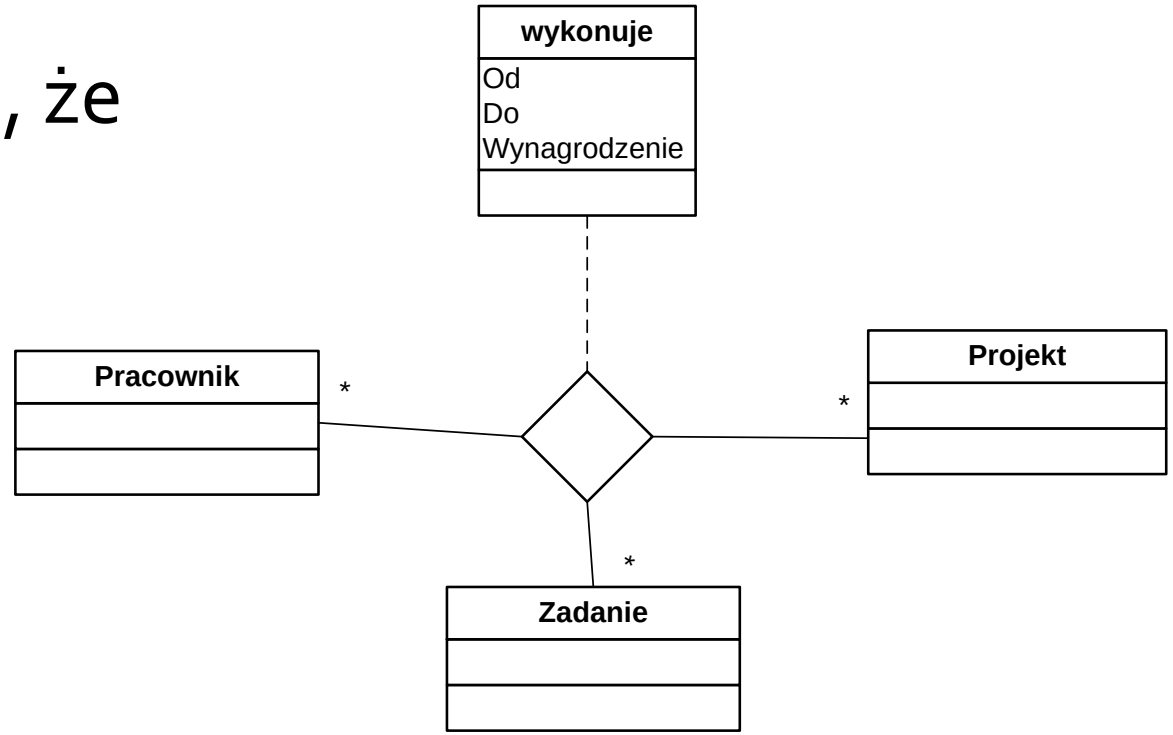
  podstawie

  kwalifikatora
- Indeksowanie (?)



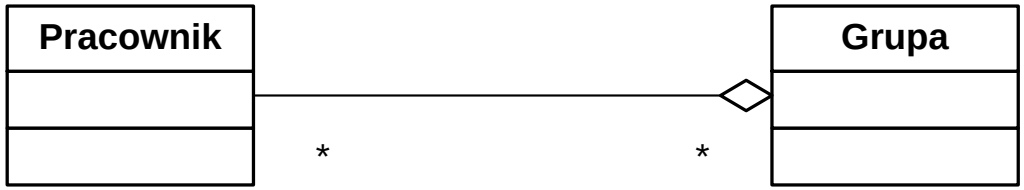
Asocjacja n-arna

- Asocjacja łącząca n klas.
- Problemy koncepcyjne (w tym z szacowaniem liczności)
- Zakłada się, że liczności powinny być wiele.



Agregacja

- Asocjacja opisująca zależność typu część – całość:
  - Składa się z,
  - Należy do,
  - Jest członkiem,
  - Itp..
- Posiada wszystkie cechy „zwykłej” asocjacji.
- Ze względu na opisywanie specyficznej zależności warto zrezygnować z nazwy.
- Wykorzystanie asocjacji nie narzuca żadnych konsekwencji na związek łączący klasy.

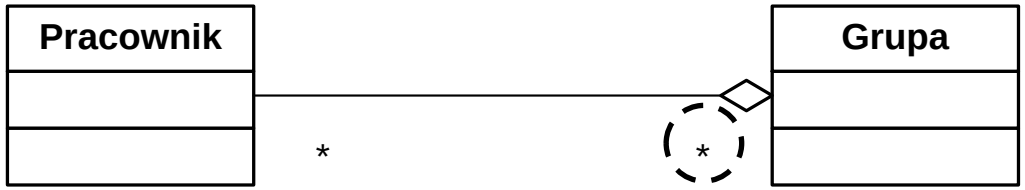


Kompozycja

- Kompozycja jest mocniejszą forma agregacji.
- Czyli jest również asocjacją, a zatem posiada wszystkie jej cechy.
- Inaczej niż w przypadku agregacji, wykorzystanie kompozycji niesie pewne konsekwencje:
  - Część nie może być współdzielona (liczności),
  - Część nie może istnieć bez całości (całość może),
  - Usunięcie całości oznacza usunięcie również wszystkich jej części.

Kompozycja (2)

- Agregacja



- Kompozycja

Asocjacje, a języki programowania

- Jak się mają podane definicje do popularnych, obiektowych języków programowania?
- W językach
  - Java,
  - MS C#,
  - C++

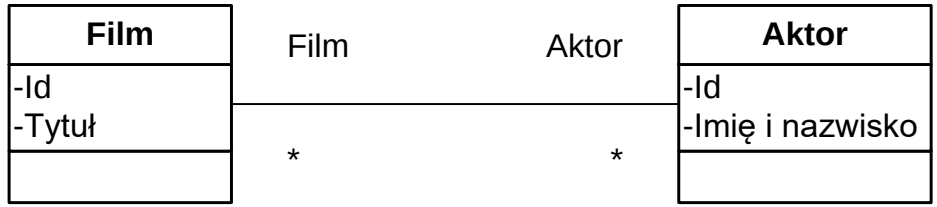
  asocjacje nie występują.
- Oczywiście można je samodzielnie zaimplementować.

Implementacja asocjacji

- Można zastosować dwa podejścia. Zasadnicza różnica polega na sposobie przechowywania informacji o powiązaniu obiektów:
  - Identyfikatory, np. liczbowe,
  - Natywne referencje języka (Java, C#) lub wskaźniki (C++).
- Które podejście jest lepsze?

Wykorzystanie identyfikatorów

- Do każdej klasy dodajemy atrybut będący identyfikatorem, np. liczbę int.
- Informacje o powiązanych obiektach przechowujemy pamiętając ich identyfikatory (uwaga na liczności).
- Konieczność tworzenia par identyfikatorów (dla asocjacji dwukierunkowych)



:Film	:Film	:Aktor	:Aktor	:Aktor
Id = 1	Id = 2	Id = 3	Id = 4	Id = 5
Tytuł = „T1”	Tytuł = „T3”	Imię i Nazwisko = „AS”	Imię i Nazwisko = „MB”	Imię i Nazwisko = „KL”
Aktor = [3, 4]	**Aktor = [3, 5]**	**Film = [1, 2]**	**Film = [1]**	**Film = [2]**

Wykorzystanie identyfikatorów (2)

```
public class Actor {
   private int id;
   public String name;     // public for simplicity

   public int[] movieIds;

   private static List<Actor> extent = new ArrayList<>();

   public Actor(int id, String name, int[] movieIds) {
      // Add to the extent
      extent.add(this);

      this.id = id;
      this.name = name;
      this.movieIds = movieIds;
   }

   public static Actor findActor(int id) throws Exception {
      for(Actor actor : extent) {
         if(actor.id == id) {
            return actor;
         }
      }

      throw new Exception("Unable to find an actor with the id = " + id);
   }
}
```

Wykorzystanie identyfikatorów (3)

```
public class Movie {
   private int id;
   public String title; // public for simplicity

   public int[] actorIds;

   private static ArrayList<Movie> extent = new ArrayList<Movie>();

   public Movie(int id, String title, int[] actorIds) {
      // Add to the extent
      extent.add(this);

      this.id = id;
      this.title = title;
      this.actorIds = actorIds;
   }

   public static Movie findMovie(int id) throws Exception {
       for(Movie movie : extent) {
         if(movie.id == id) {
            return movie;
         }
      }

      throw new Exception("Unable to find a movie with the id = " + id);
   }
}
```

Wykorzystanie identyfikatorów (4)

```
public static void testIdAssociations() throws Exception {
   var movie1 = new mt.mas.associationsid.Movie(1, "T1", new int[]{3, 4});  // The 'var'
requires Java 10+
   var movie2 = new mt.mas.associationsid.Movie(2, "T3", new int[]{3});

   var actor1 = new mt.mas.associationsid.Actor(3, "AS", new int[]{1, 2});
   var actor2 = new mt.mas.associationsid.Actor(4, "MB", new int[]{1});
   var actor3 = new mt.mas.associationsid.Actor(5, "KL", new int[]{2});

   // Show information about the movie1
   System.out.println(movie1.title);
   for(int i = 0; i < movie1.actorIds.length; i++) {
      System.out.println("   " +
mt.mas.associationsid.Actor.findActor(movie1.actorIds[i]).name);
   }

    // Show information about the actor1
   System.out.println(actor1.name);
   for(int i = 0; i < actor1.movieIds.length; i++) {
      System.out.println("   " + Movie.findMovie(actor1.movieIds[i]).title);
   }
}
```

```
T1
  AS
  MB
AS
  T1
  T3
```

Wykorzystanie identyfikatorów (5)

- Wady:
  - Konieczność wyszukiwania obiektu na podstawie jego numeru identyfikacyjnego – problemy z wydajnością. Wydajność wyszukiwania można zdecydowanie poprawić używając kontenerów mapujących zamiast zwykłych, np.:

```
public class Movie {
   private static Map<Integer, Movie> extent = new TreeMap<>();

   // [...]

   public Movie(int id, String title, int[] actorIds) {
      // Add to the extent
      extent.put(id, this);

      this.id = id;
      this.title = title;
      this.actorIds = actorIds;
   }

   public static Movie findMovie(int id) throws Exception {
      return extent.get(id);
   }
}
```

  - Mimo wszystko i tak trzeba wyszukiwać...

Wykorzystanie identyfikatorów (6)

- Zalety (właściwie jedna (?), ale czasami ważna):
  - Uniezależnienie poszczególnych obiektów od siebie.
  - Dzięki temu, że nie używamy referencji języka Java, maszyna wirtualna nic nie wie o naszych powiązaniach.
  - Jest to bardzo ważne, gdy np. chcemy odczytać jeden obiekt z bazy danych lub przesłać przez sieć:
    - Tworzony jest obiekt języka Java na podstawie zawartości BD, ale nie są tworzone obiekty z nim powiązane,
    - Całość można tak zaprojektować, aby dopiero przy próbie dostępu do obiektu wskazywanego przez id, pobrać go z BD czy lokalizacji sieciowej.
    - Dzięki temu nie musimy rekonstruować od razu całego grafu obiektów, który nie musi być nam potrzebny.
- Przeważnie, lepiej unikać tego podejścia.

Wykorzystanie natywnych referencji

- W celu „pokazywania” na powiązane obiekty wykorzystujemy natywne referencje języka (Java, C#) lub wskaźniki (C++).
- Dzięki temu nie musimy odszukiwać obiektów;
- Mając jego referencje (lub wskaźnik) mamy do niego natychmiastowy dostęp (szybciej już się nie da).
- Konieczność tworzenia par referencji (jeżeli chcemy nawigować w dwie strony – a przeważnie chcemy).

Wykorzystanie natywnych referencji (2)

- W zależności od liczności asocjacji, wykorzystujemy różne konstrukcje:
  - 1 do 1. Pojedyncza referencja z każdej strony.

```
public class Aktor {
	public String imieNazwisko;// public dla uproszczenia
	public Film film; // impl. asocjacji, licznosc 1
	public Aktor(String imieNazwisko, Film film) {
		this.imieNazwisko = imieNazwisko;
		this.film = film;
	}
}
public class Film {
	public String tytul; // public dla uproszczenia
	public Aktor aktor; // impl. asocjacji, licznosc 1
	public Film(String tytul, Aktor aktor) {
		this.tytul = tytul;
		this.aktor = aktor;
	}
}
```

Wykorzystanie natywnych referencji (3)

- W zależności od liczności asocjacji, wykorzystujemy różne konstrukcje:
  - 1 do *. Pojedyncza referencja oraz kontener.

```
public class Aktor {
	public String imieNazwisko;// public dla uproszczenia
	public Film film; // impl. asocjacji, licznosc 1
	public Aktor(String imieNazwisko, Film film) {
		this.imieNazwisko = imieNazwisko;
		this.film = film;
	}
}
public class Film {
	public String tytul; // public dla uproszczenia
	public List<Aktor> aktor; // impl. asocjacji, licznosc *

	public Film(String tytul, Aktor aktor) {
		this.tytul = tytul;
		this.aktor.add(aktor);
	}
}
```

Wykorzystanie natywnych referencji (4)

- W zależności od liczności asocjacji, wykorzystujemy różne konstrukcje:
  - * do *. Dwa kontenery.

```
public class Aktor {
	public String imieNazwisko;// public dla uproszczenia
	public List<Film> film; // impl. asocjacji, licznosc *

	public Aktor(String imieNazwisko) {
		this.imieNazwisko = imieNazwisko;
	}
}
public class Film {
	public String tytul; // public dla uproszczenia
	public List<Aktor> aktor; // impl. asocjacji, licznosc *

	public Film(String tytul) {
		this.tytul = tytul;
	}
}
```

Ulepszone zarządzanie powiązaniami

- Poprzednie podejście wymagało ręcznego dodawania informacji o powiązaniu zwrotnym.
- Warto to jakoś zautomatyzować.
- Stworzymy metodę, która doda informacje o powiązaniu:
  - W klasie głównej,
  - W klasie z nią powiązanej.
- Całość musi być tak zaprojektowana aby nie dochodziło do zapętlenia.

Ulepszone zarządzanie powiązaniami (2)

```
public class Actor {
   public String name;     // public for simplicity

   private List<Movie> movies = new ArrayList<>(); // implementation of the association,
cardinality *

   public Actor(String name) {
      this.name = name;
   }

   public void addMovie(Movie newMovie) {
      // Check if we already have the info
      if(!movies.contains(newMovie)) {
         movies.add(newMovie);

         // Add the reverse connection
         newMovie.addActor(this);
      }
   }

   @Override
   public String toString() {
      var info = "Actor: " + name + "\n";

      // Add info about his/her movies
      for(Movie movie : movies) {
         info += "    " + movie.title + "\n";
      }

      return info;
   }
}
```

Ulepszone zarządzanie powiązaniami (3)

```
public class Movie {
   public String title; // public for simplicity

   private List<Actor> actors = new ArrayList<>(); // implementation of the association,
cardinality: *

   public Movie(String title) {
      this.title = title;
   }

   public void addActor(Actor newActor) {
      // Check if we have the information already
      if(!actors.contains(newActor)) {
         actors.add(newActor);

         // Add the reverse connection
         newActor.addMovie(this);
      }
   }

   @Override
   public String toString() {
      var info = "Movie: " + title + "\n";

      // Add info about titles of his/her movies
      for(Actor a : actors) {
         info += "   " + a.name + "\n";
      }

      return info;
   }
}
```

Ulepszone zarządzanie powiązaniami (4)

- Uwaga na liczność 1 - *:
  - Tam gdzie jest liczność 1 będzie setter, np. `setFilm` (zamiast `addFilm`).
  - W efekcie zanim wstawimy nową wartość, musimy sprawdzić czy aktualna jest różna od `null`.
  - Jeżeli tak, to trzeba usunąć istniejące powiązanie z obu stron.
  - Następnie możemy utworzyć nowe poprzez przypisanie (liczność 1) i dodanie (liczność *).
  - Pamiętamy również o ewentualnym zapętleniu.

Ulepszone zarządzanie powiązaniami (4)

```
public static void testRefAssociations() throws Exception {
   // Create new business objects (without connections)
   var movie1 = new mt.mas.asocjacjeref.Movie("T1");
   var movie2 = new mt.mas.asocjacjeref.Movie("T3");

   var actor1 = new mt.mas.asocjacjeref.Actor("AS");
   var actor2 = new mt.mas.asocjacjeref.Actor("MB");
   var actor3 = new mt.mas.asocjacjeref.Actor("KL");

   // Add info about connections
   movie1.addActor(actor1);
   movie1.addActor(actor2);
   movie2.addActor(actor1);
   movie2.addActor(actor3);

   // Show info about movies
   System.out.println(movie1);
   System.out.println(movie2);

   // Show info about actors
   System.out.println(actor1);
   System.out.println(actor2);
   System.out.println(actor3);
}
```

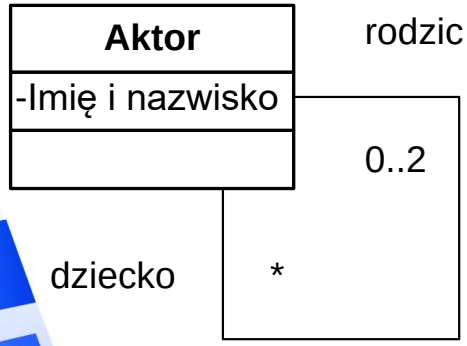
```
Movie: T1
  AS
  MB

Movie: T3
  AS
  KL

Actor: AS
  T1
  T3

Actor: MB
  T1

Actor: KL
  T3
```

Implementacja asocjacji skierowanej

- Poniższy diagram oznacza, że dla:
  - konkretnego filmu chcemy znać jego aktorów,
  - Konkretnego aktora nie chcemy znać jego filmów.
- Implementacja jest analogiczna do poprzednich przypadków, z tym, że pamiętamy tylko informacje w jednej z klas:
  - W klasie film jest odpowiedni kontener (pokazujący na filmy),
  - W klasie aktor brak kontenera przechowującego info o filmach.

Implementacja asocjacji rekurencyjnej

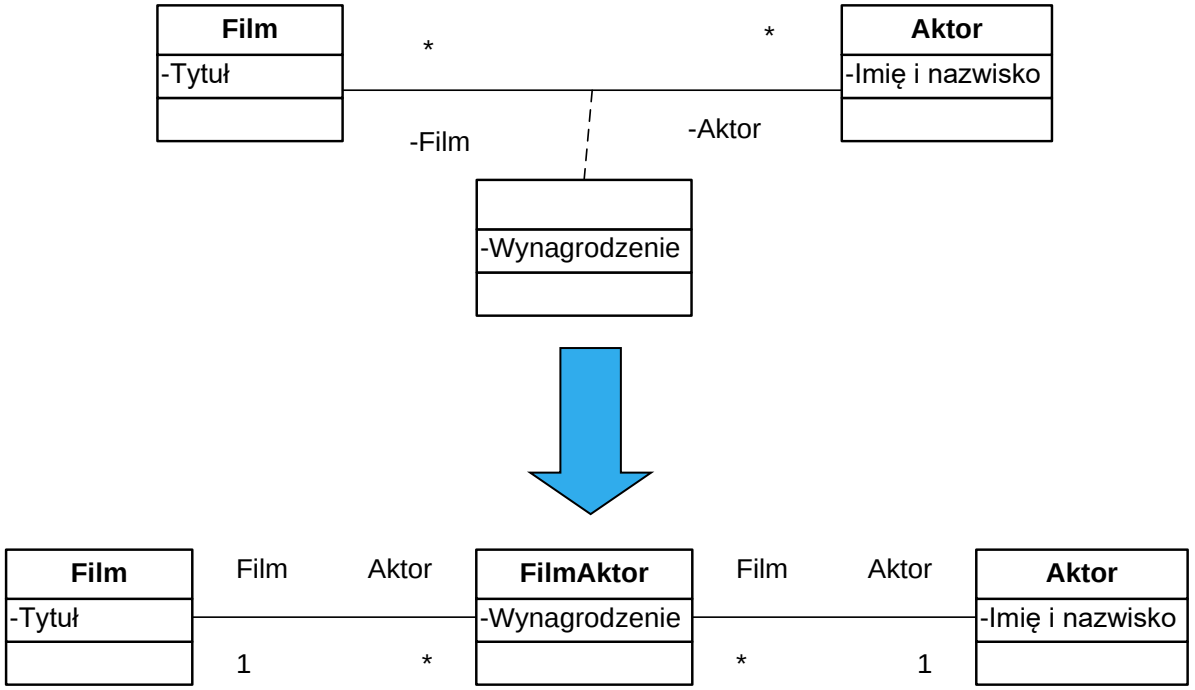
- Implementacja takiej asocjacji bazuje na poprzednio poznanych zasadach.
- W klasie mamy dwa kontenery (zamiast jednego), przechowujące informacje z punktu widzenia każdej z ról.




```
public class Actor {

    // [...]

    private ArrayList<Actor> parents = new ArrayList<Actor>();
    private ArrayList<Actor> children = new ArrayList<Actor>();

    // [...]
}
```

Implementacja asocjacji z atrybutem

- Najpierw musimy zamienić:
  - jedną konstrukcję UML (asocjacja z atrybutem)
  - na inną konstrukcję UML (asocjacją z klasą pośredniczącą).



Implementacja asocjacji z atrybutem (2)

- Dzięki zastąpieniu atrybutu asocjacji, klasą pośredniczącą otrzymaliśmy dwie „zwykłe” asocjacje.
- „Nowe” asocjacje implementujemy na jeden ze znanych sposobów.
- Problem z semantyką tej nowej klasy: nazwa, nazwy ról: „starych” oraz „nowych”.
- Utrudniony dostęp do obiektów docelowych (poprzez obiekt klasy pośredniczącej).

Implementacja asocjacji z atrybutem (3)

- Czy klasa pośrednicząca powinna mieć własną ekstensję?
- Warto utworzyć **specjalny konstruktor** dla klasy pośredniczącej:
  - parametry: referencje do obiektów zewnętrznych oraz dane biznesowe,
  - lokalne zapamiętanie informacji,
  - utworzenie wymaganych połączeń.

Implementacja asocjacji kwalifikowanej

- Najprostsza implementacja:
  - Korzystamy z istniejącego podejścia,
  - Dodajemy metodę, która na podstawie tytułu zwróci nam obiekt klasy `Film`,
  - Słaba wydajność.
- Lepsze rozwiązanie:
  - Nie korzystamy z `List`,
  - Stosujemy **kontener mapujący**, gdzie kluczem jest *tytuł*, a wartością obiekt opisujący *film*.
  - Informacja zwrotna w dotychczasowy sposób.

Implementacja asocjacji kwalifikowanej (2)

```
public class Actor {

   // [...]

   private Map<String, Movie> moviesQualif = new TreeMap<>();

   public void addMovieQualif(Movie newMovie) {
      // Check if we already have the info
      if(!moviesQualif.containsKey(newMovie.title)) {
         moviesQualif.put(newMovie.title, newMovie);

         // Add the reverse connection
         newMovie.addActor(this);
      }
   }

   public Movie findMovieQualif(String title) throws Exception {
      // Check if we have the info
      if(!moviesQualif.containsKey(title)) {
         throw new Exception("Unable to find a movie: " + title);
      }

      return moviesQualif.get(title);
   }

   // [...]
}
```

Implementacja asocjacji kwalifikowanej (3)

```
public static void testQualifiedAssociations() throws Exception {
   // Create new business objects (without connections)
   var movie1 = new mt.mas.associationsref.Movie("T1");
   var movie2 = new mt.mas.associationsref.Movie("T3");

   var actor1 = new mt.mas.associationsref.Actor("AS");
   var actor2 = new mt.mas.associationsref.Actor("MB");
   var actor3 = new mt.mas.associationsref.Actor("KL");

   // Add info about connections
   actor1.addMovieQualif(movie1);
   actor1.addMovieQualif(movie2);
   actor2.addMovieQualif(movie1);
   actor3.addMovieQualif(movie2);

   // Show info about actors
   System.out.println(actor1);
   System.out.println(actor2);
   System.out.println(actor3);

   // Get the info about the "T1" movie for the actor1
   var movie = actor1.findMovieQualif("T1");
   System.out.println(movie);
}
```

Actor: AS
T1
T3

Actor: MB
T1

Actor: KL
T3

Movie: T1
AS
MB

- Ciąg dalszy na następnym wykładzie…

Pliki źródłowe

- Pobierz pliki źródłowe do wszystkich wykładów MAS

http://www.mtrzaska.com/plik/mas/mas-source-files-lectures