

Databáze

Přednáška 4. Relační operace

verze z 9. října 2023

Jan Laštovička



KATEDRA INFORMATIKY
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

1 SELECT s podvýrazy

2 Restrikce

3 Projekce

4 Spojení

5 Přejmenování

- movie1: „Vlastním film title vydaný v roce year.“
- movie2: „Vlastníš film title vydaný v roce year.“

| movie1: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 2012 |

| movie2: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 1998 |

- movie1: „Vlastním film title vydaný v roce year.“
- movie2: „Vlastníš film title vydaný v roce year.“

| movie1: | title | | year |
|---------|--------------|--|------|
| | The Matrix | | 1999 |
| | The Avengers | | 2012 |

| movie2: | title | | year |
|---------|--------------|--|------|
| | The Matrix | | 1999 |
| | The Avengers | | 1998 |

Relace určená vlastností: „V roce year vyšel film, který vlastním já nebo ty.“

- movie1: „Vlastním film title vydaný v roce year.“
- movie2: „Vlastníš film title vydaný v roce year.“

| movie1: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 2012 |

| movie2: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 1998 |

Relace určená vlastností: „V roce year vyšel film, který vlastním já nebo ty.“

Už umíme:

```
( SELECT DISTINCT year FROM movie1 )  
UNION  
( SELECT DISTINCT year FROM movie2 )
```

Můžeme nejprve sjednotit relace?


```
( SELECT DISTINCT  $y_1$  AS  $z_1$ , ...,  $y_n$  AS  $z_n$ 
  FROM    $expr_1$  AS  $relation_1$ , ...,  $expr_m$  AS  $relation_m$ 
  WHERE   $condition$  )
```

- $expr_i$... relační výraz
- $relation_i$... dočasná relační proměnná
- $relation_1, \dots, relation_m$: po dvou různé
- R_i typ $expr_i$ s prefixem $relation_i$
- $R = R_1 \cup \dots \cup R_m$
- $condition$ podmínka nad R
- $y_1, \dots, y_n \in R$
- z_1, \dots, z_n po dvou různé atributy
- $D_{y_i} = D_{z_i}, 1 \leq i \leq n$

hodnota proměnné $relation_i$ je hodnota výrazu $expr_i$

- movie1: „Vlastním film title vydáný v roce year.“
- movie2: „Vlastníš film title vydáný v roce year.“

| movie1: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 2012 |

| movie2: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 1998 |

- movie1: „Vlastním film title vydáný v roce year.“
- movie2: „Vlastníš film title vydáný v roce year.“

| movie1: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 2012 |

| movie2: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 1998 |

```
SELECT DISTINCT year
FROM ( ( TABLE movie1 ) UNION ( TABLE movie2 ) ) AS movie
```

- movie1: „Vlastním film title vydáný v roce year.“
- movie2: „Vlastníš film title vydáný v roce year.“

| movie1: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 2012 |

| movie2: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 1998 |

```
SELECT DISTINCT year
FROM ( ( TABLE movie1 ) UNION ( TABLE movie2 ) ) AS movie
```

| year |
|------|
| 1999 |
| 1998 |
| 2012 |

- movie1: „Vlastním film title vydáný v roce year.“
- movie2: „Vlastníš film title vydáný v roce year.“

| movie1: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 2012 |

| movie2: | title | year |
|---------|--------------|------|
| | The Matrix | 1999 |
| | The Avengers | 1998 |

```
SELECT DISTINCT year
FROM ( ( TABLE movie1 ) UNION ( TABLE movie2 ) ) AS movie
```

| year |
|------|
| 1999 |
| 1998 |
| 2012 |

„V roce year vyšel film, který vlastním já nebo ty.“

- *relation1 AS relation2* znamená (`TABLE relation1`) `AS relation2`

- *relation1 AS relation2* znamená (`TABLE relation1`) `AS relation2`
- *relation* znamená `relation AS relation`

- *relation1 AS relation2* znamená (`TABLE relation1`) `AS relation2`
- *relation* znamená *relation AS relation*

Například: `SELECT * FROM movie AS m, actor`

znamená: `SELECT * FROM (TABLE movie) AS m, (TABLE actor) AS actor`

- *relation1 AS relation2* znamená (`TABLE relation1`) `AS relation2`
- *relation* znamená *relation AS relation*

Například: `SELECT * FROM movie AS m, actor`

znamená: `SELECT * FROM (TABLE movie) AS m, (TABLE actor) AS actor`

expr AS relation lze zkrátit na *expr*

...neodkazujeme se tečkovou notací na žádný atribut *relation*

(Platí v PostgreSQL od verze 16)

- *relation1 AS relation2* znamená (`TABLE relation1`) `AS relation2`
- *relation* znamená *relation AS relation*

Například: `SELECT * FROM movie AS m, actor`

znamená: `SELECT * FROM (TABLE movie) AS m, (TABLE actor) AS actor`

expr AS relation lze zkrátit na *expr*

...neodkazujeme se tečkovou notací na žádný atribut *relation*

(Platí v PostgreSQL od verze 16)

Například:

```
SELECT DISTINCT year
FROM ( ( TABLE movie1 ) UNION ( TABLE movie2 ) );
```

1 SELECT s podvýrazy

2 Restrikce

3 Projekce

4 Spojení

5 Přejmenování

„Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film title různý od filmu The Matrix vyšel roku year rovnému 1999.“

„Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film title různý od filmu The Matrix vyšel roku year rovnému 1999.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |

V podmínkách místo AND, OR a NOT píšeme \wedge , \vee a \neg .

V podmínkách místo AND, OR a NOT píšeme \wedge , \vee a \neg .

Například podmínku: `(year = 1999) AND (NOT (title = 'The Matrix'))`

nad $R = \{\text{title}, \text{year}\}$

zapíšeme: $(\text{year} = 1999) \wedge \neg(\text{title} = \text{'The Matrix'})$

a označíme: θ

V podmínkách místo AND, OR a NOT píšeme \wedge , \vee a \neg .

Například podmínku: (year = 1999) AND (NOT (title = 'The Matrix'))

nad $R = \{\text{title}, \text{year}\}$

zapišeme: $(\text{year} = 1999) \wedge \neg(\text{title} = \text{'The Matrix'})$

a označíme: θ

n -tice nad R :

$$r_1 = \{\langle \text{title}, \text{'American Beauty'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle\}$$

$$r_2 = \{\langle \text{title}, \text{'The Matrix'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle\}$$

$$r_3 = \{\langle \text{title}, \text{'Titanic'} \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle\}$$

- r_1 splňuje θ
- r_2, r_3 nesplňují θ

- $R \dots$ relační schéma
- $\theta \dots$ podmínka nad R
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

- $R \dots$ relační schéma
- $\theta \dots$ podmínka nad R
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

restrikce \mathcal{D} podle θ :

$$\sigma_{\theta}(\mathcal{D}) = \{r \in \mathcal{D} \mid r \text{ splňuje } \theta\}$$

- $R \dots$ relační schéma
- $\theta \dots$ podmínka nad R
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

restrikce \mathcal{D} podle θ :

$$\sigma_{\theta}(\mathcal{D}) = \{r \in \mathcal{D} \mid r \text{ splňuje } \theta\}$$

\dots relace nad R

- $R \dots$ relační schéma
- $\theta \dots$ podmínka nad R
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

restrikce \mathcal{D} podle θ :

$$\sigma_{\theta}(\mathcal{D}) = \{r \in \mathcal{D} \mid r \text{ splňuje } \theta\}$$

\dots relace nad R

- $W_1(r) \dots$ charakteristická vlastnost \mathcal{D}
- $W_2(r) \dots$ výroková forma podmínky θ

charakteristická vlastnost $\sigma_{\theta}(\mathcal{D})$:

$$V(r) = „W_1(r) \text{ a } W_2(r)“$$

Například pro:

$$R = \{\text{title}, \text{year}\}$$

$$\mathcal{D} = \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \}$$

$$\theta = (\text{year} = 1999) \wedge \neg(\text{title} = 'The Matrix')$$

Například pro:

$$R = \{\text{title}, \text{year}\}$$

$$\mathcal{D} = \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \}$$

$$\theta = (\text{year} = 1999) \wedge \neg(\text{title} = 'The Matrix')$$

je:

$$\sigma_{\theta}(\mathcal{D}) = \{ t \in \mathcal{D} \mid t \text{ splňuje } \theta \} \\ = \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \} \}$$

Například pro:

$$R = \{\text{title}, \text{year}\}$$

$$\mathcal{D} = \{ \{ \langle \text{title}, \text{'American Beauty'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, \text{'The Matrix'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, \text{'Titanic'} \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \}$$

$$\theta = (\text{year} = 1999) \wedge \neg(\text{title} = \text{'The Matrix'})$$

je:

$$\sigma_{\theta}(\mathcal{D}) = \{ t \in \mathcal{D} \mid t \text{ splňuje } \theta \} \\ = \{ \{ \langle \text{title}, \text{'American Beauty'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \} \}$$

Charakteristická vlastnost

- \mathcal{D} je „Film title vyšel roku year.“
- $\sigma_{\theta}(\mathcal{D})$ je „Film title různý od filmu The Matrix vyšel roku year rovnému 1999.“



- *expr* ... relační výraz nad *R*
- *condition* ... podmínka nad *R*
- θ ... zkrácený zápis *condition*
- \mathcal{D} ... hodnota *expr*

Hodnota

```
( SELECT *  
  FROM   expr  
 WHERE  condition )
```

je $\sigma_{\theta}(\mathcal{D})$

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film title různý od filmu The Matrix vyšel roku year rovnému 1999.“

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film title různý od filmu The Matrix vyšel roku year rovnému 1999.“

```
SELECT  *  
FROM    movie  
WHERE ( year = 1999 )  
AND    ( NOT ( title = 'The Matrix' ) )
```

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film title různý od filmu The Matrix vyšel roku year rovnému 1999.“

```
SELECT  *  
FROM    movie  
WHERE ( year = 1999 )  
AND    ( NOT ( title = 'The Matrix' ) )
```

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |

1 SELECT s podvýrazy

2 Restrikce

3 Projekce

4 Spojení

5 Přejmenování

„Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Roku year vyšel film.“

„Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Roku year vyšel film.“

| year |
|------|
| 1999 |
| 1997 |



Projekce n -tice



- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $r \dots n$ -tice nad R

Projekce n -tice



- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $r \dots n$ -tice nad R

projekce r na S :

$$r(S) = \{ \langle y, r(y) \rangle \mid y \in S \}$$

Projekce n -tice



- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $r \dots n$ -tice nad R

projekce r na S :

$$r(S) = \{ \langle y, r(y) \rangle \mid y \in S \}$$

$\dots n$ -tice nad S

- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $r \dots n$ -tice nad R

projekce r na S :

$$r(S) = \{ \langle y, r(y) \rangle \mid y \in S \}$$

$\dots n$ -tice nad S

Například pro:

$$\begin{aligned} r &= \{ \langle \text{title}, \text{'The Matrix'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \} \\ S &= \{ \text{year} \} \end{aligned}$$

- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $r \dots n$ -tice nad R

projekce r na S :

$$r(S) = \{\langle y, r(y) \rangle \mid y \in S\}$$

$\dots n$ -tice nad S

Například pro:

$$\begin{aligned} r &= \{\langle \text{title}, \text{'The Matrix'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle\} \\ S &= \{\text{year}\} \end{aligned}$$

je:

$$r(S) = \{\langle \text{year}, 1999 \rangle\}$$

- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

projekce R na S :

$$\pi_S(\mathcal{D}) = \{r(S) \mid r \in \mathcal{D}\}$$

- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

projekce R na S :

$$\pi_S(\mathcal{D}) = \{r(S) \mid r \in \mathcal{D}\}$$

\dots relace nad S

- $R \dots$ relační schéma
- $S \subseteq R$
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

projekce R na S :

$$\pi_S(\mathcal{D}) = \{r(S) \mid r \in \mathcal{D}\}$$

\dots relace nad S

- $W(r) \dots$ charakteristická vlastnost \mathcal{D}

charakteristická vlastnost $\pi_S(\mathcal{D})$:

$$V(s) = \text{„Existuje } r \in \text{Tupl}(R) \text{ tak, že } W(r) \text{ a } r(S) = s.\text{“}$$

Například pro:

$$R = \{\text{title}, \text{year}\}$$
$$\mathcal{D} = \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \}$$
$$S = \{\text{year}\}$$

Například pro:

$$R = \{\text{title}, \text{year}\}$$

$$\mathcal{D} = \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \}$$

$$S = \{\text{year}\}$$

je:

$$\begin{aligned} \pi_S(\mathcal{D}) &= \{r(S) \mid r \in \mathcal{D}\} \\ &= \{ \{ \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \{ \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \} \end{aligned}$$

Například pro:

$$R = \{\text{title}, \text{year}\}$$

$$\mathcal{D} = \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \}$$

$$S = \{\text{year}\}$$

je:

$$\begin{aligned} \pi_S(\mathcal{D}) &= \{r(S) \mid r \in \mathcal{D}\} \\ &= \{ \{ \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \{ \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \} \end{aligned}$$

Charakteristická vlastnost

- \mathcal{D} je „Film title vyšel roku year.“
- $\pi_S(\mathcal{D})$ je „Roku year vyšel film.“

- $expr$... relační výraz nad R
- $S = \{s_1, \dots, s_n\} \subseteq R$
- \mathcal{D} ... hodnota $expr$

Hodnota

```
( SELECT DISTINCT  $s_1, \dots, s_n$ 
  FROM    $expr$  )
```

je $\pi_S(\mathcal{D})$

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Roku year vyšel film.“

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Roku year vyšel film.“

```
SELECT DISTINCT year
FROM   movie
```

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Roku year vyšel film.“

```
SELECT DISTINCT year  
FROM movie
```

| year |
|------|
| 1999 |
| 1997 |

1 SELECT s podvýrazy

2 Restrikce

3 Projekce

4 Spojení

5 Přejmenování

- \mathcal{D}_1 : „Herec actor_name hrál ve filmu movie_title.“
- \mathcal{D}_2 : „Film movie_title byl vydán v roce movie_year.“

- \mathcal{D}_1 : „Herec actor_name hrál ve filmu movie_title.“
- \mathcal{D}_2 : „Film movie_title byl vydán v roce movie_year.“

\mathcal{D}_1 :

| actor_name | movie_title |
|--------------|-------------|
| Keanu Reeves | The Matrix |
| Keanu Reeves | Dracula |
| Gary Oldman | Dracula |

\mathcal{D}_2 :

| movie_title | movie_year |
|-------------|------------|
| The Matrix | 1999 |
| Dracula | 1992 |
| Dune | 1984 |

- \mathcal{D}_1 : „Herec actor_name hrál ve filmu movie_title.“
- \mathcal{D}_2 : „Film movie_title byl vydán v roce movie_year.“

\mathcal{D}_1 :

| actor_name | movie_title |
|--------------|-------------|
| Keanu Reeves | The Matrix |
| Keanu Reeves | Dracula |
| Gary Oldman | Dracula |

\mathcal{D}_2 :

| movie_title | movie_year |
|-------------|------------|
| The Matrix | 1999 |
| Dracula | 1992 |
| Dune | 1984 |

„Herec actor_name hrál ve filmu movie_title vydaném v roce movie_year.“

- \mathcal{D}_1 : „Herec actor_name hrál ve filmu movie_title.“
- \mathcal{D}_2 : „Film movie_title byl vydán v roce movie_year.“

\mathcal{D}_1 :

| actor_name | movie_title |
|--------------|-------------|
| Keanu Reeves | The Matrix |
| Keanu Reeves | Dracula |
| Gary Oldman | Dracula |

\mathcal{D}_2 :

| movie_title | movie_year |
|-------------|------------|
| The Matrix | 1999 |
| Dracula | 1992 |
| Dune | 1984 |

„Herec actor_name hrál ve filmu movie_title vydaném v roce movie_year.“

| actor_name | movie_title | movie_year |
|--------------|-------------|------------|
| Keanu Reeves | The Matrix | 1999 |
| Keanu Reeves | Dracula | 1992 |
| Gary Oldman | Dracula | 1992 |

- $R, S \dots$ relační schémata
- \mathcal{D}_1 relace nad R
- \mathcal{D}_2 relace nad S

- $R, S \dots$ relační schémata
- \mathcal{D}_1 relace nad R
- \mathcal{D}_2 relace nad S

(přirozené) spojení relací \mathcal{D}_1 a \mathcal{D}_2 :

$$\mathcal{D}_1 \bowtie \mathcal{D}_2 = \{t \in \text{Tupl}(R \cup S) \mid t(R) \in \mathcal{D}_1 \text{ a } t(S) \in \mathcal{D}_2\}$$

- $R, S \dots$ relační schémata
- \mathcal{D}_1 relace nad R
- \mathcal{D}_2 relace nad S

(přirozené) spojení relací \mathcal{D}_1 a \mathcal{D}_2 :

$$\mathcal{D}_1 \bowtie \mathcal{D}_2 = \{t \in \text{Tupl}(R \cup S) \mid t(R) \in \mathcal{D}_1 \text{ a } t(S) \in \mathcal{D}_2\}$$

\dots relace nad $R \cup S$

- $R, S \dots$ relační schémata
- \mathcal{D}_1 relace nad R
- \mathcal{D}_2 relace nad S

(přirozené) **spojení** relací \mathcal{D}_1 a \mathcal{D}_2 :

$$\mathcal{D}_1 \bowtie \mathcal{D}_2 = \{t \in \text{Tuple}(R \cup S) \mid t(R) \in \mathcal{D}_1 \text{ a } t(S) \in \mathcal{D}_2\}$$

\dots relace nad $R \cup S$

- $W_1(r) \dots$ charakteristická vlastnost \mathcal{D}_1
- $W_2(s) \dots$ charakteristická vlastnost \mathcal{D}_2

charakteristická vlastnost $\mathcal{D}_1 \bowtie \mathcal{D}_2$:

$$V(t) = „W_1(t) \text{ a } W_2(t).“$$

$R = \{\text{actor_name}, \text{movie_title}\}, S = \{\text{movie_title}, \text{movie_year}\}$

$\mathcal{D}_1 = \{ \{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle \},$
 $\{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle \},$
 $\{ \langle \text{actor_name}, 'Gary Oldman' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle \} \}$

$\mathcal{D}_2 = \{ \{ \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \},$
 $\{ \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1992 \rangle \},$
 $\{ \langle \text{movie_title}, 'Dune' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1984 \rangle \} \}$

$R = \{\text{actor_name}, \text{movie_title}\}, S = \{\text{movie_title}, \text{movie_year}\}$

$\mathcal{D}_1 = \{ \{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle \},$
 $\{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle \},$
 $\{ \langle \text{actor_name}, 'Gary Oldman' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle \} \}$

$\mathcal{D}_2 = \{ \{ \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \},$
 $\{ \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1992 \rangle \},$
 $\{ \langle \text{movie_title}, 'Dune' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1984 \rangle \} \}$

$\mathcal{D}_1 \bowtie \mathcal{D}_2 = \{ t \in \text{Tupl}(R \cup S) \mid t(R) \in \mathcal{D}_1 \text{ a } t(S) \in \mathcal{D}_2 \} =$
 $\{ \{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \},$
 $\{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1992 \rangle \},$
 $\{ \langle \text{actor_name}, 'Gary Oldman' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1992 \rangle \} \}$

$$R = \{\text{actor_name}, \text{movie_title}\}, S = \{\text{movie_title}, \text{movie_year}\}$$
$$\mathcal{D}_1 = \{ \{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle \}, \\ \{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle \}, \\ \{ \langle \text{actor_name}, 'Gary Oldman' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle \} \}$$
$$\mathcal{D}_2 = \{ \{ \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1992 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{movie_title}, 'Dune' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1984 \rangle \} \}$$
$$\mathcal{D}_1 \bowtie \mathcal{D}_2 = \{ t \in \text{Tupl}(R \cup S) \mid t(R) \in \mathcal{D}_1 \text{ a } t(S) \in \mathcal{D}_2 \} = \\ \{ \{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{actor_name}, 'Keanu Reeves' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1992 \rangle \}, \\ \{ \langle \text{actor_name}, 'Gary Oldman' \rangle, \langle \text{movie_title}, 'Dracula' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1992 \rangle \} \}$$

Charakteristická vlastnost:

„Herec actor_name hrál ve filmu movie_title vydaném v roce movie_year.“

- $R, S, T \dots$ disjunktní relační schémata
- $S = \{s_1, \dots, s_m\}, T = \{t_1, \dots, t_n\}$
- $expr1 \dots$ relační výraz nad $R \cup S$ s hodnotou \mathcal{D}_1
- $expr2 \dots$ relační výraz nad $S \cup T$ s hodnotou \mathcal{D}_2
- $relation1, relation2 \dots$ dočasné relační proměnné

Hodnota

```
( SELECT relation1.*,  $t_1, \dots, t_n$ 
  FROM   expr1 AS relation1, expr2 AS relation2
 WHERE  relation1. $s_1$  = relation2. $s_1$ 
 AND    relation1. $s_2$  = relation2. $s_2$ 
       :
 AND    relation1. $s_m$  = relation2. $s_m$ )
```

je $\mathcal{D}_1 \bowtie \mathcal{D}_2$

movie_cast:

| actor_name | movie_title |
|--------------|-------------|
| Keanu Reeves | The Matrix |
| Keanu Reeves | Dracula |
| Gary Oldman | Dracula |

movie:

| movie_title | movie_year |
|-------------|------------|
| The Matrix | 1999 |
| Dracula | 1992 |
| Dune | 1984 |

„Herec actor_name hrál ve filmu movie_title vydaném v roce movie_year.“

movie_cast:

| actor_name | movie_title |
|--------------|-------------|
| Keanu Reeves | The Matrix |
| Keanu Reeves | Dracula |
| Gary Oldman | Dracula |

movie:

| movie_title | movie_year |
|-------------|------------|
| The Matrix | 1999 |
| Dracula | 1992 |
| Dune | 1984 |

„Herec actor_name hrál ve filmu movie_title vydaném v roce movie_year.“

```
SELECT DISTINCT movie_cast.*, movie.movie_year
FROM    movie_cast, movie
WHERE   movie.movie_title = movie_cast.movie_title
```


movie_cast:

| actor_name | movie_title |
|--------------|-------------|
| Keanu Reeves | The Matrix |
| Keanu Reeves | Dracula |
| Gary Oldman | Dracula |

movie:

| movie_title | movie_year |
|-------------|------------|
| The Matrix | 1999 |
| Dracula | 1992 |
| Dune | 1984 |

„Herec actor_name hrál ve filmu movie_title vydaném v roce movie_year.“

```
SELECT DISTINCT movie_cast.*, movie.movie_year
FROM    movie_cast, movie
WHERE   movie.movie_title = movie_cast.movie_title
```

| actor_name | movie_title | movie_year |
|--------------|-------------|------------|
| Keanu Reeves | The Matrix | 1999 |
| Keanu Reeves | Dracula | 1992 |
| Gary Oldman | Dracula | 1992 |

1 SELECT s podvýrazy

2 Restrikce

3 Projekce

4 Spojení

5 Přejmenování

„Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film movie_title vyšel roku movie_year.“

„Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film movie_title vyšel roku movie_year.“

| movie_title | movie_year |
|-----------------|------------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |



- $R, S \dots$ relační schémata
- $h: R \rightarrow S \dots$ bijekce
- $D_y = D_{h(y)}$ pro každé $y \in R$

$h \dots$ přejmenování atributů

- $R, S \dots$ relační schémata
- $h: R \rightarrow S \dots$ bijekce
- $D_y = D_{h(y)}$ pro každé $y \in R$

$h \dots$ přejmenování atributů

Například:

- $R = \{\text{title}, \text{year}\}$
- $S = \{\text{movie_title}, \text{movie_year}\}$
- $h = \{\langle \text{title}, \text{movie_title} \rangle, \langle \text{year}, \text{movie_year} \rangle\}$



Přejmenování n -tice



- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $r \dots n$ -tice nad R

- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $r \dots n$ -tice nad R

prerajmenování n -tice r podle h :

$$\rho_h(r) = \{\langle h(y), v \rangle \mid \langle y, v \rangle \in r\}$$

- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $r \dots n$ -tice nad R

prerajmenování n -tice r podle h :

$$\rho_h(r) = \{\langle h(y), v \rangle \mid \langle y, v \rangle \in r\}$$

$\dots n$ -tice nad S

- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $r \dots n$ -tice nad R

prejmenovani n -tice r podle h :

$$\rho_h(r) = \{\langle h(y), v \rangle \mid \langle y, v \rangle \in r\}$$

$\dots n$ -tice nad S

Například pro:

- $R = \{\text{title}, \text{year}\}$
- $S = \{\text{movie_title}, \text{movie_year}\}$
- $h = \{\langle \text{title}, \text{movie_title} \rangle, \langle \text{year}, \text{movie_year} \rangle\}$
- $r = \{\langle \text{title}, \text{'The Matrix'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle\}$

- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $r \dots n$ -tice nad R

prejmenovani n -tice r podle h :

$$\rho_h(r) = \{\langle h(y), v \rangle \mid \langle y, v \rangle \in r\}$$

$\dots n$ -tice nad S

Například pro:

- $R = \{\text{title}, \text{year}\}$
- $S = \{\text{movie_title}, \text{movie_year}\}$
- $h = \{\langle \text{title}, \text{movie_title} \rangle, \langle \text{year}, \text{movie_year} \rangle\}$
- $r = \{\langle \text{title}, \text{'The Matrix'} \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle\}$

je: $\rho_h(r) = \{\langle \text{movie_title}, \text{'The Matrix'} \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle\}$



- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

prejmenování relace \mathcal{D} podle h :

$$\rho_h(\mathcal{D}) = \{\rho_h(r) \mid r \in \mathcal{D}\}$$

- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

prejmenování relace \mathcal{D} podle h :

$$\rho_h(\mathcal{D}) = \{\rho_h(r) \mid r \in \mathcal{D}\}$$

\dots relace nad S

- $h: R \rightarrow S \dots$ přejmenování atributů
- $\mathcal{D} \dots$ relace nad R

prejmenování relace \mathcal{D} podle h :

$$\rho_h(\mathcal{D}) = \{\rho_h(r) \mid r \in \mathcal{D}\}$$

\dots relace nad S

- $W(r) \dots$ charakteristická vlastnost \mathcal{D}

charakteristická vlastnost $\rho_h(\mathcal{D})$:

$$V(s) = „W(h^{-1}(s)).“$$

$h^{-1} \dots$ inverzní funkce

Například pro:

$$\begin{aligned}\mathcal{D} = & \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ & \{ \langle \text{title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ & \{ \langle \text{title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \} \\ h = & \{ \langle \text{title}, \text{movie_title} \rangle, \langle \text{year}, \text{movie_year} \rangle \}\end{aligned}$$

Například pro:

$$\begin{aligned}\mathcal{D} &= \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ &\quad \{ \langle \text{title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ &\quad \{ \langle \text{title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \} \\ h &= \{ \langle \text{title}, \text{movie_title} \rangle, \langle \text{year}, \text{movie_year} \rangle \}\end{aligned}$$

je:

$$\begin{aligned}\rho_h(\mathcal{D}) &= \{ \rho_h(r) \mid r \in \mathcal{D} \} \\ &= \{ \{ \langle \text{movie_title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \}, \\ &\quad \{ \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \}, \\ &\quad \{ \langle \text{movie_title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1997 \rangle \} \}\end{aligned}$$

Například pro:

$$\begin{aligned}\mathcal{D} &= \{ \{ \langle \text{title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ &\quad \{ \langle \text{title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{year}, 1999 \rangle \}, \\ &\quad \{ \langle \text{title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{year}, 1997 \rangle \} \} \\ h &= \{ \langle \text{title}, \text{movie_title} \rangle, \langle \text{year}, \text{movie_year} \rangle \}\end{aligned}$$

je:

$$\begin{aligned}\rho_h(\mathcal{D}) &= \{ \rho_h(r) \mid r \in \mathcal{D} \} \\ &= \{ \{ \langle \text{movie_title}, 'American Beauty' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \}, \\ &\quad \{ \langle \text{movie_title}, 'The Matrix' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1999 \rangle \}, \\ &\quad \{ \langle \text{movie_title}, 'Titanic' \rangle, \langle \text{movie_year}, 1997 \rangle \} \}\end{aligned}$$

Charakteristická vlastnost

- \mathcal{D} je „Film title vyšel roku year.“
- $\rho_h(\mathcal{D})$ je „Film movie_title vyšel roku movie_year.“



- $expr$... relační výraz nad R
- \mathcal{D} ... hodnota $expr$
- $h: R \rightarrow S$... přejmenování atributů
- $R = \{y_1, \dots, y_n\}$

Hodnota

```
( SELECT  $y_1$  AS  $h(y_1)$ , ...,  $y_n$  AS  $h(y_n)$   
  FROM    $expr$  )
```

je $\rho_h(\mathcal{D})$

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film movie_title vyšel roku movie_year.“

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film movie_title vyšel roku movie_year.“

```
SELECT title AS movie_title, year AS movie_year
FROM    movie
```

movie: „Film title vyšel roku year.“

| title | year |
|-----------------|------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |

„Film movie_title vyšel roku movie_year.“

```
SELECT title AS movie_title, year AS movie_year  
FROM    movie
```

| movie_title | movie_year |
|-----------------|------------|
| American Beauty | 1999 |
| The Matrix | 1999 |
| Titanic | 1997 |