Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Bazy danych

Dokumentacja do projektu “JamesBondMovies - Porównanie działania bazy grafowej i relacyjnej”

Autorzy:
Agata Nowara
Kinga Wierchomska

Prowadzący:
dr inż. Robert Marcjan
dr inż. Leszek Siwik

Spis treści

1. Wprowadzenie

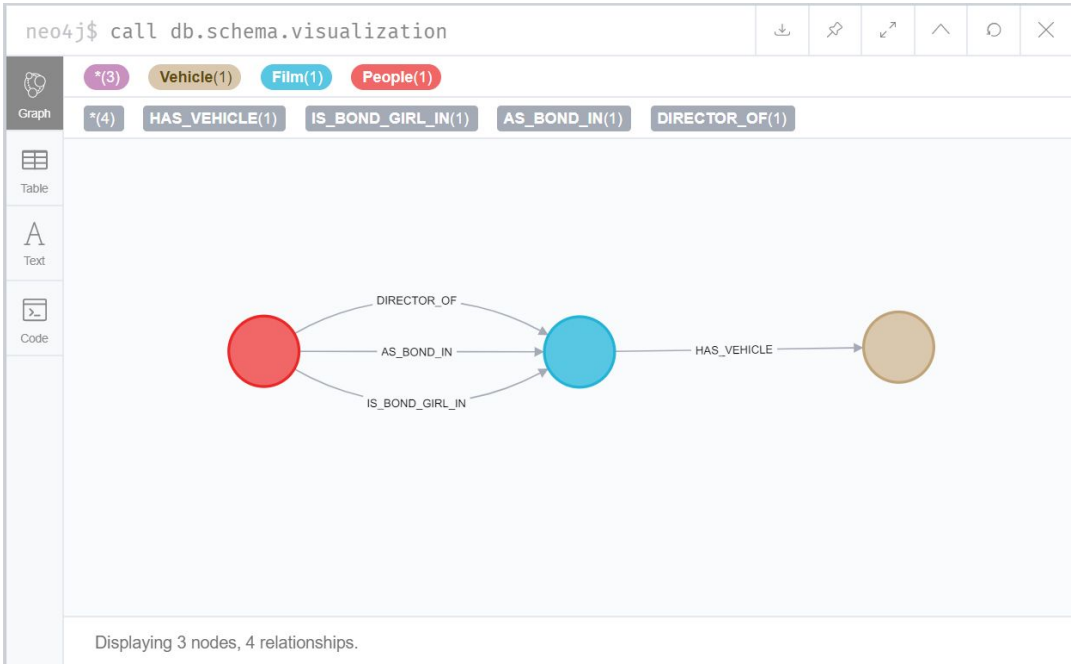
Tematem projektu jest porównanie działania bazy danych stworzonej z wykorzystaniem Neo4J, z relacyjną bazą danych zbudowaną z pomocą Microsoft SQL Server. W obydwu bazach zostanie zamodelowany graf. W bazie relacyjnej zdecydowano się na przetestowanie oferowanej od 2017 roku przez Microsoft SQL Server opcji przechowywania danych w postaci zbliżonej do grafowej. Koncepcja polega na tym, że wierzchołki grafu należące do tej samej grupy (np. wierzchołki reprezentujące ludzi) są przechowywane w jednej tabeli. Zawiera ona atrybuty opisujące dany węzeł oraz tzw node_id. W oddzielnych tabelach przechowywane są krawędzie modelowanego grafu. Każda tabela zawiera co najmniej trzy kolumny - tzw. edge_id, id węzła od, którego krawędź wychodzi (from_id) oraz id węzła, do którego wchodzi (to_id). Wymienione atrybuty jasno wskazują, że modelujemy graf skierowany. Do tabeli krawędzi można dodać także dodatkowe parametry, jednak z uwagi na strukturę zaimportowanej przez nas grafowej bazy do Neo4J, nie skorzystano z takiej opcji.

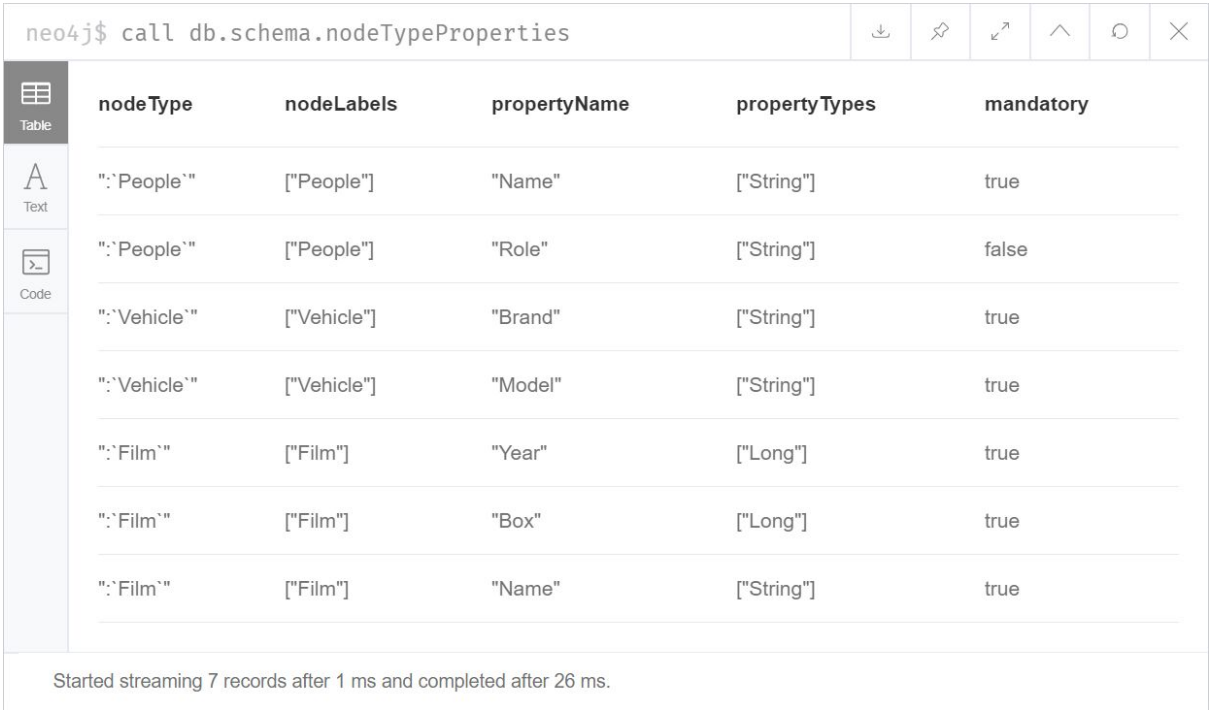
Obydwie bazy przechowują dane dotyczące filmowej serii o Jamesie Bondzie. Znajdują się tu informacje o reżyserze danego filmu, aktorze grającym w nim główną rolę, “dziewczynach Bonda”, jego “super samochodach” itd.

Przy tworzeniu tego projektu kładziemy nacisk na pokazanie, która baza danych lepiej radzi sobie w podanych sytuacjach oraz sprawdzenie czy różnica między ich wynikami jest znacząca.

2. Neo4j - tworzenie bazy danych

Została stworzona z wykorzystaniem istniejącej już bazy Neo4j -> https://neo4j.com/graphgist/know-more-about-james-bond-movie





a. Wierzchołki

Na początku stworzone zostały wierzchołki reprezentujące

- ludzi związanych z filmem
  - przykładowe utworzenie:

```
CREATE ( :People {Name:"Terence Young"})
```

  - następnie do aktorek przyporządkowana została rola:

```
MATCH (a:People {Name:"Eunice Gayson"}) SET
a.Role="Sylvia Trench" ;
```

- filmy
  - przykładowe utworzenie:

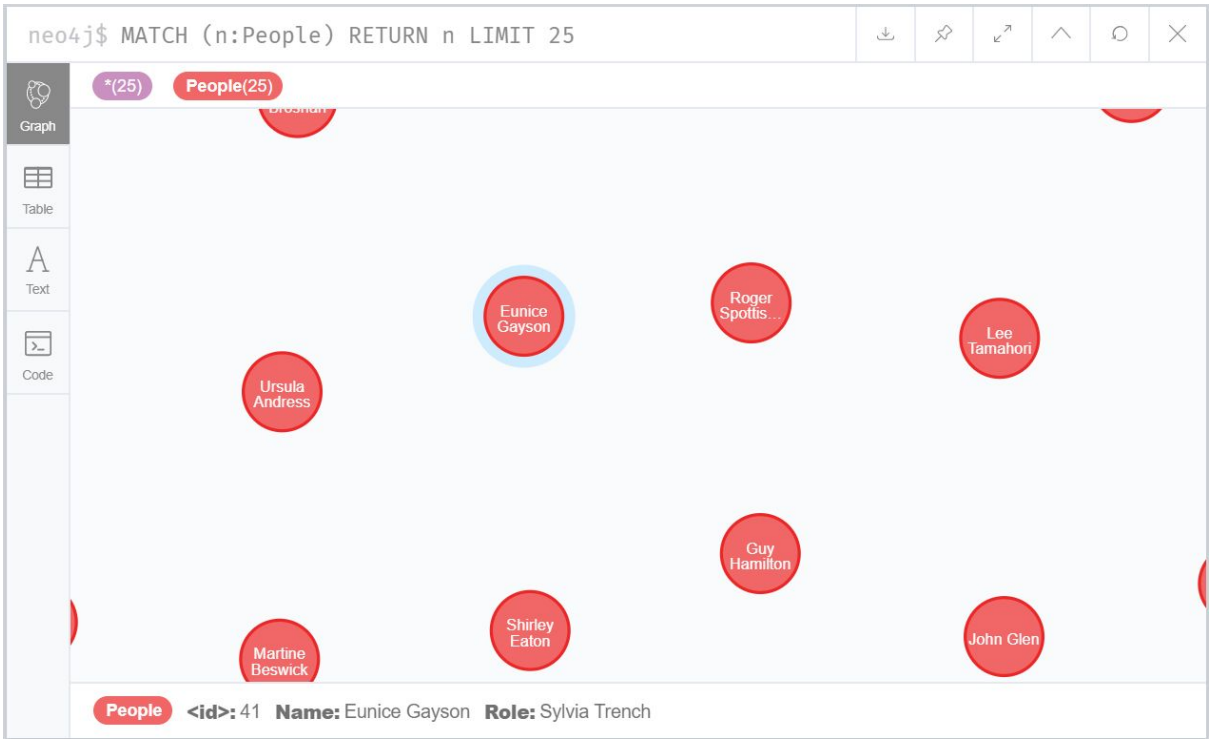
```
CREATE ( :Film {Name:"Dr. No", Year:1962,
Box:440759072})
```

- samochody
  - przykładowe utworzenie:

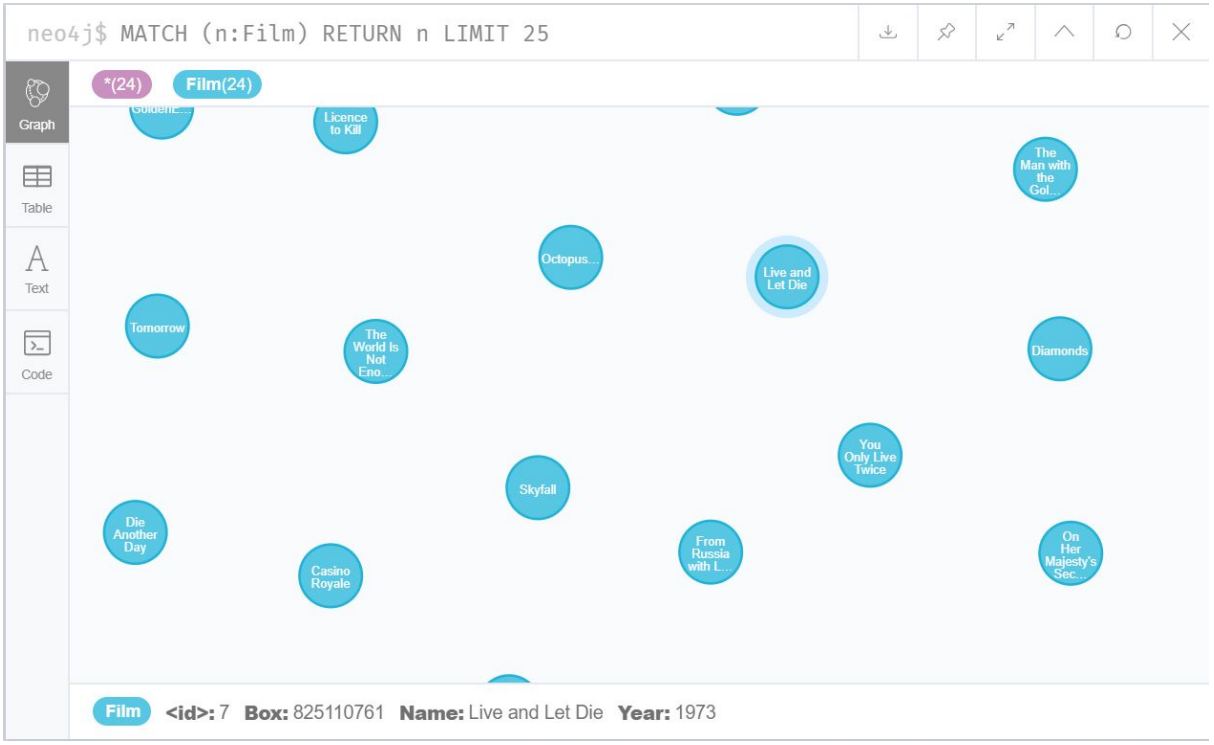
```
CREATE ( :Vehicle {Brand:"Alfa", Model:"Alfa
Romeo GTV6"})
```

Efekt końcowy utworzenia wierzchołków

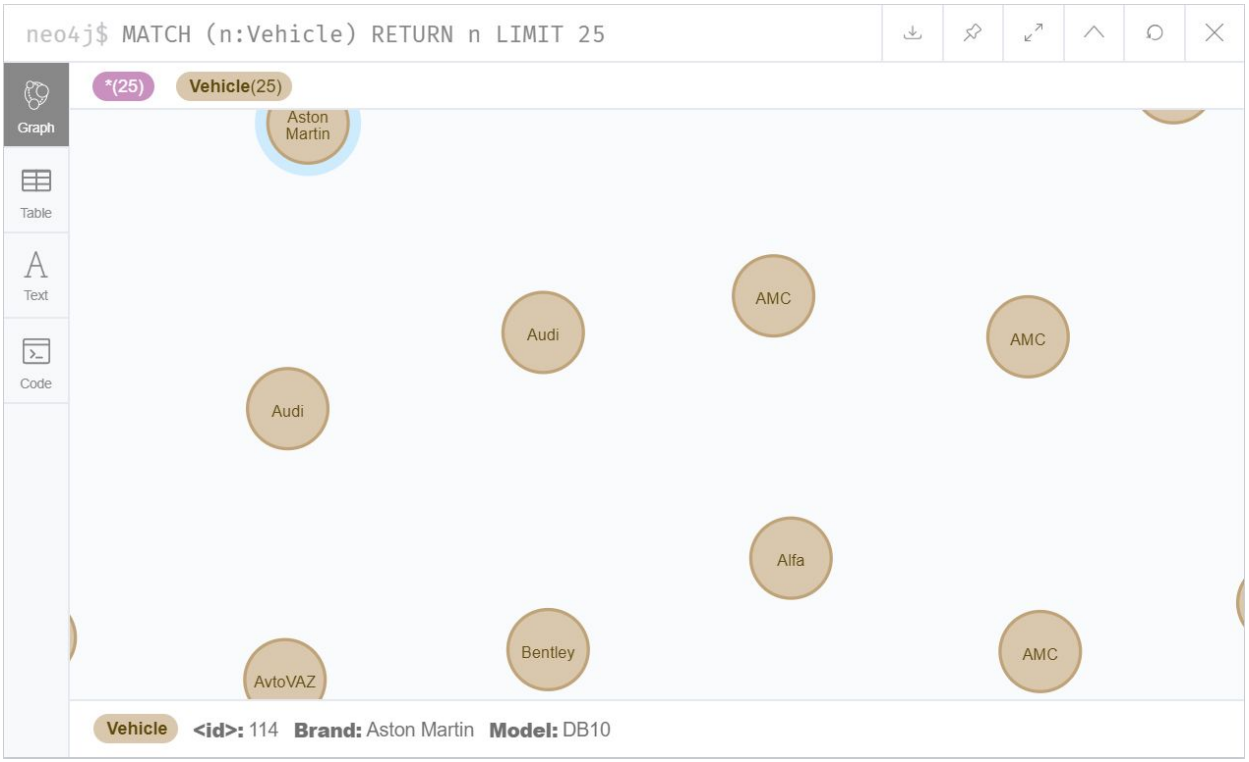
- ludzie związani z filmem



- filmy



- samochody



b. Krawędzie

Następnie utworzone zostały krawędzie między wierzchołkami reprezentujące relacje między nimi

- połączenie aktora grającego Bonda z filmem
  - przykładowe utworzenie:

```
MATCH (a:People), (b:Film) WHERE a.Name="Sean Connery" AND b.Name="Dr. No" MERGE (a)-[r:AS_BOND_IN]->(b);
```

- połączenie aktorki grającej “dziewczynę Bonda” z filmem
  - przykładowe utworzenie:

```
MATCH (a:Film), (b:People) WHERE a.Name="Dr. No" AND b.Name="Eunice Gayson" MERGE (b)-[:IS_BOND_GIRL_IN]->(a);
```

- połączenie reżysera z filmem
  - przykładowe utworzenie:

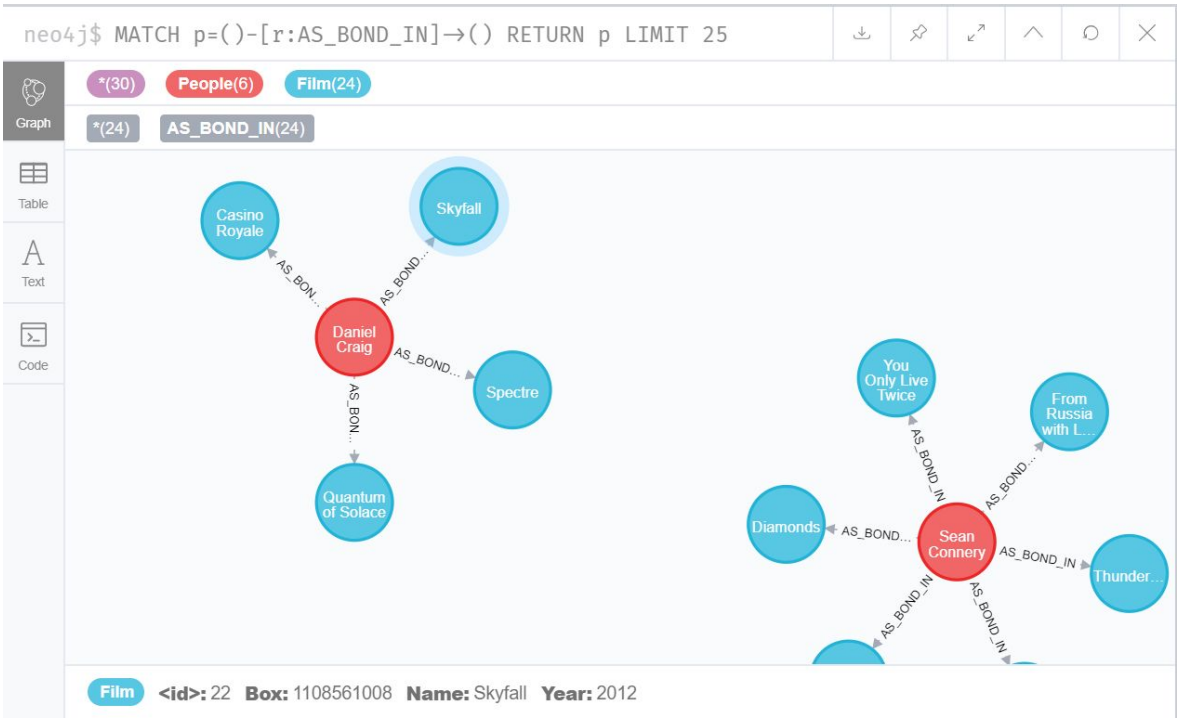
```
MATCH (a:People), (b:Film) WHERE a.Name="Terence Young" AND b.Name="Dr. No" MERGE (a)-[r:DIRECTOR_OF]->(b);
```

- połączenie samochodu z filmem
    - przykładowe utworzenie:

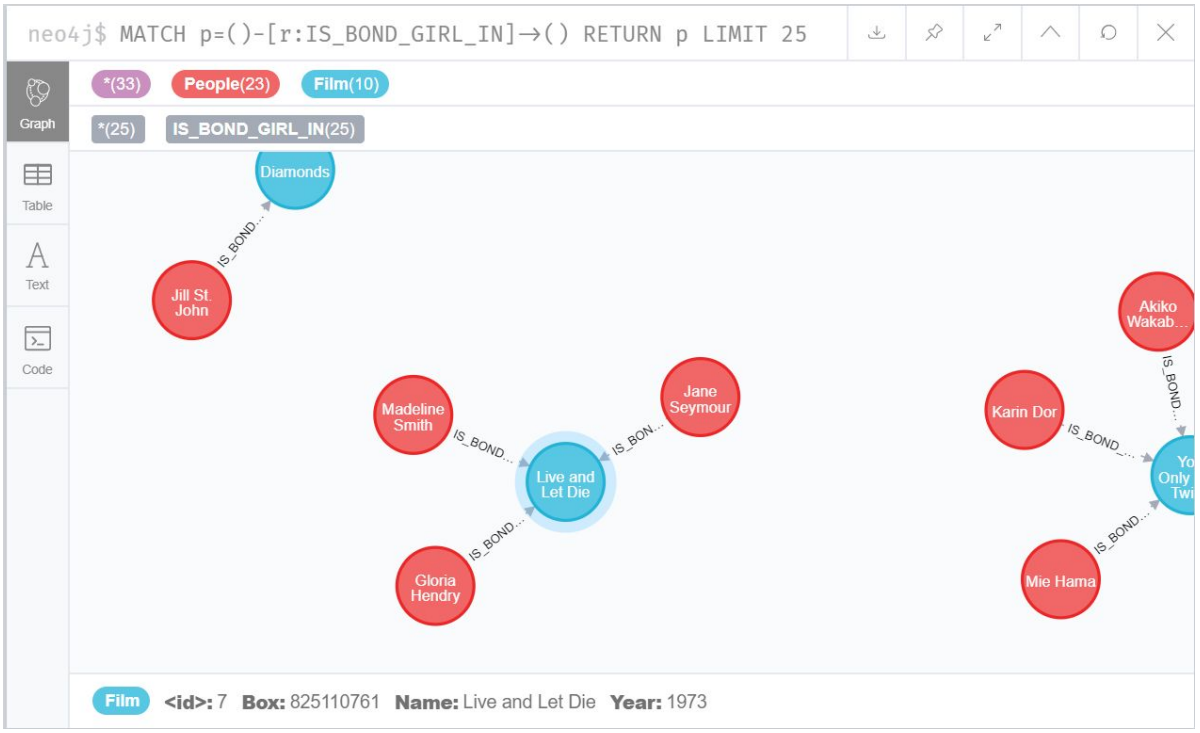
```
MATCH (a:Film), (b:Vehicle) WHERE
a.Name="Octopussy" AND b.Model="Alfa Romeo GTV6"
MERGE (a)-[:HAS_VEHICLE]->(b);
```

Efekt końcowy utworzenia krawędzi

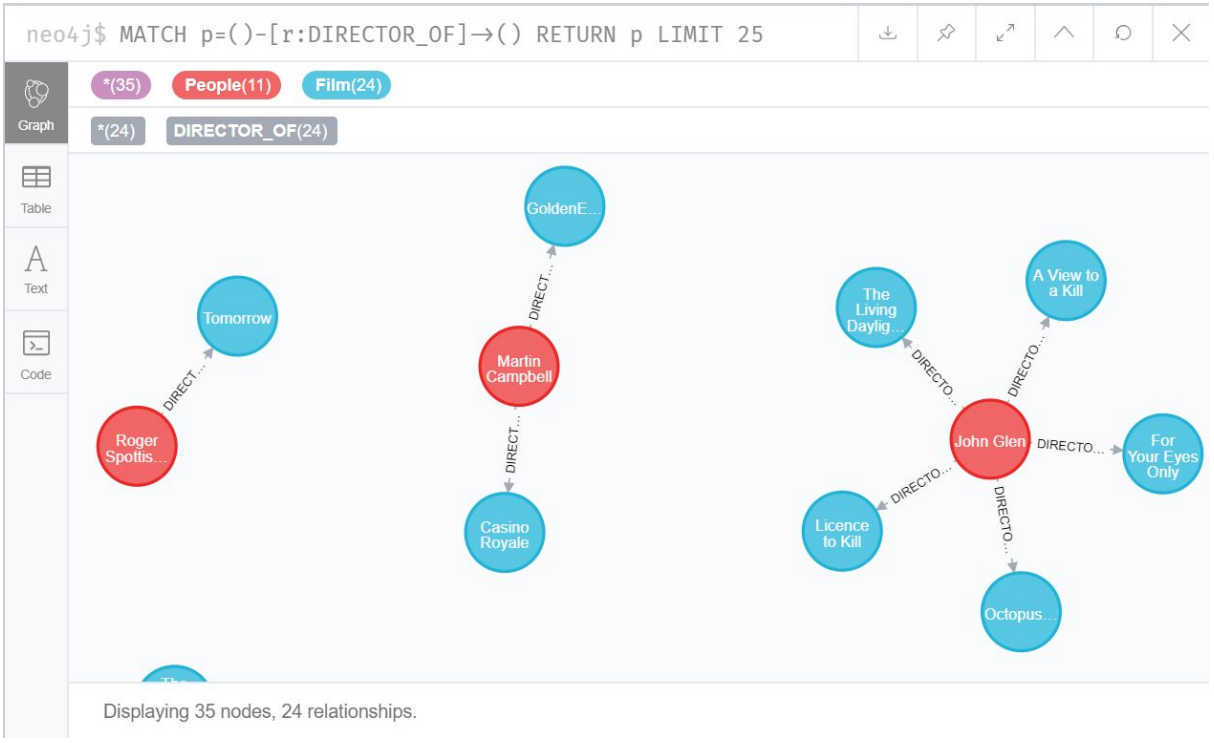
- połączenie aktora grającego Bonda z filmem



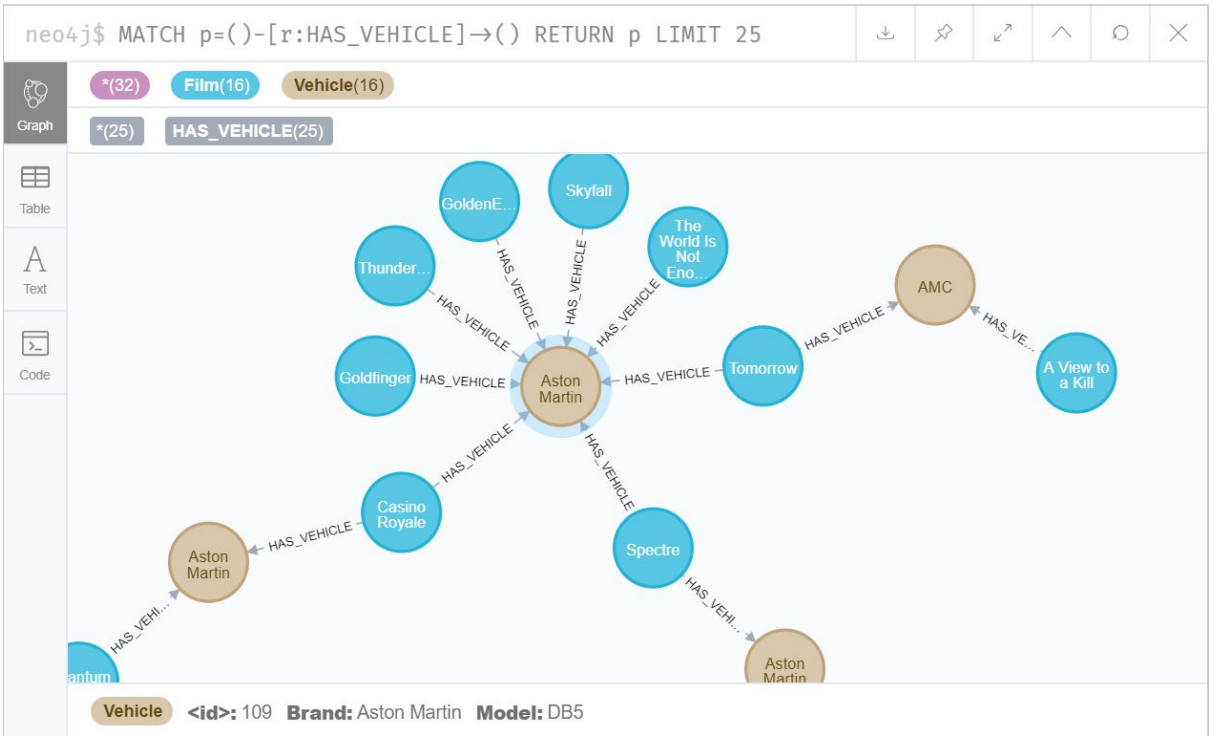
- połączenie aktorki grającej “dziewczynę Bonda” z filmem



- połączenie reżysera z filmem



- połączenie samochodu z filmem



3. Microsoft SQL Server - tworzenie bazy

W tym kroku starano się zamodelować graf korzystając tym razem z relacyjnej bazy danych Microsoft SQL Server. Sposób tworzenia grafu oparto na metodzie opisanej we wprowadzeniu.

Aby nie utracić grafowego charakteru powyżej zaprezentowanych danych, stworzono osobne tabele dla wierzchołków oraz krawędzi.

3.1 Wierzchołki

Na początku stworzone zostały tabele reprezentujące wierzchołki i przechowujące o nich dane

- tabela zawierająca **ludzi** związanych z filmem
    - schemat tworzenia tabeli People jako węzeł grafu

```
CREATE TABLE People (
    Id integer identity(1,1) primary key,
    Name varchar(100) not null,
    Role varchar(100)
) as node;
```

    - przykładowe wprowadzenie danych do tabeli

```
INSERT INTO People VALUES
('Terence Young', null),
('Guy Hamilton', null),
('Lewis Gilbert', null),
('Peter R. Hunt', null),
('John Glen', null),
('Martin Campbell', null),
('Roger Spottiswoode', null),
('Michael Apted', null),
('Lee Tamahori', null),
('Marc Forster', null),
('Sam Mendes', null),
('Sean Connery', 'James Bond'),
('George Lazenby', 'James Bond'),
('Roger Moore', 'James Bond'),
('Timothy Dalton', 'James Bond'),
('Pierce Brosnan', 'James Bond'),
('Daniel Craig', 'James Bond'),
```

- pokazanie części zawartości tabeli **People**

	$node_id_B56B7B9A51FC4EA2994817DF3556878E	Id	Name	Role
1	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":0}	1	Terence Young	*null*
2	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":1}	2	Guy Hamilton	*null*
3	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":2}	3	Lewis Gilbert	*null*
4	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":3}	4	Peter R. Hunt	*null*
5	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":4}	5	John Glen	*null*
6	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":5}	6	Martin Campbell	*null*
7	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":6}	7	Roger Spottiswoode	*null*
8	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":7}	8	Michael Apted	*null*
9	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":8}	9	Lee Tamahori	*null*
10	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":9}	10	Marc Forster	*null*
11	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":10}	11	Sam Mendes	*null*
12	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":11}	12	Sean Connery	James Bond
13	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":12}	13	George Lazenby	James Bond
14	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":13}	14	Roger Moore	James Bond
15	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":14}	15	Timothy Dalton	James Bond
16	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":15}	16	Pierce Brosnan	James Bond
17	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":16}	17	Daniel Craig	James Bond

- tabela zawierająca **filmy**
  - schemat tworzenia tabeli Film jako węzeł grafu

```
CREATE TABLE Film (
    Id integer identity(1,1) primary key,
    Year int not null,
    Box varchar(100) not null,
    Name varchar(100) not null
) as node;
```

  - przykładowe wprowadzenie danych do tabeli

```
INSERT INTO Film VALUES
(1962, '440759072', 'Dr. No'),
(1963, '576277964', 'From Russia with Love'),
(1964, '912257512', 'Goldfinger'),
(1965, '1014941117', 'Thunderball'),
(1967, '756544419', 'You Only Live Twice'),
(1969, '505899782', 'On Her Majesty''s Secret Service'),
(1971, '648514469', 'Diamonds Are Forever'),
(1973, '825110761', 'Live and Let Die'),
(1974, '448249281', 'The Man with the Golden Gun'),
```

  - pokazanie części zawartości tabeli **Film**

	$node_id_D59F9DC70DF549D890C360D6BBC2A9B9	Id	Year	Box	Name
1	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":0}	1	1962	440759072	Dr. No
2	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":1}	2	1963	576277964	From Russia with Love
3	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":2}	3	1964	912257512	Goldfinger
4	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":3}	4	1965	1014941117	Thunderball
5	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":4}	5	1967	756544419	You Only Live Twice
6	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":5}	6	1969	505899782	On Her Majesty's Secret Service
7	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":6}	7	1971	648514469	Diamonds Are Forever
8	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":7}	8	1973	825110761	Live and Let Die
9	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":8}	9	1974	448249281	The Man with the Golden Gun

- tabela zawierająca **pojazdy** wykorzystane w filmach
    - schemat tworzenia tabeli **Vehicle** jako węzeł grafu

```
CREATE TABLE Vehicle (
    Id integer identity(1,1) primary key,
    Brand varchar(100) not null,
    Model varchar(100) not null
) as node;
```

    - przykładowe wprowadzenie danych do tabeli

```
INSERT INTO Vehicle VALUES
('Alfa','Alfa Romeo GTV6'),
('Alfa','Alfa Romeo 159'),
('Alfa','Alfa Romeo 156'),
('AMC','AMC Hornet'),
('AMC','AMC Matador coupe'),
('AMC','AMC Matador sedan'),
```

    - pokazanie części zawartości tabeli **Vehicle**

	$node_id_E661FA24541244BC8177676B27C8D36A	Id	Brand	Model
1	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":0}	1	Alfa	Alfa Romeo GTV6
2	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":1}	2	Alfa	Alfa Romeo 159
3	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":2}	3	Alfa	Alfa Romeo 156
4	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":3}	4	AMC	AMC Hornet
5	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":4}	5	AMC	AMC Matador coupe
6	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":5}	6	AMC	AMC Matador sedan

3.2 Krawędzie

Stworzenie tabeli, których zadaniem jest pełnienie roli krawędzi w grafie. Rezultat ten uzyskujemy przez podanie ID dwóch węzłów, które łączy ze sobą dana krawędź.
Każda krawędź posiada również unikalny identyfikator

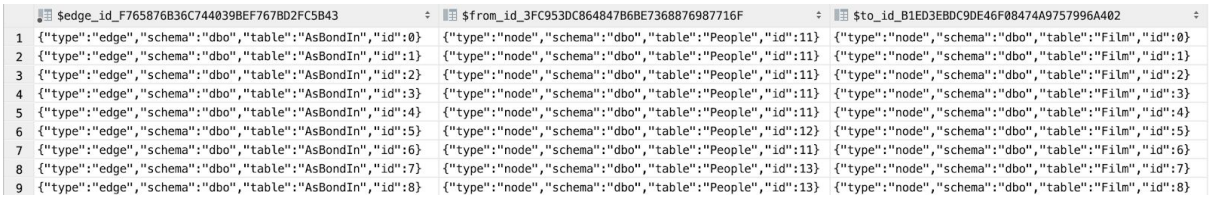
- tabela odpowiadająca za połączenie filmu z aktorem grającym w nim Jamesa Bonda
    - schemat tworzenie tabeli będącej krawędzią między węzłami

```
CREATE TABLE AsBondIn AS EDGE;
```

    - przykładowe dopasowania aktora do filmu

```
INSERT INTO AsBondIn VALUES
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 12), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 1)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 12), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 2)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 12), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 3)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 12), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 4)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 12), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 5)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 13), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 6)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 12), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 7)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 14), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 8)),
```

- pokazanie części zawartości tabeli AsBondIn (identyfikatory obydwu wierzchołków oraz identyfikator krawędzi)



	$edge_id_F765876B36C744039BEF767BD2FC5B43	$from_id_3FC953DC864847B6BE7368876987716F	$to_id_B1ED3EBDC9DE46F08474A9757996A402
1	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":0}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":11}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":0}
2	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":1}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":11}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":1}
3	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":2}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":11}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":2}
4	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":3}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":11}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":3}
5	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":4}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":11}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":4}
6	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":5}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":12}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":5}
7	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":6}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":11}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":6}
8	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":7}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":13}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":7}
9	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"AsBondIn","id":8}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":13}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":8}

- tabela odpowiadająca za połączenie filmu z aktorką grającą w nim “dziewczynę Bonda”
  - schemat tworzenie tabeli będącej krawędzią między węzłami

```
CREATE TABLE IsBondGirlIn AS EDGE;
```

  - przykładowe dopasowania aktorki do filmu

```
INSERT INTO IsBondGirlIn VALUES
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 18), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 1)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 19), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 1)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 20), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 1)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 18), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 2)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 21), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 2)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 22), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 2)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 23), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 2)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 24), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 3)),
```

  - pokazanie części zawartości tabeli IsBondGirlIn (identyfikatory obydwu wierzchołków oraz identyfikator krawędzi)

	$edge_id_5A09EAE695CC48E0A51ACE87C7978D01	$from_id_8CAD80C653D14896BEBE6D6D4D28F7EE	$to_id_1CFEBF394EDA4066A2396844BAA515FE
1	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":0}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":17}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":0}
2	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":1}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":18}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":0}
3	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":2}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":19}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":0}
4	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":3}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":17}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":1}
5	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":4}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":20}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":1}
6	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":5}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":21}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":1}
7	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":6}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":22}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":1}
8	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":7}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":23}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":2}
9	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"IsBondGirlIn","id":8}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":24}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":2}

- tabela odpowiadająca za połączenie filmu z jego reżyserem
  - schemat tworzenie tabeli będącej krawędzią między węzłami

```
CREATE TABLE DirectorOf AS EDGE;
```

  - przykładowe dopasowania aktorki do filmu

```
INSERT INTO DirectorOf VALUES
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 1), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 1)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 1), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 2)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 2), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 3)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 1), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 4)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 3), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 5)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 4), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 6)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 2), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 7)),
((SELECT $node_id FROM People WHERE ID = 2), (SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 8)),
```

  - pokazanie części zawartości tabeli DirectorOf (identyfikatory obydwu wierzchołków oraz identyfikator krawędzi)

	$edge_id_0CF040D3B15F455FB6C7B97015B43704	$from_id_FFAAAD6DDE534E35AF17E770DCE59AC9	$to_id_171E6B1AFB8D44338716E0C4F24F2A86
1	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":0}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":0}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":0}
2	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":1}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":0}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":1}
3	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":2}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":1}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":2}
4	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":3}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":0}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":3}
5	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":4}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":2}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":4}
6	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":5}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":3}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":5}
7	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":6}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":1}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":6}
8	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":7}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":1}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":7}
9	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"DirectorOf","id":8}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"People","id":1}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":8}

- tabela odpowiadająca za połączenie filmu z jego reżyserem
    - schemat tworzenie tabeli będącej krawędzią między węzłami

```
CREATE TABLE HasVehicle AS EDGE;
```

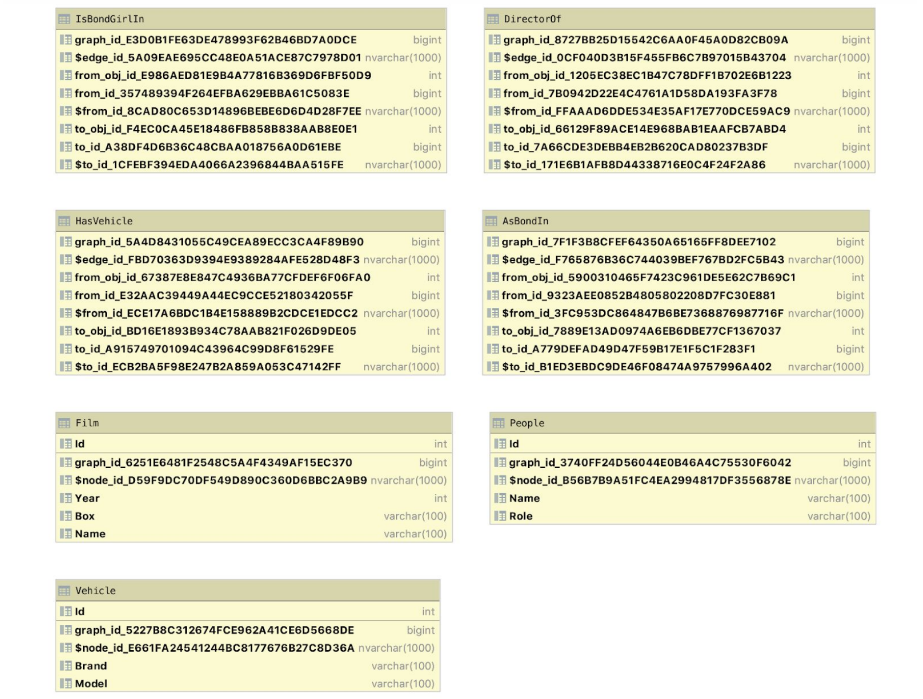
    - przykładowe dopasowanie filmu do modeli samochodów Jamesa Bonda

```
INSERT INTO HasVehicle VALUES
((SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 13), (SELECT $node_id FROM Vehicle WHERE ID = 1)),
((SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 22), (SELECT $node_id FROM Vehicle WHERE ID = 2)),
((SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 22), (SELECT $node_id FROM Vehicle WHERE ID = 3)),
((SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 9), (SELECT $node_id FROM Vehicle WHERE ID = 4)),
((SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 9), (SELECT $node_id FROM Vehicle WHERE ID = 5)),
((SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 9), (SELECT $node_id FROM Vehicle WHERE ID = 6)),
((SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 11), (SELECT $node_id FROM Vehicle WHERE ID = 7)),
((SELECT $node_id FROM Film WHERE ID = 11), (SELECT $node_id FROM Vehicle WHERE ID = 8)),
```

    - pokazanie części zawartości tabeli HasVehicle (identyfikatory obydwu wierzchołków oraz identyfikator krawędzi)

	$edge_id_FBD70363D9394E9389284AFE528D48F3	$from_id_ECE17A6BDC1B4E158889B2CDCE1EDCC2	$to_id_ECB2BA5F98E247B2A859A053C47142FF
1	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":0}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":12}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":0}
2	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":1}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":21}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":1}
3	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":2}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":21}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":2}
4	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":3}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":8}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":3}
5	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":4}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":8}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":4}
6	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":5}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":8}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":5}
7	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":6}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":10}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":6}
8	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":7}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":10}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":7}
9	{"type":"edge","schema":"dbo","table":"HasVehicle","id":8}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Film","id":13}	{"type":"node","schema":"dbo","table":"Vehicle","id":8}

- wizualizacja stworzonych i omówionych powyżej tabel w Data Grip



4. Porównanie działania baz utworzonych w poprzednich krokach

4.1 Do każdego aktora grającego Jamesa Bonda podaj liczbę filmów, w których wystąpił. Wyniki posortuj malejąco

- Neo4j

```
1 MATCH (p:People)-[:AS_BOND_IN]→(m:Film)
2 RETURN p.Name AS Actor, count(p.Name) AS
  BondMovies ORDER BY BondMovies desc
```

neo4j$ MATCH (p:People)-[:AS_BOND_IN]→(m…

Table | Text | Code

Actor	BondMovies
"Roger Moore"	7
"Sean Connery"	6
"Pierce Brosnan"	4
"Daniel Craig"	4
"Timothy Dalton"	2
"George Lazenby"	1

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **7.7 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
6   select P.Name as Actor, count(P.Name) as NumberOfBondMovies
7   from People as P, Film as F, AsBondIn
8   where match (P - (AsBondIn) -> F)
9   group by P.Name
10  order by NumberOfBondMovies desc
```

Results | Messages | Chart

	Actor	NumberOfBondMovies
1	Roger Moore	7
2	Sean Connery	6
3	Daniel Craig	4
4	Pierce Brosnan	4
5	Timothy Dalton	2
6	George Lazenby	1

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.4 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

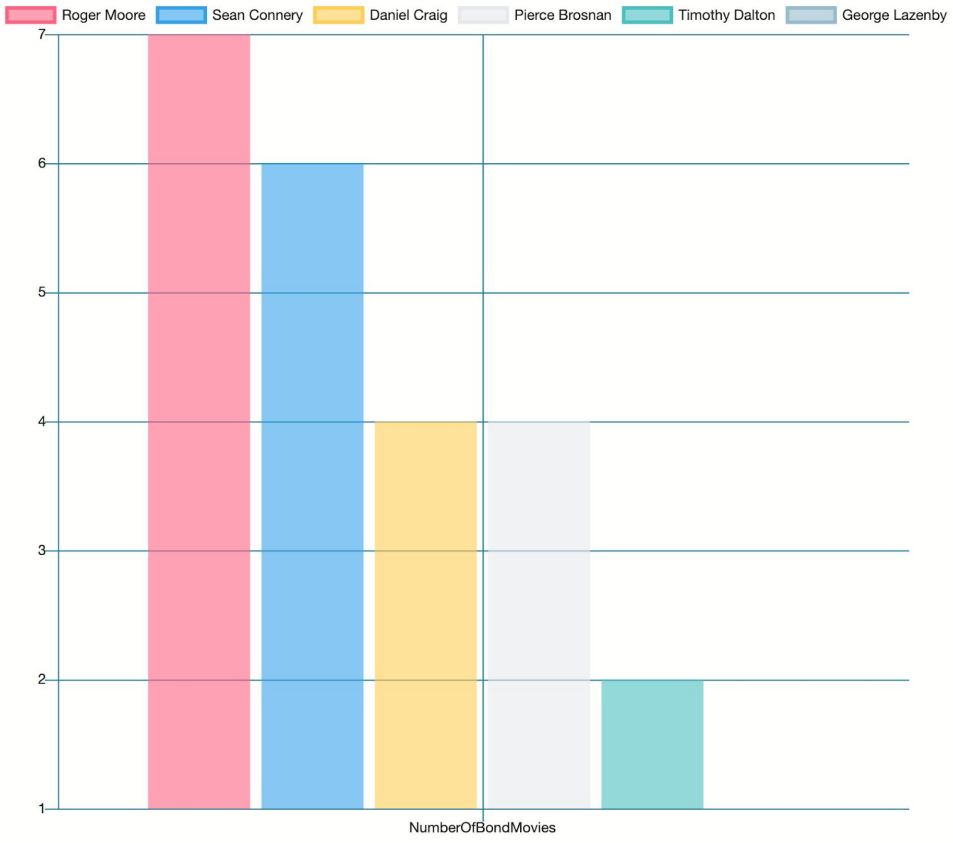
```
16    select P.Name as Actor, count(P.Name) as NumberOfBondMovies
17    from People as P
18    join AsBondIn ABI on P.$node_id=ABI.$from_id
19    join Film F on F.$node_id = ABI.$to_id
20    group by P.Name
21    order by NumberOfBondMovies desc
```

Results Messages

	Actor	NumberOfBondMovies
1	Roger Moore	7
2	Sean Connery	6
3	Daniel Craig	4
4	Pierce Brosnan	4
5	Timothy Dalton	2
6	George Lazenby	1

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.6 ms**

Liczba filmów przypadających na każdego aktora grającego Bonda



4.2 Podaj aktora grającego Jamesa Bonda, który miał w sumie najwięcej dziewczyn

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (a:People)-[:IS_BOND_GIRL_IN]→
       (m:Film)←[:AS_BOND_IN]-(b:People)
       RETURN b.Name as Bond, count (distinct
       a.Name) as BondGirlsCount ORDER BY
       BondGirlsCount desc LIMIT 1
```

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **5.5 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
25  select top 1 with ties Bond.Name as Bond, count(distinct Girl.Name) as BondGirlsCount
26  from People Bond, AsBondIn, People Girl, IsBondGirlIn, Film
27  where match (Girl - (IsBondGirlIn) -> Film <- (AsBondIn) - Bond)
28  group by Bond.Name
29  order by BondGirlsCount desc
```

Results Messages

	Bond	BondGirlsCount
1	Roger Moore	18

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.4 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

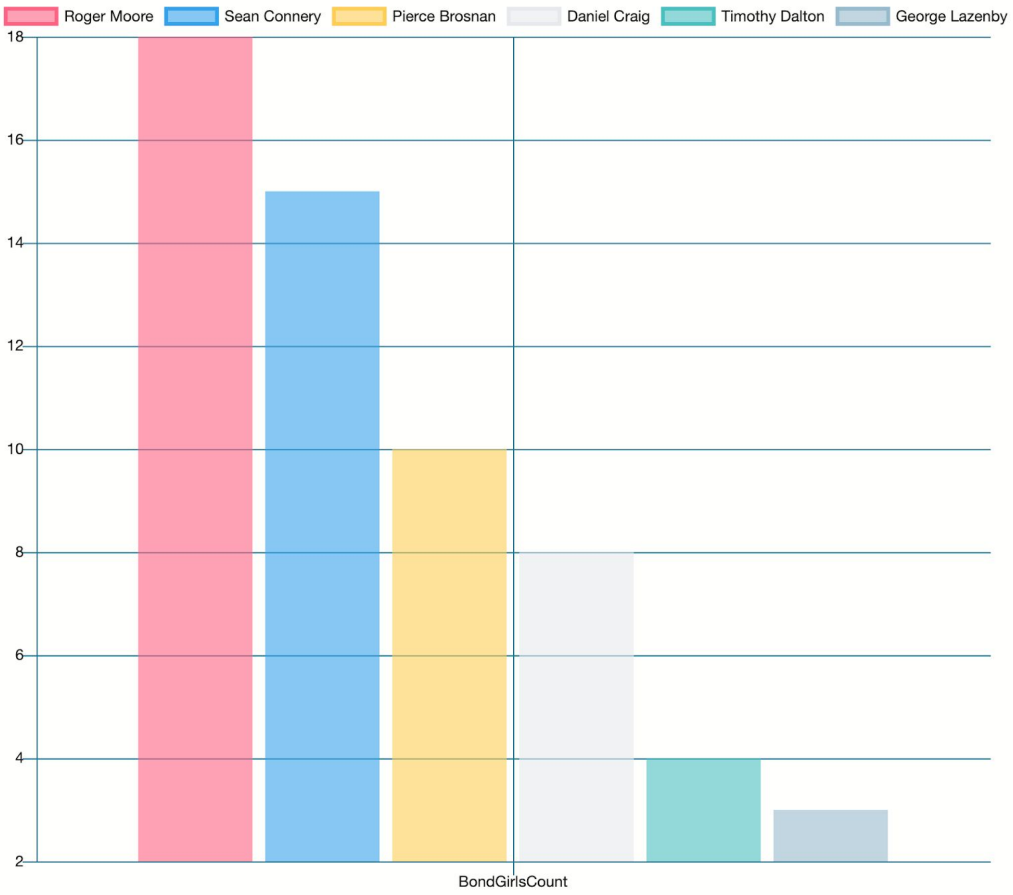
```
31  select top 1 with ties Bond.Name as Bond, count(distinct Girl.Name) as BondGirlsCount
32  from People Bond
33  join AsBondIn ABI on Bond.$node_id = ABI.$from_id
34  join Film F on ABI.$to_id = F.$node_id
35  join IsBondGirlIn IBGI on F.$node_id = IBGI.$to_id
36  join People Girl on Girl.$node_id = IBGI.$from_id
37  group by Bond.Name
38  order by BondGirlsCount desc
```

Results Messages

	Bond	BondGirlsCount
1	Roger Moore	18

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.2 ms**

Liczba dziewczyn przypadająca na każdego aktora grającego Bonda



4.3 Podaj Bonda mającego kontakt z największa liczbą reżyserów

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (a:People)-[:DIRECTOR_OF]→
       (m:Film)←[:AS_BOND_IN]-(b:People)
       RETURN b.Name as Actor, count(distinct
       a.Name) as DirectorCount ORDER BY
       DirectorCount desc LIMIT 1
```

neo4j$ MATCH (a:People)-[:DIRECTOR_OF]→(…

Table | Text

Actor	DirectorCount
"Pierce Brosnan"	4

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **3.2 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
41  select top 1 with ties Bond.Name as Actor, count(distinct Director.Name) as DirectorCount
42  from People Bond, AsBondIn, People Director, DirectorOf, Film
43  where match (Director - (DirectorOf) -> Film <- (AsBondIn) - Bond)
44  group by Bond.Name
45  order by DirectorCount desc
46
```

Results Messages

	Actor	DirectorCount
1	Pierce Bro…	4

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **8.8 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

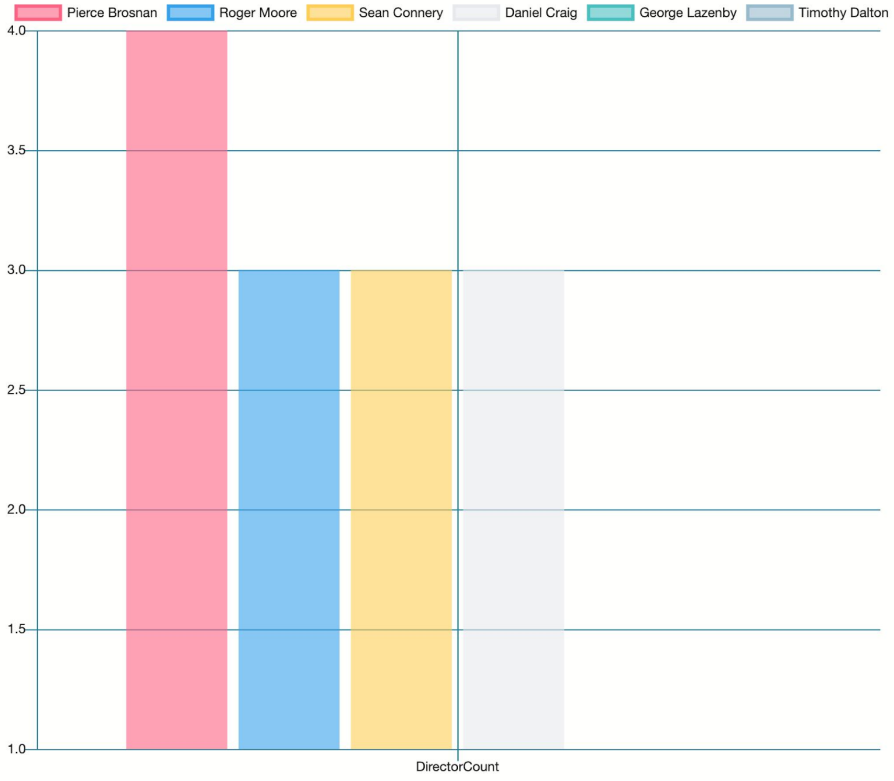
```
47  select top 1 with ties Bond.Name as Actor, count(distinct Director.Name) as DirectorCount
48  from People Bond
49  join AsBondIn ABI on Bond.$node_id = ABI.$from_id
50  join Film F on F.$node_id = ABI.$to_id
51  join DirectorOf DO on F.$node_id = DO.$to_id
52  join People Director on Director.$node_id = DO.$from_id
53  group by Bond.Name
54  order by DirectorCount desc
```

Results Messages

	Actor	DirectorCount
1	Pierce Brosnan	4

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.4 ms**

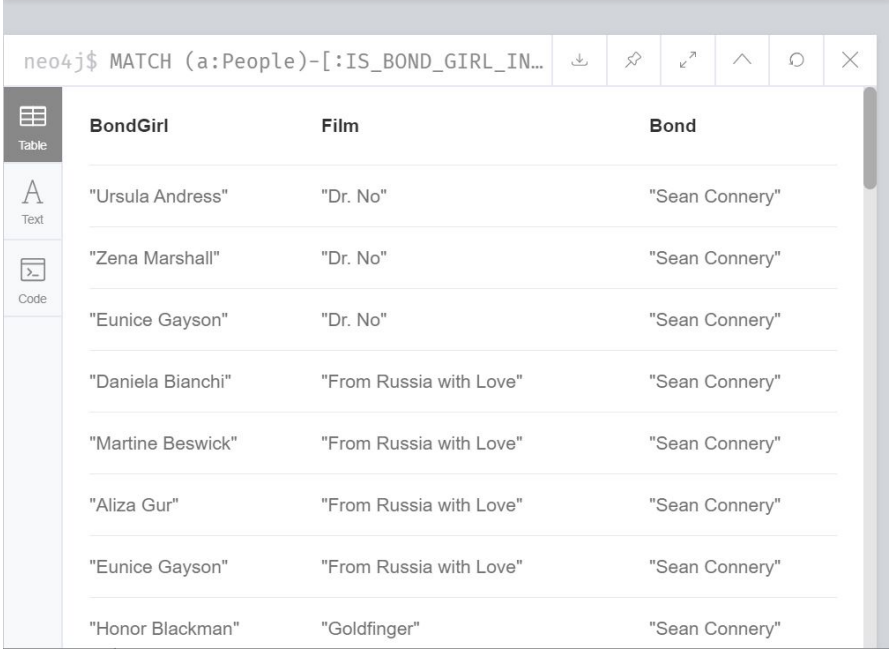
Liczba reżyserów, z którymi współpracował każdy aktor grający Bonda



4.4 Dla każdej “dziewczyny Bonda” podaj tytuł filmu, w którym wystąpiła oraz aktora grającego Bonda, któremu towarzyszyła.

- Neo4J

```
1 MATCH (a:People)-[:IS_BOND_GIRL_IN]→
  (m:Film)←[:AS_BOND_IN]-(b:People)
2 RETURN a.Name as BondGirl, m.Name as Film,
  b.Name as Bond
```



BondGirl	Film	Bond
"Ursula Andress"	"Dr. No"	"Sean Connery"
"Zena Marshall"	"Dr. No"	"Sean Connery"
"Eunice Gayson"	"Dr. No"	"Sean Connery"
"Daniela Bianchi"	"From Russia with Love"	"Sean Connery"
"Martine Beswick"	"From Russia with Love"	"Sean Connery"
"Aliza Gur"	"From Russia with Love"	"Sean Connery"
"Eunice Gayson"	"From Russia with Love"	"Sean Connery"
"Honor Blackman"	"Goldfinger"	"Sean Connery"

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **3.3 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
57  select Girl.Name as BondGirl, Film.Name as Name,  Bond.Name as Bond
58  from People Girl, People Bond, Film, IsBondGirlIn, AsBondIn
59  where match (Girl - (IsBondGirlIn) -> Film <- (AsBondIn) - Bond)
60
```

Results Messages

	BondGirl	Name	Bond
1	Eunice Gayson	Dr. No	Sean Connery
2	Zena Marshall	Dr. No	Sean Connery
3	Ursula Andress	Dr. No	Sean Connery
4	Eunice Gayson	From Russi…	Sean Connery
5	Aliza Gur	From Russi…	Sean Connery
6	Martine Beswi…	From Russi…	Sean Connery
7	Daniela Bianc…	From Russi…	Sean Connery
8	Shirley Eaton	Goldfinger	Sean Connery
9	Honor Blackman	Goldfinger	Sean Connery

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.3 ms**

- Microsoft SQL Server -wariant II

```
61   select Girl.Name as BondGirl, F.Name as Name,  Bond.Name as Bond
62   from People Girl
63   join IsBondGirlIn IBGI on Girl.$node_id = IBGI.$from_id
64   join Film F on F.$node_id = IBGI.$to_id
65   join AsBondIn ABI on F.$node_id = ABI.$to_id
66   join People Bond on Bond.$node_id = ABI.$from_id
67
```

Results Messages

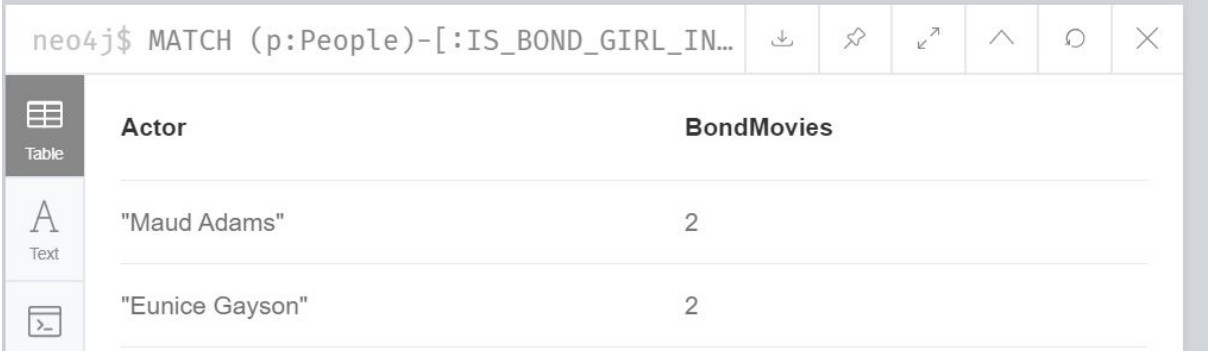
	BondGirl	Name	Bond
1	Eunice Gayson	Dr. No	Sean Connery
2	Zena Marshall	Dr. No	Sean Connery
3	Ursula Andress	Dr. No	Sean Connery
4	Eunice Gayson	From Russia with Love	Sean Connery
5	Aliza Gur	From Russia with Love	Sean Connery
6	Martine Beswick	From Russia with Love	Sean Connery
7	Daniela Bianchi	From Russia with Love	Sean Connery
8	Shirley Eaton	Goldfinger	Sean Connery
9	Honor Blackman	Goldfinger	Sean Connery

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **8.6 ms**

4.5 Podaj “dziewczynę Bonda”, która pojawiła się w największej ilości produkcji.

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (p:People)-[:IS_BOND_GIRL_IN]→
       (m:Film) RETURN p.Name AS Actor,
       count(p.Name) AS BondMovies ORDER BY
       BondMovies desc LIMIT 2
```



Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **2.6 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
69  select top 1 with ties Girl.Name as Actor, count(Film.Name) as NumberOfBondMovies
70  from People Girl, IsBondGirlIn, Film
71  where match (Girl - (IsBondGirlIn) -> Film)
72  group by Girl.Name
73  order by NumberOfBondMovies desc
```

Results Messages

	Actor	NumberOfBondMovies
1	Eunice Gayson	2
2	Maud Adams	2

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **7.8 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

```
75  select top 1 with ties Girl.Name as Actor, count(F.Name) as NumberOfBondMovies
76  from People Girl
77  join IsBondGirlIn IBGI on Girl.$node_id = IBGI.$from_id
78  join Film F on F.$node_id = IBGI.$to_id
79  group by Girl.Name
80  order by NumberOfBondMovies desc
```

Results Messages

	Actor	NumberOfBondMovies
1	Eunice Gayson	2
2	Maud Adams	2

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **8.4 ms**

4.6 Czy jest jakaś aktorka (“dziewczyna Bonda), która miała kontakt z więcej niż jednym Bondem

- Neo4J

```
1 MATCH (a:People)-[:IS_BOND_GIRL_IN]→
  (m:Film)←[:AS_BOND_IN]-(b:People) WITH a,
  count(distinct b.Name) as BondCount WHERE
  BondCount > 1
2 RETURN BondCount, a.Name
```

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **4.3 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
83  select Girl.Name as BondGirl, count(distinct Bond.Name) as DistinctBondCount
84  from People Girl, People Bond, IsBondGirlIn, AsBondIn, Film
85  where match (Girl - (IsBondGirlIn) -> Film <- (AsBondIn) - Bond)
86  group by Girl.Name
87  having count(distinct Bond.Name) > 1
88  order by DistinctBondCount desc
```

Results Messages

	BondGirl	DistinctBondCount

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.0 ms**

- Microsoft SQL Server -wariant II

```
90  select Girl.Name as BondGirl, count(distinct Bond.Name) as DistinctBondCount
91  from People Girl
92  join IsBondGirlIn IBGI on Girl.$node_id = IBGI.$from_id
93  join Film F on F.$node_id = IBGI.$to_id
94  join AsBondIn ABI on F.$node_id = ABI.$to_id
95  join People Bond on Bond.$node_id = ABI.$from_id
96  group by Girl.Name
97  having count(distinct Bond.Name) > 1
98  order by DistinctBondCount desc
```

Results Messages

	BondGirl	DistinctBondCo…

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.2 ms**

4.7 Dla każdego Bonda podaj ile razy prezentował się w samochodzie danej marki.

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (p:People)-[:AS_BOND_IN]→
       (m:Film)-[:HAS_VEHICLE]→(v:Vehicle)
       RETURN p.Name as Bond, v.Brand as
       Brand, count(v.Brand) as BrandCount
```

neo4j$ MATCH (p:People)-[:AS_BOND_IN]→(m…

Table | Text | Code

Bond	Brand	BrandCount
"Sean Connery"	"Sunbeam"	1
"Sean Connery"	"Chevrolet"	5
"Sean Connery"	"Ford"	16
"Sean Connery"	"Rolls-Royce"	3
"Sean Connery"	"Mercedes Benz"	2
"Sean Connery"	"Aston Martin"	2
"Sean Connery"	"Toyota"	1
"George Lazenby"	"Rolls-Royce"	1

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **3.6 ms**

- Microsoft SQL Server -wariant I

```
101   select Bond.Name, Vehicle.Brand, count(Vehicle.Brand)
102   from People Bond, AsBondIn, Vehicle, HasVehicle, Film
103   where match (Bond - (AsBondIn) -> Film - (HasVehicle) -> Vehicle)
104   group by Bond.Name, Vehicle.Brand
105   order by Bond.Name
```

Results Messages

	Name	Brand	(No column name)
1	Daniel Craig	Alfa	2
2	Daniel Craig	Aston Martin	6
3	Daniel Craig	Audi	2
4	Daniel Craig	Ford	5
5	Daniel Craig	Jaguar	6
6	Daniel Craig	Land Rover	8
7	Daniel Craig	Mercedes Be…	2
8	Daniel Craig	Rolls-Royce	1
9	Daniel Craig	Volkswagen	1

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **11 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

```
107   select Bond.Name, V.Brand, count(V.Brand)
108   from People Bond
109   join AsBondIn ABI on Bond.$node_id = ABI.$from_id
110   join Film F on F.$node_id = ABI.$to_id
111   join HasVehicle HV on F.$node_id = HV.$from_id
112   join Vehicle V on V.$node_id = HV.$to_id
113   group by Bond.Name, V.Brand
114   order by Bond.Name
115
```

Results Messages

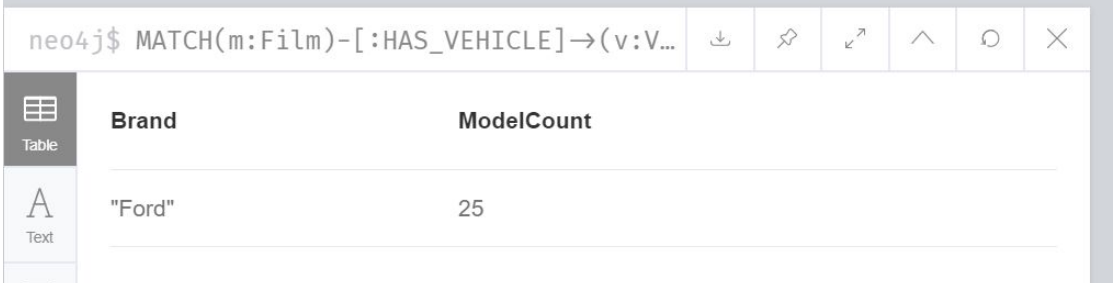
	Name	Brand	(No column name)
1	Daniel Craig	Alfa	2
2	Daniel Craig	Aston Martin	6
3	Daniel Craig	Audi	2
4	Daniel Craig	Ford	5
5	Daniel Craig	Jaguar	6
6	Daniel Craig	Land Rover	8
7	Daniel Craig	Mercedes Benz	2
8	Daniel Craig	Rolls-Royce	1
9	Daniel Craig	Volkswagen	1

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **10.6 ms**

4.8 Podaj markę samochodów z największą liczbą **różnych** modeli ukazanych w filmach.

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH(m:Film)-[:HAS_VEHICLE]→
       (v:Vehicle) RETURN v.Brand as Brand,
       count(distinct v.Model) as ModelCount
       ORDER BY ModelCount desc LIMIT 1
```



Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **3.8 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
118  select top 1 with ties Vehicle.Brand as Brand, count(distinct Vehicle.Model) as DistinctModelCount
119  from Vehicle, HasVehicle, Film
120  where match (Film - (HasVehicle) -> Vehicle)
121  group by Brand
122  order by DistinctModelCount desc
123
```

Results Messages

	Brand	DistinctModelCount
1	Ford	25

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania -**9.2 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

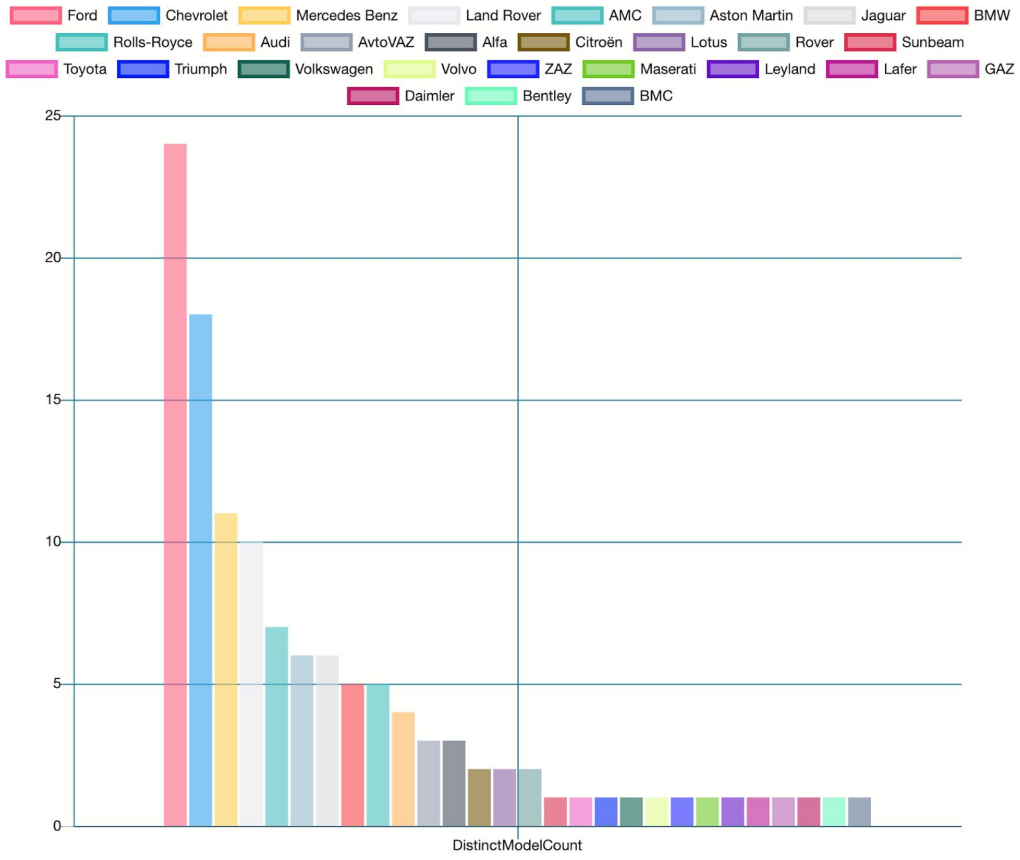
```
124  select top 1 with ties V.Brand as Brand, count(distinct V.Model) as DistinctModelCount
125  from Vehicle V
126  join HasVehicle HV on V.$node_id = HV.$to_id
127  join Film F on F.$node_id = HV.$from_id
128  group by Brand
129  order by DistinctModelCount desc
```

Results Messages

	Brand	DistinctModelCount
1	Ford	25

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.8 ms**

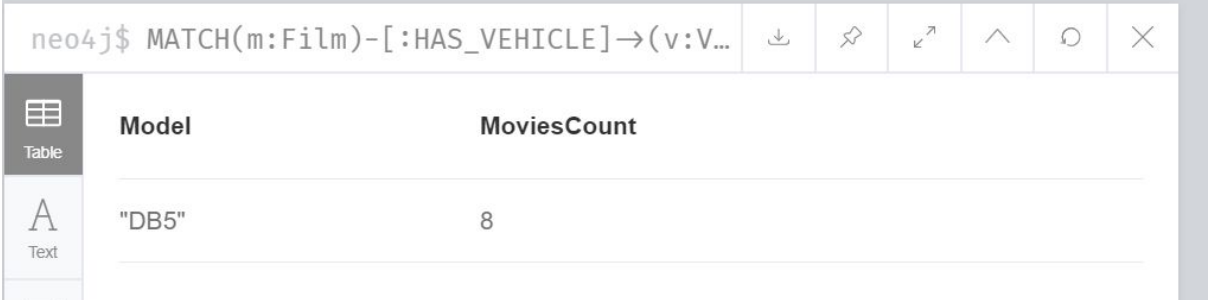
Liczba różnych modeli samochodów przypadających na jedną markę



4.9 Podaj nazwę modelu samochodu, który ukazał się w największej ilości produkcji.

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH(m:Film)-[:HAS_VEHICLE]→
       (v:Vehicle) RETURN v.Model as Model,
       count(m.Name) as MoviesCount ORDER BY
       MoviesCount desc LIMIT 1
```



Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **3.4 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
132  select top 1 with ties Vehicle.Brand as Brand, Vehicle.Model as Model, count(Film.Name) as MoviesCount
133  from Vehicle, HasVehicle, Film
134  where match (Film - (HasVehicle) -> Vehicle)
135  group by Brand, Model
136  order by MoviesCount desc
```

Results Messages

	Brand	Model	MoviesCount
1	Aston Martin	DB5	8

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **7.9 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

```
138  select top 1 with ties V.Brand as Brand, V.Model as Model, count(F.Name) as MoviesCount
139  from Vehicle V
140  join HasVehicle HV on V.$node_id = HV.$to_id
141  join Film F on F.$node_id = HV.$from_id
142  group by Brand, Model
143  order by MoviesCount desc
144
```

Results Messages

	Brand	Model	MoviesCount
1	Aston Martin	DB5	8

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **9.3 ms**

4.10 Pokaż reżyserów realizujących kilka filmów z serii wraz z ich liczbą

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (p:People)-[:DIRECTOR_OF]→
       (m:Film) WITH p, count(m.Name) as
       FilmsCount WHERE FilmsCount > 1 RETURN
       p.Name as Director, FilmsCount ORDER BY
       FilmsCount desc
```

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **4.2 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
146   select Director.Name as Director, count(Film.Name) as MoviesCount
147   from People Director, DirectorOf, Film
148   where match (Director - (DirectorOf) -> Film)
149   group by Director.Name
150   having count(Film.Name)>1
151   order by MoviesCount desc
```

Results Messages

	Director	MoviesCount
1	John Glen	5
2	Guy Hamilton	4
3	Terence Young	3
4	Lewis Gilbert	3
5	Martin Campb…	2
6	Sam Mendes	2

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **11.2 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

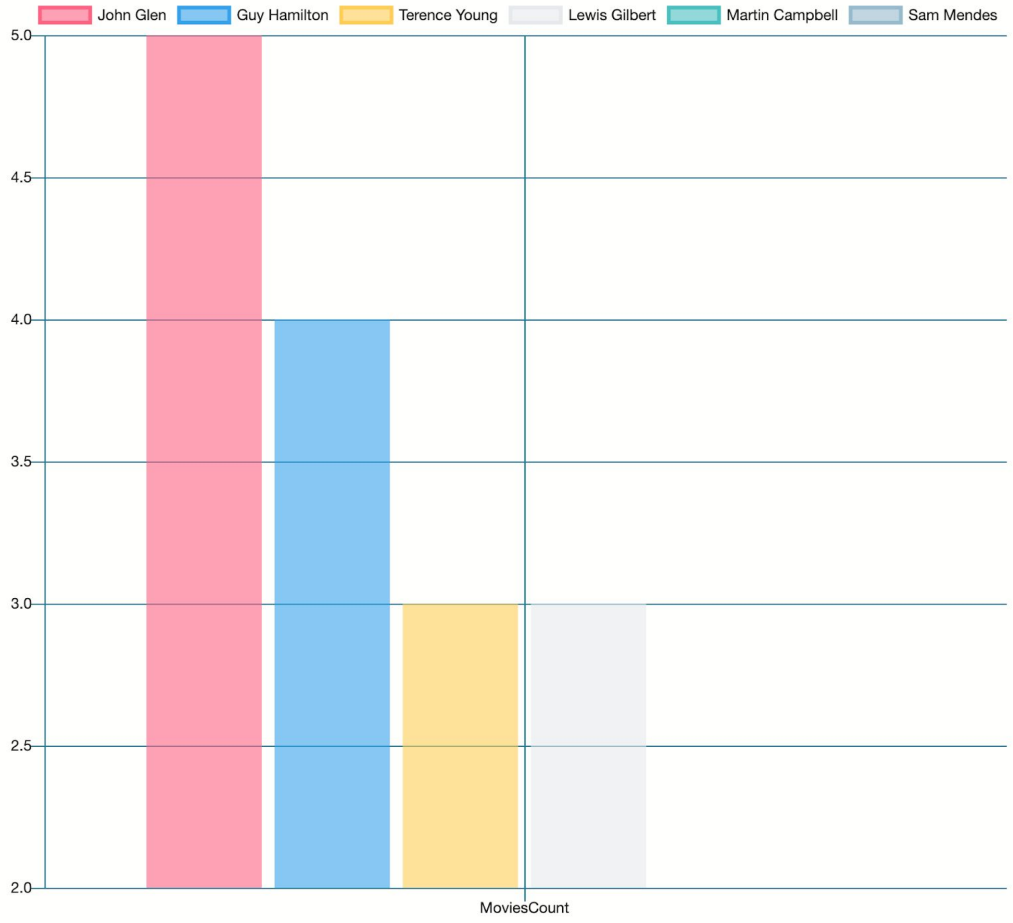
```
153   select Director.Name as Director, count(F.Name) as MoviesCount
154   from People Director
155   join DirectorOf DO on Director.$node_id = DO.$from_id
156   join Film F on F.$node_id = DO.$to_id
157   group by Director.Name
158   having count(F.Name)>1
159   order by MoviesCount desc
```

Results Messages

	Director	MoviesCount
1	John Glen	5
2	Guy Hamilton	4
3	Terence Young	3
4	Lewis Gilbert	3
5	Martin Campbell	2
6	Sam Mendes	2

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **11.8 ms**

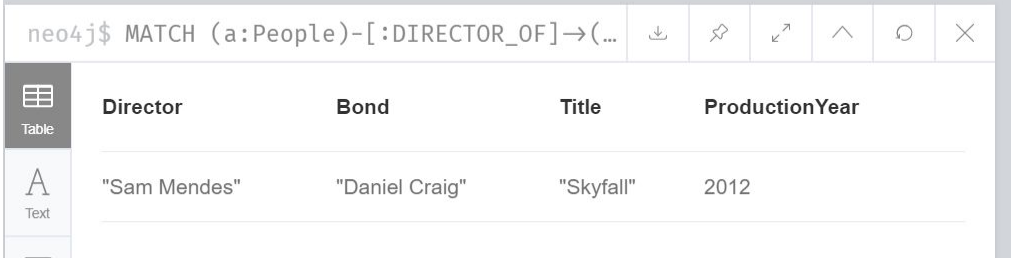
Liczba filmów przypadająca na jednego reżysera (powyżej 1)



4.11 Dla filmu o największym box-office pokaż jego tytuł, rok premiery, reżysera, Bonda

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (a:People)-[:DIRECTOR_OF]→
       (m:Film)←[:AS_BOND_IN]-(b:People)
       RETURN a.Name as Director, b.Name as
       Bond, m.Name as Title, m.Year as
       ProductionYear ORDER BY m.Box desc
       LIMIT 1
```



Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **3.9 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant 1

```
162  select top 1 Director.Name as Director, Bond.Name as Bond, Film.Name as Title, Film.Year as ProductionYear -
163  from People Director, People Bond, AsBondIn, DirectorOf, Film
164  where match (Director - (DirectorOf) -> Film <- (AsBondIn) - Bond)
165  order by Convert(int, Film.Box) desc
166
```

Results Messages

	Director	Bond	Title	ProductionYear
1	Sam Mendes	Daniel Craig	Skyfall	2012

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **10.0 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant 2

```
167  select top 1 Director.Name as Director, Bond.Name as Bond, F.Name as Title, F.Year as ProductionYear
168  from People Director
169  join DirectorOf DO on Director.$node_id = DO.$from_id
170  join Film F on F.$node_id = DO.$to_id
171  join AsBondIn ABI on ABI.$to_id = F.$node_id
172  join People Bond on Bond.$node_id = ABI.$from_id
173  order by Convert(int, F.Box) desc
```

Results Messages

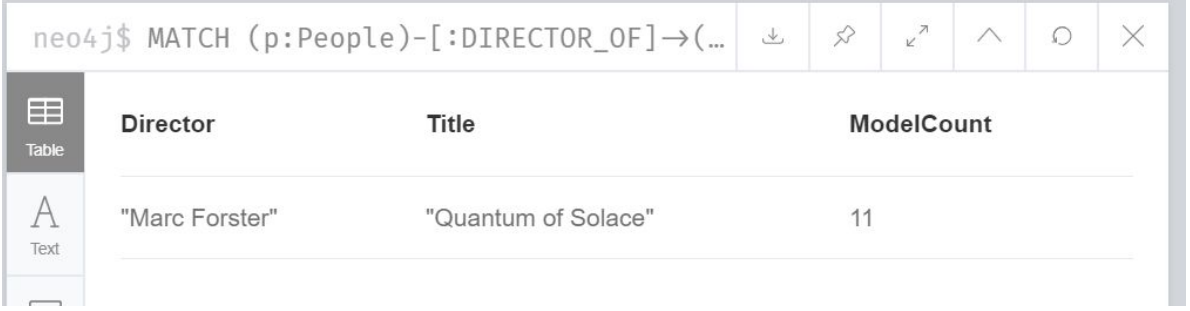
	Director	Bond	Title	ProductionYear
1	Sam Mendes	Daniel Craig	Skyfall	2012

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania -**10.3 ms**

4.12 Przy realizacji filmu, przez którego reżysera pojawiło się najwięcej aut. Podaj tytuł filmu oraz liczbę modeli

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (p:People)-[:DIRECTOR_OF]→
       (m:Film)-[:HAS_VEHICLE]→(v:Vehicle)
       RETURN p.Name as Director, m.Name as
       Title, count(v.Model) as ModelCount
       ORDER BY ModelCount desc LIMIT 1
```



Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **3.4 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
201  select top 1 with ties Director.Name as Director, Film.Name as Title, count(Vehicle.Model) as CarModelCount
202  from People Director, DirectorOf, Film, Vehicle, HasVehicle
203  where match (Director - (DirectorOf) -> Film - (HasVehicle) -> Vehicle)
204  group by Director.Name, Film.Name
205  order by CarModelCount desc
```

Results Messages

	Director	Title	CarMode…
1	Marc Fors…	Quantum of …	11
2	John Glen	The Living …	11

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **12.3 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

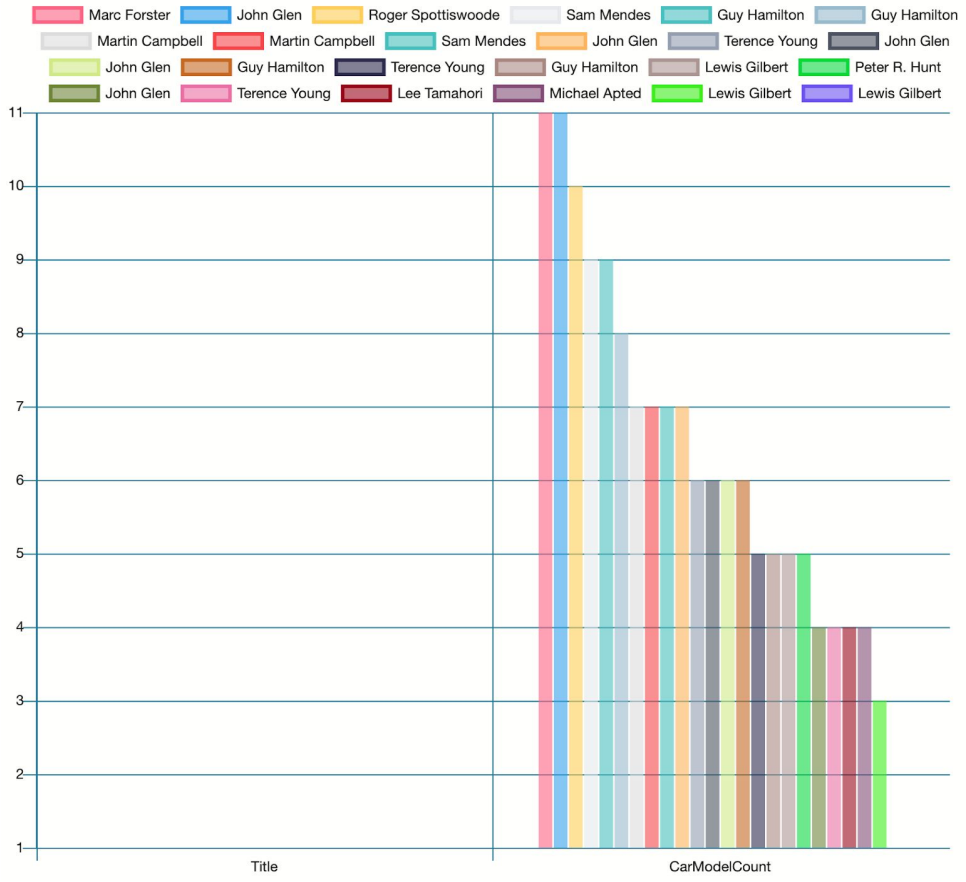
```
207  select top 1 with ties Director.Name as Director, F.Name as Title, count(V.Model) as CarModelCount
208  from People Director
209  join DirectorOf DO on Director.$node_id = DO.$from_id
210  join Film F on F.$node_id = DO.$to_id
211  join HasVehicle HV on F.$node_id = HV.$from_id
212  join Vehicle V on V.$node_id = HV.$to_id
213  group by Director.Name, F.Name
214  order by CarModelCount desc
```

Results Messages

	Director	Title	CarModelCount
1	Marc Forster	Quantum of Solace	11
2	John Glen	The Living Daylights	11

Na podstawie 10 pomiarów uzyskano średni czas wykonania zapytania - **12.8 ms**

Liczba wykorzystanych samochodów przy realizacji filmu przez danego reżysera



4.13 Ile pojawiło się samochodów w filmie z największym box-office

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (m:Film)-[:HAS_VEHICLE]→
       (v:Vehicle) RETURN m.Name, m.Box,
       count(v.Brand) as VehicleCount ORDER
       BY m.Box desc LIMIT 1
```

neo4j$ MATCH (m:Film)-[:HAS_VEHICLE]→(…

Table

Text

m.Name	m.Box	VehicleCount
"Skyfall"	1108561008	7

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **5.6 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
217   select top 1 Film.Name as Title, Film.Box as BoxOffice, count(Vehicle.Model) as CarModelCount
218   from Film, Vehicle, HasVehicle
219   where match (Film - (HasVehicle) -> Vehicle)
220   group by Film.Name, Film.Box
221   order by Convert(int, Film.Box) desc
```

Results Messages

	Title	BoxOffice	CarModelCount
1	Skyfall	1108561008	7

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **12.8 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

```
223   select top 1 F.Name as Title, F.Box as BoxOffice, count(V.Model) as CarModelCount
224   from Film F
225   join HasVehicle HV on F.$node_id = HV.$from_id
226   join Vehicle V on V.$node_id = HV.$to_id
227   group by F.Name, F.Box
228   order by Convert(int, F.Box) desc
229
```

Results Messages

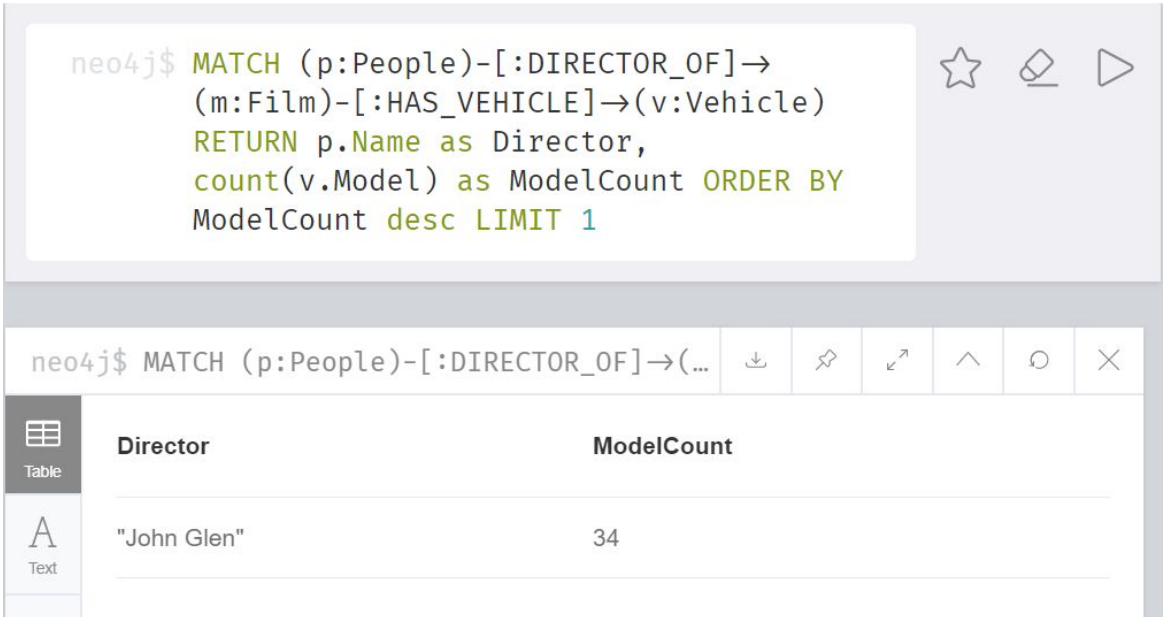
	Title	BoxOffice	CarModelCount
1	Skyfall	1108561008	7

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **13.8 ms**

4.14 W czasie pracy, którego reżysera w sumie pojawiło się najwięcej aut

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (p:People)-[:DIRECTOR_OF]→
       (m:Film)-[:HAS_VEHICLE]→(v:Vehicle)
       RETURN p.Name as Director,
       count(v.Model) as ModelCount ORDER BY
       ModelCount desc LIMIT 1
```



Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **3.2 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
231   select top 1 with ties Director.Name as Director, count(Vehicle.Model) as CarModelCount
232   from People Director, DirectorOf, Film, Vehicle, HasVehicle
233   where match (Director - (DirectorOf) -> Film - (HasVehicle) -> Vehicle)
234   group by Director.Name
235   order by CarModelCount desc
236
```

Results | Messages

	Director	CarModelCount
1	John Glen	34

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **14.3 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

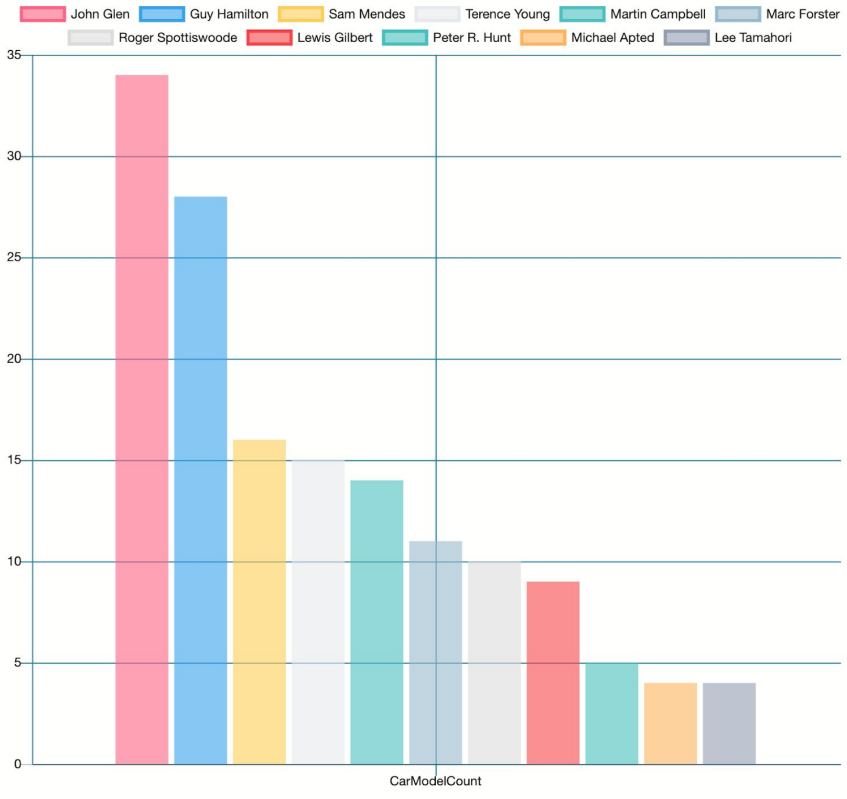
```
237   select top 1 with ties Director.Name as Director, count(V.Model) as CarModelCount
238   from People Director
239   join DirectorOf DO on Director.$node_id = DO.$from_id
240   join Film F on F.$node_id = DO.$to_id
241   join HasVehicle HV on F.$node_id = HV.$from_id
242   join Vehicle V on V.$node_id = HV.$to_id
243   group by Director.Name
244   order by CarModelCount desc
245
```

Results | Messages

	Director	CarModelCount
1	John Glen	34

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **12.9 ms**

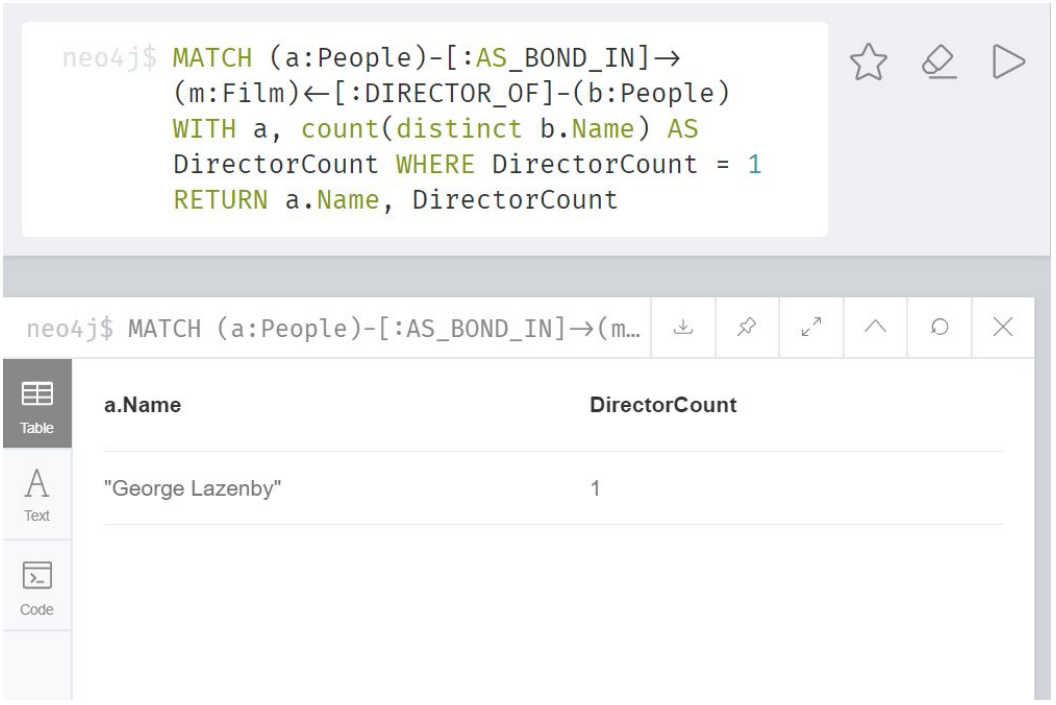
Łączna liczba samochodów, wykorzystanych w filmach realizowanych przez danego reżysera



4.15 Podaj Bonda mającego kontakt, tylko z jednym reżyserem.

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (a:People)-[:AS_BOND_IN]→
       (m:Film)←[:DIRECTOR_OF]-(b:People)
       WITH a, count(distinct b.Name) AS
       DirectorCount WHERE DirectorCount = 1
       RETURN a.Name, DirectorCount
```



Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **4.5 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant I

```
264  select Bond.Name as Bond, Director.Name as Director
265  from People Bond, People Director, AsBondIn, DirectorOf, Film
266  where match (Director - (DirectorOf) -> Film <- (AsBondIn) - Bond) and Bond.Name in
267  (
268      select Bond.Name as Bond
269      from People Bond, People Director, AsBondIn, DirectorOf, Film
270      where match (Director - (DirectorOf) -> Film <- (AsBondIn) - Bond)
271      group by Bond.Name
272      having count(Director.Name)=1
273  )
274
```

Results Messages

	Bond	Director
1	George Lazenby	Peter R. Hunt

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **13.6 ms**

- Microsoft SQL Server - wariant II

```
276  select Bond.Name as Bond, Director.Name as Director
277  from People Director
278  join DirectorOf DO on Director.$node_id = DO.$from_id
279  join Film F on F.$node_id = DO.$to_id
280  join AsBondIn ABI on ABI.$to_id = F.$node_id
281  join People Bond on Bond.$node_id = ABI.$from_id
282  where Bond.Name in
283  (
284      select Bond.Name as Bond
285      from People Director
286      join DirectorOf DO on Director.$node_id = DO.$from_id
287      join Film F on F.$node_id = DO.$to_id
288      join AsBondIn ABI on ABI.$to_id = F.$node_id
289      join People Bond on Bond.$node_id = ABI.$from_id
290      group by Bond.Name
291      having count (Director.Name)=1
292  )
```

Results Messages

	Bond	Director
1	George Lazenby	Peter R. Hunt

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **14.5 ms**

4.16 Podaj łączny box - office całej serii filmów o Jamesie Bondzie

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (m:Film) RETURN sum(m.Box) as
       BoxSum
```

neo4j$ MATCH (m:Film) RETURN sum(m.Box) a…

Table

Text

BoxSum

14699091551

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **2.8 ms**

- Microsoft SQL Server

```
1  select SUM(CAST(Box as  BIGINT))
2  from Film
```

Results Messages

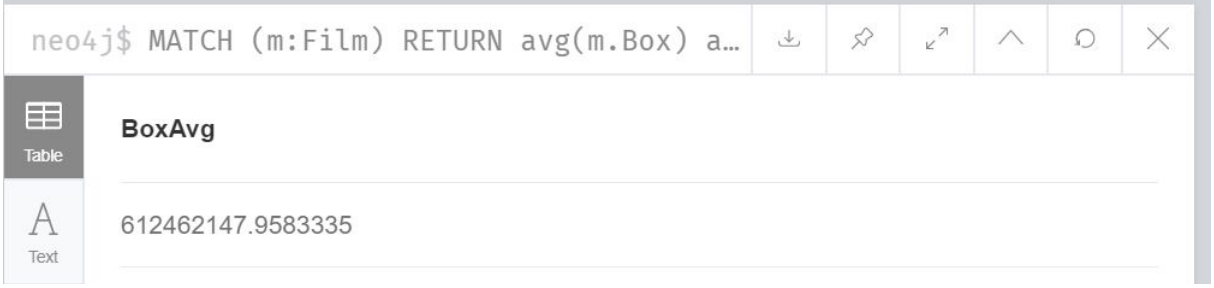
	(No column name)
1	14699091551

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **6.7 ms**

4.17 Podaj średni box - office całej serii

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (m:Film) RETURN avg(m.Box) as
       BoxAvg
```



Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **2.3 ms**

- Microsoft SQL Server

```
4   select AVG(CAST(Box as  BIGINT))
5   from Film
```

Results Messages

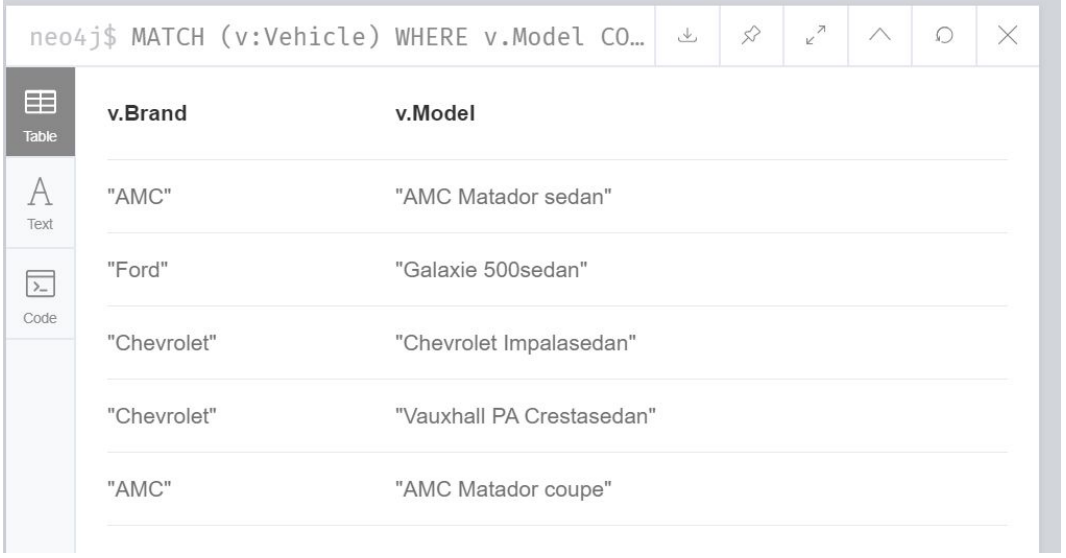
	(No column name)
1	612462147

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **6.5 ms**

4.18 Podaj markę i model wszystkich samochodów, w których nazwie wystąpiło słowo sedan lub coupe

- Neo4J

```
1 MATCH (v:Vehicle) WHERE v.Model CONTAINS
  'sedan' RETURN v.Brand, v.Model
2 UNION
3 MATCH (v:Vehicle) WHERE v.Model CONTAINS
  'coupe' RETURN v.Brand, v.Model
```



Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **4.5 ms**

- Microsoft SQL Server

```
7    select Brand, Model
8    from Vehicle
9    where  Model like '%sedan%' OR Model like '%coupe%'
```

Results Messages

	Brand	Model
1	AMC	AMC Matador coupe
2	AMC	AMC Matador sedan
3	Ford	Galaxie 500sedan
4	Chevrolet	Chevrolet Impalasedan
5	Chevrolet	Vauxhall PA Crestasedan

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **6.0 ms**

4.19 Podaj tytuły wszystkich filmów zaczynających się od słowa “The”

- Neo4J

```
neo4j$ MATCH (m:Film) WHERE m.Name STARTS WITH
       'The' RETURN m.Name
```

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **2.4 ms**

- Microsoft SQL Server

```
11    select Name as Title
12    from Film
13    where Name like 'The%'
```

Results Messages

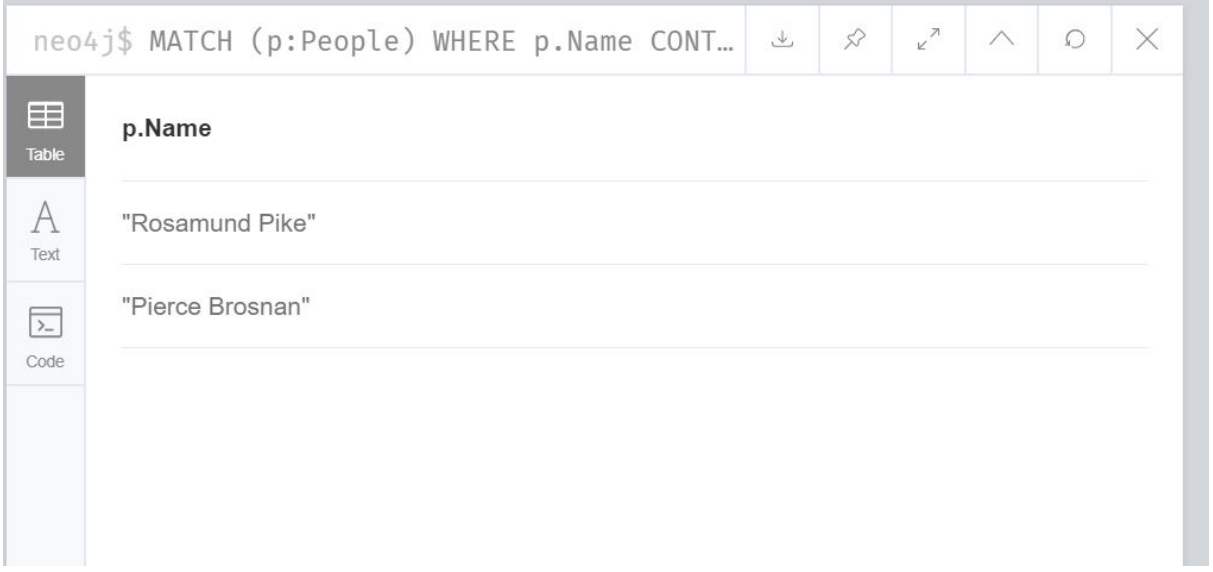
	Title
1	The Man with the Golden G…
2	The Spy Who Loved Me
3	The Living Daylights
4	The World Is Not Enough

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **5.7 ms**

4.20 Wypisz wszystkie osoby, które w nazwie posiadają “ros”

- Neo4J

```
1 MATCH (p:People) WHERE p.Name CONTAINS
  'Ros' RETURN p.Name
2 UNION
3 MATCH (p:People) WHERE p.Name CONTAINS
  'ros' RETURN p.Name
```



Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **3.9 ms**

- Microsoft SQL Server

```
15   select Name
16   from People
17   where Name like '%ros%'
18
```

Results Messages

	Name
1	Pierce Brosnan
2	Rosamund Pike

Po wykonaniu 10 pomiarów średni czas wykonania zapytania wyniósł: **5.5 ms**

3. Porównanie / wnioski

Powyższe przykłady jasno pokazały, że w przypadku danych o budowie grafowej baza Neo4J sprawia się znacznie lepiej niż relacyjna baza danych zamodelowana z wykorzystaniem Microsoft SQL Server. Przeciętny czas wykonania się zapytania obejmującego relacje między różnymi węzłami jest od 3-4 razy krótszy przy wykorzystaniu predefiniowanej do tego celu bazy Neo4J. Jednakże, wyniki zapytań dotyczących sumy, średniej, bądź zwykłego filtrowania informacji z jednej tabeli też uzyskano szybciej korzystając z Neo4J. Różnica ta była jednak zdecydowanie mniejsza.

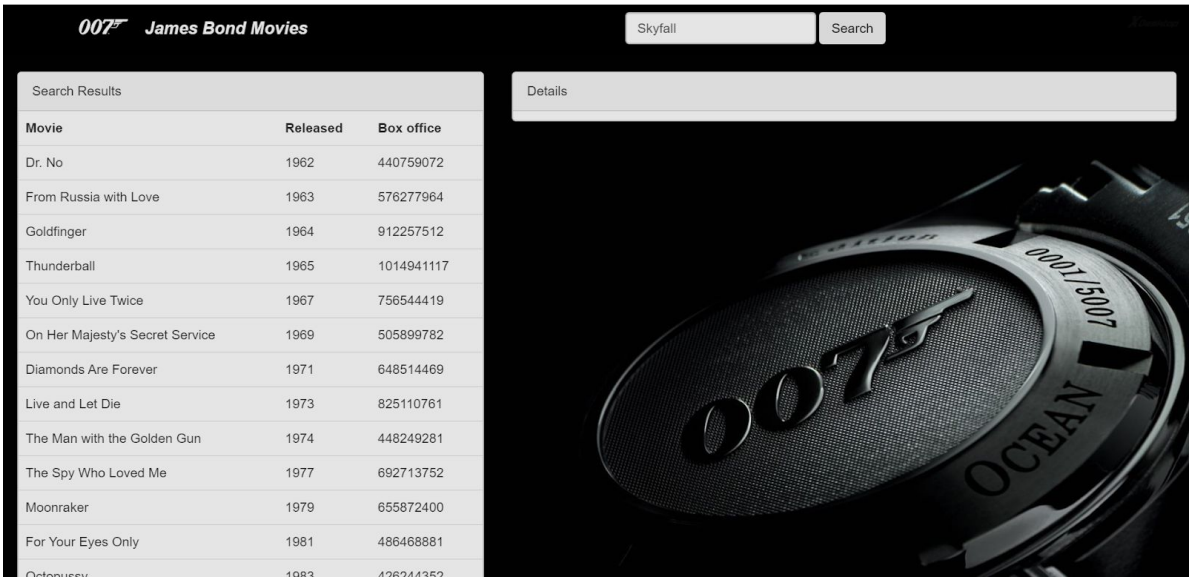
Sama baza Microsoft SQL Server dostarcza nam również różnych narzędzi do radzenia sobie z problemem, jakim jest grafowy charakter danych. Tradycyjnie możemy uzyskać szukane informacje przez wykorzystanie klauzuli JOIN albo podzapytań. Jednak od wersji Microsoft SQL Server 2017 dostępna jest nowa komenda MATCH znacznie ułatwiająca dopasowanie dwóch węzłów połączonych ze sobą pewną relacją.
Nie tylko skraca to i ułatwia zapis, ale jednocześnie w większości przypadków minimalnie zmniejsza czas wykonania się zapytania.

Z kolei jeżeli chodzi o modelowanie grafu w bazie to schemat postępowania w obydwu bazach jest dość podobny. Wszystko sprowadza się do stworzenia wierzchołków i krawędzi, czyli relacji łączących poszczególne węzły. Niewątpliwie schematy otrzymane po utworzeniu takich baz są o wiele bardziej czytelne w przypadku wykorzystania technologii Neo4J.

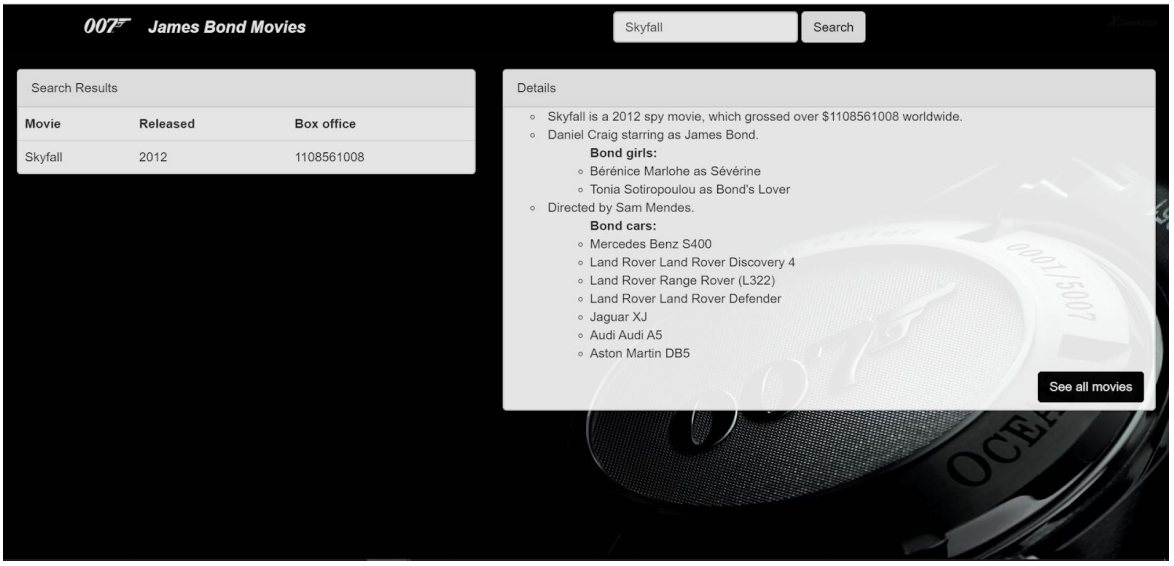
Oczywiście bazy relacyjne mają w kilku miejscach przewagę. Przede wszystkim są dużo bardziej popularne, dlatego w razie wystąpienia jakiegoś problemu, pytań znacznie łatwiej uzyskać informację i poradzić sobie z przeszkodami. Bardzo możliwe, że w przypadku przerobienia grafu na typową relacyjną postać, uzyskane wyniki wyglądałyby całkiem inaczej. Celem tej pracy było jednak porównanie działania grafu zamodelowanego w Neo4J, z oferowanym od 2017 roku sposobem przechowywanie danych w formie grafu w relacyjnej bazie.

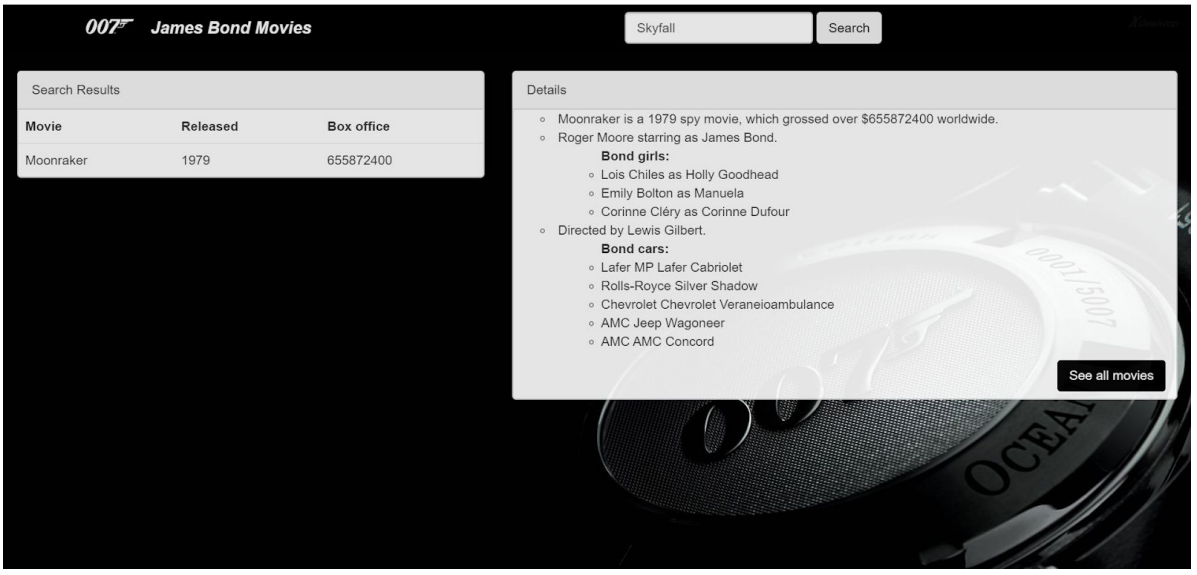
4. Aplikacja webowa

Aby użytkownicy mogli korzystać ze stworzonej bazy danych zbudowana została prosta aplikacja webowa używająca bazy JamesBondMovies w Neo4j. Wykorzystując framework Express oraz Neo4j Javascript Driver, udało się stworzyć aplikację widoczną poniżej.



Po wpisaniu tytułu interesującego nas filmu, otrzymujemy:





Możemy także powrócić do listy wszystkich filmów klikając przycisk “See all movies”, co spowoduje powrót do takiego wyglądu strony: