

Relačná algebra

1.1 Základné operácie

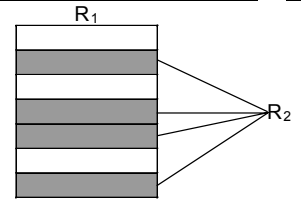
Základnými operáciami relačnej algebry sú:

1. výber
2. projekcia
3. kartézsky súčin
4. zjednotenie
5. rozdiel
6. prienik
7. delenie
8. spojenie

Tieto operácie môžu byť klasifikované z rôznych pohľadov:

1. Podľa počtu zdrojových relácií
 - **Unárne** – výber, projekcia
 - **Binárne** – kartézsky súčin, prienik, rozdiel, zjednotenie, delenie, spojenie
2. Podľa typu operácií
 - **Množinové operácie** – zjednotenie, prienik, kartézsky súčin, rozdiel
 - **Relačné operácie** – spojenie, delenie, výber, projekcia

1.1.1 VÝBER - SELECTION



Definícia – Elementárna podmienka EC

Elementárnou podmienkou EC nazývame výraz v tvare:

<Atribút> <Operátor> <Hodnota>

kde operátor je z množiny relačných operátorov $\{=, <, >, <=, >=, \neq\}$.

Poznámka: Hodnotu v podmienke môžeme vyjadriť konštantou, výrazom, alebo atribútom

Definícia – Podmienka C

Podmienkou C nazývame výraz v tvare:

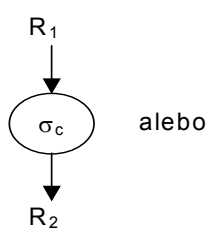
[NOT] EC₁ [{OR | AND | NOT} [[NOT] EC₂]...]

Definícia - Selection

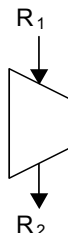
Operácia SELECTION (Výber) vytvorí z relácie $R_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$ reláciu $R_2(A_1, A_2, \dots, A_n)$ takú, že pre každú n -ticu $t \in R_2$ platí $t \in R_1$ a je splnená podmienka C .

Označenie

a) grafické



alebo



a) matematické

$$R_2 = \sigma_c(R_1)$$

□ *Príklad 1.1 – Výber*

Vypíšte všetky údaje o predmetoch, ktoré garantuje učiteľ s osobným číslom="KI001"

a) pomocou operácií relačnej algebry

$\sigma_{\text{cis_ucitel}=\text{"KI001"}}(\text{predmet})$

b) pomocou SQL príkazu

```
SELECT * FROM predmet
WHERE cis_ucitel = 'KI001';
```

cis_predmet	Nazov	kredity	cis_ucitel
P111	Základy informatiky 1	6	KI001
P211	Základy informatiky 2	6	KI001
A502	C-jazyk	8	KI001

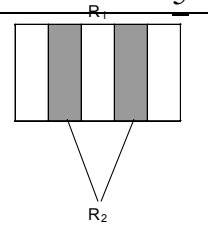
Komutativita výberu

$$\sigma_{\text{cond1}}(\sigma_{\text{cond2}}(R)) = \sigma_{\text{cond2}}(\sigma_{\text{cond1}}(R))$$

Kaskáda výberu (pre konjunkciu)

$$\sigma_{\text{cond1}}(\sigma_{\text{cond2}}(\dots(\sigma_{\text{condn}}(R)))) = \sigma_{\text{cond1 AND cond2 AND ...AND condn}}(R)$$

1.1.2 PROJEKCIA - PROJECTION



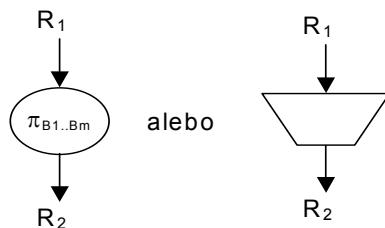
Definícia - Projection

Operácia PROJECTION (Projekcia) vytvorí z relácie $R_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$ reláciu $R_2(B_1, B_2, \dots, B_m)$ takú, že množina atribútov $(B_1, B_2, \dots, B_m) \subset (A_1, A_2, \dots, A_n)$ a pre stupeň relácie R_2 platí $m < n$ a $\text{card}(R_2) = \text{card}(R_1)$.



Označenie

a) grafické



b) matematické

$$R_2 = \pi_{B_1..B_m}(R_1)$$

□ *Príklad 1.2 - Projekcia*

Vypíšte zoznam mien a priezvisk všetkých študentov

- a) pomocou operácií relačnej algebry

$$\pi_{\text{meno}, \text{priezvisko}}(\text{os_udaje})$$

- b) pomocou SQL príkazu

```
SELECT meno, priezvisko  
FROM os_udaje;
```

meno	priezvisko
Peter	Novák
Stanislav	Steinmüller
János	Tóth
Marek	Rátroch
Bohuslav	Biely
Branislav	Baláž
Peter	Kapustný
Marek	Ďurica
Martin	Kľúčiar
Lukáš	Satrapa
Ján	Krnáč
Juraj	Papún
Andrej	Janči
Zdeno	Svetkovský
...	...
Stanislava	Slámová
Erika	Lipovská
Peter	Malík

Kaskáda projekcií

Ak zoznam *zoznam2* atribútov projekcie obsahuje zoznam atribútov *zoznam1*, tak môžeme písať:

$$\pi_{\text{zoznam1}}(R) = \pi_{\text{zoznam1}}(\pi_{\text{zoznam2}}(R))$$

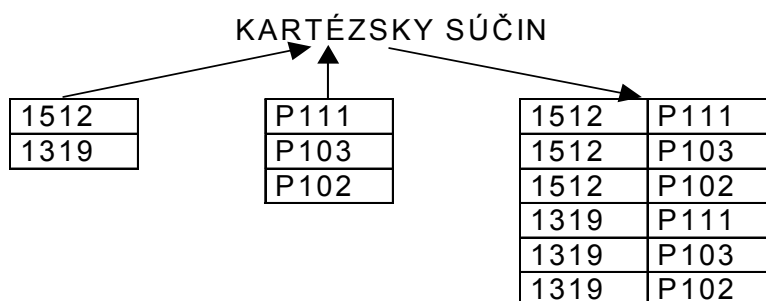
1.1.2.1 KARTÉZSKY SÚČIN – PRODUCT

Definícia - Product

Operácia PRODUCT (Karteziánsky súčin) vytvorí z relácie $R_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(B_1, B_2, \dots, B_m)$, tretiu reláciu $R_3(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$ takú, že obsahuje všetky kombinácie n-tíc, kde pre každú n-ticu t platí:

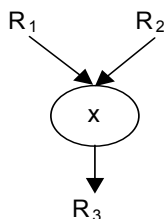
$t \in R_3$ a t je usporiadanou dvojicou

$t = t_1, t_2$ ak $t_1 \in R_1$ a $t_2 \in R_2$.



Označenie

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = R_1 \times R_2$$

□ *Príklad 1.3– Kartézsky súčin*

Vypíšte všetky kombinácie mien a priezvisk študentov a čísel predmetov, ktoré je možné si zapísať.

a) pomocou operácií relačnej algebry

$a = \pi_{\text{meno}, \text{priezvisko}}(\text{os_udaje})$ //vyber všetky mená

a priezviská študentov

$b = \pi_{\text{cis_predmet}}(\text{predmet})$ // vyber všetky čísla predmetov

$\text{Kartézsky_súčin} = a \times b$ // vytvor všetky kombinácie

b) pomocou príkazov SQL

```
SELECT meno, priezvisko FROM os_udaje  
INTO TEMP a;
```

```
SELECT cis_predmet FROM predmet  
INTO TEMP b;
```

```
SELECT meno, priezvisko, cis_predmet  
FROM a,b;
```

Meno	priezvisko	cis_predmet
Peter	Novák	A501
Stanislav	Steinmüller	A501
János	Tóth	A501
...
Peter	Novák	A901
Stanislav	Steinmüller	A901
János	Tóth	A901
...

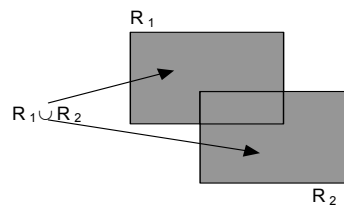
1.1.2.2 ZJEDNOTENIE - UNION

Definícia - Union

Operácia UNION (zjednotenie) vytvorí z relácie

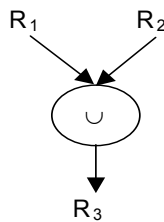
$\mathbf{R}_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $\mathbf{R}_2(A_1, A_2, \dots, A_n)$, tretiu reláciu $\mathbf{R}_3(A_1, A_2, \dots, A_n)$ takú, že pre každú n -ticu t platí:

$$t \in \mathbf{R}_3 \quad \text{ak } t \in \mathbf{R}_1, \text{ alebo } t \in \mathbf{R}_2$$



Označenie

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = R_1 \cup R_2$$

$$R_3 = \text{UNION } (R_1, R_2)$$

$$R_3 = R_1 \text{ UNION } R_2$$

Definícia – Union kompatibilita

Dve relácie \mathbf{R}_1 a \mathbf{R}_2 sú union kompatibilné, ak majú *totožnú* množinu atribútov.



□ *Príklad 1.4 – Union kompatibilné relácie*

Ak máme reláciu

Študent_ZA(os_cislo,rod_cislo, st_zameranie,
st_odbor, rocnik, forma, stav, dat_1zapisu,
st_skupina, dat_ukoncenia)

a reláciu

študent_PD(os_cislo,rod_cislo, st_zameranie,
st_odbor, rocnik, forma, stav, dat_1zapisu,
st_skupina, dat_ukoncenia),

tak relácie sú union kompatibilné.

□ *Príklad 1.5 – Union nekompatibilné relácie*

Ak máme reláciu

študent(os_cislo, rod_cislo, st_zameranie, st_odbor,
rocnik, forma, stav, dat_1zapisu, st_skupina,
dat_ukoncenia)

a reláciu

študenti(rod_cislo, os_cislo, st_zameranie, st_odbor,
rocnik, forma, stav, dat_1zapisu, st_skupina,
dat_ukoncenia),

tak relácie nie sú union kompatibilné, pretože poradie atribútov nie je totožné.

□ *Príklad 1.6 – Union nekompatibilné relácie*

Ak máme reláciu

študent(os_cislo, rod_cislo, st_zameranie, st_odbor,
rocnik, forma, stav, dat_1zapisu, st_skupina,
dat_ukoncenia)

a reláciu

študenti(os_cislo, rod_cislo, st_zameranie, st_odbor,
rocnik),

tak relácie nie sú union kompatibilné, pretože počet atribútov nie je totožný.

□ *Príklad 1.7 – Zjednotenie*

Vytvorte dve relácie z relácie osobné údaje také, že prvá relácia bude obsahovať mená a priezviská všetkých žien a druhá relácia mená a priezviská všetkých mužov.

Potom napíšte príkaz pre zjednotenie oboch relácií.

a) pomocou operácií relačnej algebry

$$\text{os_udaje_zeny} = \pi_{\text{meno}, \text{priezvisko}}(\sigma_{\text{rod_cislo}[3,3] > 4}(\text{os_udaje}))$$
$$\text{os_udaje_muzi} = \pi_{\text{meno}, \text{priezvisko}}(\sigma_{\text{rod_cislo}[3,3] < 5}(\text{os_udaje}))$$
$$\text{Zjednotenie} = \text{os_udaje_zeny} \cup \text{os_udaje_muzi}$$

b) pomocou príkazov SQL

```
CREATE TEMP TABLE os_udaje_zeny
SELECT meno, priezvisko
FROM os_udaje
WHERE substr(rod_cislo,3,1)= >4 ;
```

```
CREATE TEMP TABLE os_udaje_muži
SELECT meno, priezvisko
FROM os_udaje
WHERE substr(rod_cislo,3,1)= <5 ;
```

```
SELECT meno, priezvisko FROM
os_udaje_zeny
UNION
SELECT meno, priezvisko FROM
os_udaje_muži;
```

meno	priezvisko
Andrej	Janči
Bohuslav	Biely
Branislav	Baláž
Erika	Lipovská
František	Murgaš
Juraj	Papún
Ján	Krnáč
János	Tóth
Marek	Rátroch
Martin	Kľúčiar
Peter	Kapustný
Peter	Malík
Rastislav	Kontroš
Rudolf	Kováč
Stanislav	Steinmüller

Stanislava	Slámová
Zdeno	Svetkovský
Ľuboš	Lehotský

Komutativita

$$R_1 \cup R_2 = R_2 \cup R_1$$

Asociativita

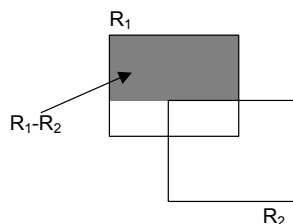
$$R_1 \cup (R_2 \cup R_3) = (R_1 \cup R_2) \cup R_3$$

1.1.2.3 ROZDIEL - DIFFERENCE

Definícia - Difference

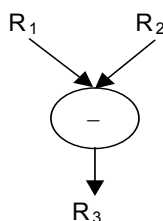
Operácia DIFFERENCE (rozdiel) vytvorí z relácie $R_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(A_1, A_2, \dots, A_n)$, tretiu reláciu $R_3(A_1, A_2, \dots, A_n)$ takú, že pre každú n -ticu t platí:

$$t \in R_3 \quad \text{ak } t \in R_1 \text{ a } t \notin R_2.$$



Označenie

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = R_1 - R_2$$

$$R_3 = R_1 \text{ DIFFERENCE}$$

R_2

$$R_3 = \text{DIFFERENCE}(R_1, R_2)$$

$$R_1 - R_2 \neq R_2 - R_1$$

□ *Príklad - Rozdiel*

Pomocou operácie rozdiel vypíšte rodné čísla študentov z relácie osobné údaje, ktorí **nie sú** študentmi druhého ročníka.

a) pomocou operácií relačnej algebry

$$R_1 = \pi_{\text{rod_cislo}}(\text{os_udaje})$$

$$R_2 = \pi_{\text{rod_cislo}}(\sigma_{\text{rocnik} = 2}(\text{student}))$$

$$\text{ROZDIEL} = R_1 - R_2$$

b) pomocou príkazov SQL

```
SELECT rod_cislo FROM os_udaje  
    INTO TEMP R1;
```

```
SELECT rod_cislo FROM student  
    WHERE rocnik = 2  
    INTO TEMP R2;
```

```
SELECT * FROM R1  
    WHERE rod_cislo NOT IN  
        (SELECT rod_cislo FROM R2);
```

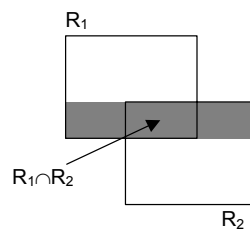
rod_cislo
755022/8569
760103/2238
770913/3326
771203/5472
781001/3623
781015/4431
781130/4454
781201/1248

1.1.2.4 PRIENIK – INTERSECTION

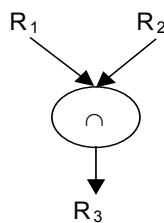
Definícia - Intersection

Operácia INTERSECTION (prienik) vytvorí z relácie $R_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(A_1, A_2, \dots, A_n)$ tretiu reláciu $R_3(A_1, A_2, \dots, A_n)$ takú, že pre každú n -tícu t platí:

$$t \in R_3 \quad \text{ak } t \in R_1 \text{ a súčasne } t \in R_2.$$

**Označenie**

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = R_1 \cap R_2$$

$$R_3 = R_1$$

INTERSECTION R_2

$$R_3 = \text{INTERSECTION}(R_1, R_2)$$

Operáciu relačnej algebry prienik je možné vyjadriť pomocou operácie rozdiel, potom pre prienik relácii R_1 a R_2 platí:

$$R_3 = R_1 - (R_1 - R_2), \text{ alebo}$$

$$R_3 = R_2 - (R_2 - R_1)$$

alebo

pomocou operácií zjednotenie a rozdiel

$$R_3 = (R_1 \cup R_2) - ((R_1 - R_2) \cup (R_2 - R_1))$$

□ *Príklad 1.9 - Prienik*

Pomocou operácie prienik vypíšte všetky rodné čísla študentov z relácie osobné údaje, ktorí sú študentmi druhého ročníka.

a) pomocou operácií relačnej algebry

$$R_1 = \pi_{\text{rod_cislo}}(\text{os_udaje})$$

$$R_2 = \pi_{\text{rod_cislo}}(\sigma_{\text{rocnik}=2}(\text{student}))$$

$$\text{PRIENIK} = R_1 \cap R_2$$

b) pomocou príkazov SQL

```
SELECT rod_cislo FROM os_udaje  
    INTO TEMP R1;
```

```
SELECT rod_cislo FROM student  
    WHERE rocnik = 2  
    INTO TEMP R2;
```

```
SELECT * FROM R1  
    WHERE rod_cislo IN  
        (SELECT rod_cislo FROM R2);
```

rod_cislo
771124/3578
790907/1259
791229/5431
800312/7845
800407/3522

Komutativita

$$R_1 \cap R_2 = R_2 \cap R_1$$

Asociativita

$$R_1 \cap (R_2 \cap R_3) = (R_1 \cap R_2) \cap R_3$$

DELENIE - DIVISION

Definícia - Division

Operácia DIVISION (delenie) vytvorí z relácie $D(A_1, A_2, \dots, A_p, A_{p+1}, A_{p+2}, \dots, A_n)$ delením reláciou $d(A_{p+1}, A_{p+2}, \dots, A_n)$ tretiu reláciu $Q(A_1, A_2, \dots, A_p)$ takú, že konkatenáciou $t_Q \in Q$ a $t_d \in d$ dostaneme n-ticu $t_D \in D$. ($t_Q, t_d = t_D$)

**Definícia - Division**

Nech $X = (A_1, A_2, \dots, A_p)$ a $Y = (A_{p+1}, A_{p+2}, \dots, A_n)$ potom operácia DIVISION (delenie) vytvorí z binárnej relácie $D(X, Y)$ delením unárnu reláciu $d(Y)$ tretiu unárnu reláciu $Q(X)$ takú, že konkatenáciou $t_Q \in Q$ a $t_d \in d$ dostaneme n-ticu $t_D \in D$ ($t_Q, t_d = t_D$)

Veta

$$D \div d = R_1 - R_2$$

kde

$$R_1 = \pi_{A_1, A_2, \dots, A_p}(D)$$

$$R_2 = \pi_{A_1, A_2, \dots, A_p}((R_1 \times d) - D)$$

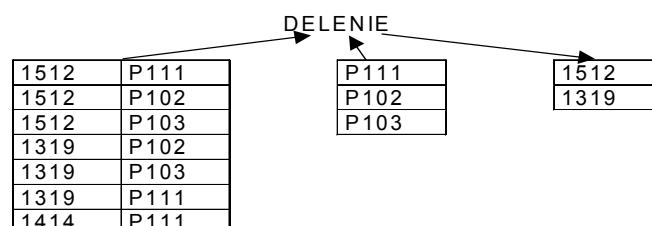
Veta

$$D \div d = R_1 - R_2$$

kde

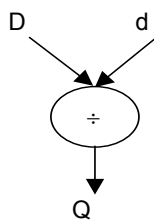
$$R_1 = \pi_X(D)$$

$$R_2 = \pi_Y((R_1 \times d) - D)$$



Označenie

a) grafické



b) matematické

$$Q = D \div d$$

□ *Príklad 1.10*

Vypíšte osobné čísla všetkých študentov, ktorí majú zapísané oba predmety: P202 a P301.

a) **riešenie číslo 1** - pomocou príkazov SQL

```
SELECT cis_predmet FROM predmet
WHERE predmet.cis_predmet = "P202" OR
      predmet.cis_predmet = "P301"
INTO TEMP menovatel;
```

```
SELECT COUNT(*) pocet FROM menovatel
INTO TEMP pocet_v_menovateli;
```

```
SELECT unique os_cislo, cis_predmet FROM
zap_predmety
WHERE cis_predmet IN
      (SELECT cis_predmet FROM menovatel)
INTO TEMP st_pr;
```

```
SELECT os_cislo, COUNT(*) pocet
FROM st_pr
GROUP BY os_cislo
INTO TEMP pocet_st_pr;
```

```
SELECT os_cislo
FROM pocet_st_pr z, pocet_v_menovateli
y
WHERE z.pocet = y.pocet;
```

b) riešenie **číslo 2** - pomocou príkazov relačnej algebry

menovatel = $\sigma_{\text{cis_predmet}=\text{"P202"} \text{ OR } \text{cis_predmet}=\text{"P301"}}(\pi_{\text{cis_predmet}}(\text{predmet}))$

xxx = $\sigma_{\text{unique}}(\pi_{\text{os_cislo}, \text{cis_predmet}}(\text{zap_predmety} \bowtie \text{menovatel}))$

yyy = $\sigma_{\text{unique}}(\pi_{\text{os_cislo}}(\text{xxx}))$

zzz = $\pi_{\text{os_cislo}}((\text{yyy} \times \text{menovatel}) - \text{xxx})$

PODIEL = **yyy** - **zzz**

c) riešenie číslo 2 - pomocou príkazov SQL

```
SELECT cis_predmet FROM predmet
WHERE cis_predmet = "P202"
      OR cis_predmet = "P301"
INTO TEMP menovatel;
```

```
SELECT UNIQUE os_cislo , cis_predmet
FROM zap_predmety
WHERE cis_predmet IN
(SELECT cis_predmet FROM menovatel)
INTO TEMP xxx;
```

```
SELECT unique os_cislo FROM xxx
INTO TEMP yyy;
```

```
SELECT os_cislo FROM yyy, menovatel
WHERE cis_predmet NOT IN
(SELECT cis_predmet FROM xxx
WHERE xxx.os_cislo = yyy.os_cislo)
INTO TEMP zzz;
```

```
SELECT os_cislo FROM yyy
WHERE os_cislo NOT IN
(SELECT os_cislo FROM zzz);
```

os_cislo
1402
1555

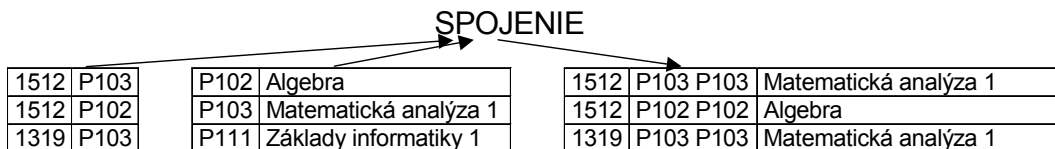
1.1.2.5 SPOJENIE - JOIN

Definícia - Join

Operácia JOIN (spojenie) vytvorí z relácie

$R_1(X, A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(X, B_1, B_2, \dots, B_m)$, ktoré majú spoločnú množinu atribútov X tretiu reláciu $R_3(X, A_1, A_2, \dots, A_n, X, B_1, B_2, \dots, B_m)$ takú, že ak $t_1 \in R_1$ a ak $t_2 \in R_2$ a pre hodnoty atribútov X platí $t_1.X = t_2.X$, potom n -tíca $t \in R_3$ má atribúty

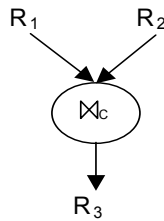
$t = t_1.X, t_1.A_1, t_1.A_2, \dots, t_1.A_n, t_2.X, t_2.B_1, t_2.B_2, \dots, t_2.B_m$.



Pri operácii spojenie je potrebné si uvedomiť, že množiny atribútov, cez ktoré sa spojenie realizuje môžu, ale nemusia mať rovnaké mená, ale vždy musia mať rovnakú doménu.

Označenie

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = R_1 \bowtie_c R_2$$

$$R_3 = R_1 \text{ JOIN}_C R_2$$

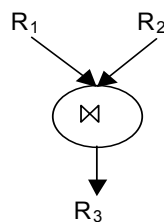
$$R_3 = \text{JOIN} (R_1, R_2, C)$$

Poznámka

V prípade, že množiny atribútov, cez ktoré sa realizuje spojenie majú rovnaké mená, nie je nutné pri operátore spojenia uvádzať podmienku vyjadrujúcu spojenie atribútov dvoch relácií.

Označenie v prípade rovnakých mien atribútov

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = R_1 \bowtie R_2$$

$$R_3 = R_1 \text{ JOIN } R_2$$

$$R_3 = \text{JOIN} (R_1, R_2)$$

Operáciu relačnej algebry spojenie je možné vyjadriť pomocou operácií kartézsky súčin a výber. V tom prípade pre spojenie $R_3 = R_1 \bowtie_c R_2$ platí:

$$R_3 = \sigma_C(R_1 \times R_2)$$

- *Príklad 1.11 – Spojenie s použitím rovnakých mien atribútov*

```
SELECT os_udaje.*, student.* FROM  
os_udaje, student  
WHERE  
os_udaje.rod_cislo=student.rod_cislo
```

- *Príklad 1.12 – Spojenie s použitím rôznych mien atribútov*

V prípade, že by v relácii študent atribút, v ktorom bude uložené rodné číslo mal meno RC, príklad spojenia by vyzeral nasledovne:

```
SELECT os_udaje.*, student.* FROM  
os_udaje, student  
WHERE os_udaje.rod_cislo=student.rc;
```

□ *Príklad 1.13 - Spojenie*

Pomocou operácie spojenie, spojte nasledovné relácie R_1 a R_2 .

$R_1 = \pi_{\text{rod_cislo, meno, priezvisko}}(\text{os_udaje})$

$R_2 = \pi_{\text{os_cislo, rod_cislo, rocnik, st_skupina}}(\text{student})$

a) pomocou operácií relačnej algebry:

$\text{SPOJENIE} = R_1 \bowtie R_2$

b) pomocou príkazov SQL

```
SELECT rod_cislo,
       meno,
       priezvisko
   FROM os_udaje
   INTO TEMP r1;
```

```
SELECT os_cislo,
       rod_cislo,
       rocnik,
       st_skupina
   FROM student
   INTO TEMP r2;
```

```
SELECT r1.*, r2.*
   FROM r1, r2
  WHERE
    r1.rod_cislo =
    r2.rod_cislo;
```

```
SELECT ou.rod_cislo,
       meno, priezvisko,
       os_cislo,
       st.rod_cislo,
       rocnik,
       st_skupina
   FROM os_udaje ou,
        student st
  WHERE
    ou.rod_cislo
    =st.rod_cislo;
```

			os_cisl				st_skupin
r1.rod_cislo	Meno	priezvisko	o	r2.rod_cislo	rocnik	a	
801106/3456	Peter	Novák	1512	801106/3456	1	5Z	2012

800312/7845	Stanislav	Steinmüller	1469	800312/7845	2	5Z021
810514/5341	Branislav	Baláž	1567	810514/5341	1	5Z013
781015/4431	Peter	Kapustný	1319	781015/4431	3	5ZA31
800407/3522	Marek	Đurica	1555	800407/3522	2	5Z022
791229/5431	Martin	Kľúčiar	1402	791229/5431	2	5Z023
771124/3578	Lukáš	Satrapa	1096	771124/3578	2	5Z023
771203/5472	Ján	Krnáč	1103	771203/5472	4	5ZI41
790310/2145	Juraj	Papún	1333	790310/2145	3	5ZA32
791225/7452	Rastislav	Kontroš	1448	791225/7452	1	5P011
...						
755022/8569	Ľrika	Lipovská	807	755022/8569	1	5Z013

SQL 99

SELECT

```
ou.rod_cislo, meno, priezvisko,
os_cislo, st.rod_cislo, rocnik,
st_skupina
```

```
FROM os_udaje as ou,
```

```
INNER JOIN student as st
```

```
ON ou.rod_cislo=st.rod_cislo;
```


1.1.3 Ďalšie varianty operácie spojenia

V literatúre sa môžeme stretnúť s ďalšími operáciami relačnej algebry, ktoré sú rozšírením základných operácií relačnej algebry a sú to:

- a) **prírodné spojenie**
- b) **theta spojenie**
- c) **equi spojenie**
- d) **inequi spojenie**
- e) **externé spojenie**
- f) **polospojenie (semi spojenie)**

1.1.3.1 PRIRODZENÉ SPOJENIE - NATURAL JOIN

Definícia – Prirodzené spojenie - Natural join

Operácia NATURAL JOIN (prirodzené spojenie) vytvorí z relácie $R_1(X, A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(X, B_1, B_2, \dots, B_m)$, ktoré majú spoločnú množinu atribútov X , tretiu reláciu

$R_3(X, A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$ takú, že

ak $t_1 \in R_1$ a ak $t_2 \in R_2$ a pre hodnoty atribútov X platí

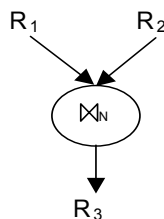
$$t_1.X = t_2.X$$

potom n-tica $t \in R_3$ má atribúty $t = t_1.X, t_1.A_1, t_1.A_2, \dots, t_1.A_n, t_2.B_1, t_2.B_2, \dots, t_2.B_m$, pričom atribúty s rovnakými menami sa neopakujú.



Označenie

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = R_1 \bowtie_N R_2$$

$$R_3 = R_1 \text{ JOIN}_N R_2$$

$$R_3 = \text{JOIN}(R_1, R_2, N)$$

□ *Príklad 1.15 – Prirodzené spojenie*

Vypíšte pre každého študenta nasledovné údaje:

rodné číslo, meno, priezvisko, osobné číslo, ročník, študijná skupina

(Spravte teda to isté, čo v príklade 1.11, ale s potlačením duplicity stĺpca rodné číslo).

a) pomocou operácií relačnej algebry

$$R_1 = \pi_{\text{rod_cislo, meno, priezvisko}}(\text{os_udaje})$$

$$R_2 = \pi_{\text{os_cislo, rod_cislo, rocnik, st_skupina}}(\text{student})$$

$$\text{SPOJENIE}^{\bowtie} = R_1 \bowtie R_2$$

b) pomocou SQL príkazov

```
SELECT rod_cislo,
meno,
        priezvisko
FROM os_udaje
INTO TEMP r1;
```

```
SELECT os_cislo,
rod_cislo,
        rocnik,
st_skupina
FROM student
INTO TEMP r2;
```

```
SELECT
r1.*, r2.os_cislo,
        r2.rocnik,
r2.st_skupina
FROM r1, r2
WHERE
r1.rod_cislo =
r2.rod_cislo;
```

```
SELECT ou.rod_cislo,
meno,
```

```
priezvisko, os_cislo,
rocnik,
```

```
        st_skupina
FROM os_udaje ou,
student st
```

```
WHERE ou.rod_cislo=
st.rod_cislo;
```

rod_cislo	meno	priezvisko	os_cislo	rocnik	st_skupina
801106/3456	Peter	Novák	1512	1	5Z012
800312/7845	Stanislav	Steinmüller	1469	2	5Z021
790907/1259	János	Tóth	1414	2	5Z021
...					
755022/8569	Erika	Lipovská	807	1	5Z013

SQL99

```
SELECT ou.rod_cislo, meno,  
       priezvisko, os_cislo, rocnik,  
       st_skupina  
FROM os_udaje as ou  
     NATURAL INNER JOIN student as st  
ON ou.rod_cislo=st.rod_cislo;
```

Špeciálny prípad

Ak relácie R a S sú UNION kompatibilné tak:

$$R \cap S = R \bowtie S$$

THETA JOIN

Definícia – Theta join

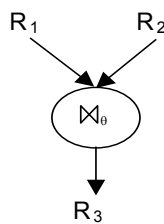
Operácia THETA JOIN (θ - spojenie) vytvorí z relácie $R_1(X, A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(X, B_1, B_2, \dots, B_m)$, ktoré majú spoločnú množinu atribútov X tretiu reláciu $R_3(X, A_1, A_2, \dots, A_n, X, B_1, B_2, \dots, B_m)$ takú, že

ak $t_1 \in R_1$ a ak $t_2 \in R_2$ a pre hodnoty atribútov X platí $t_1.X \theta t_2.X$

potom n-tica $t \in R_3$ má atribúty $t = t_1.X, t_1.A_1, t_1.A_2, \dots, t_1.A_n, t_2.X, t_2.B_1, t_2.B_2, \dots, t_2.B_m$, pričom operátor θ nadobúda hodnotu z množiny relačných operátorov $\{=, <, >, \leq, \geq, \neq\}$.

**Označenie**

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = R_1 \theta R_2$$

$$R_3 = R_1 \text{ JOIN}_\theta R_2$$

$$R_3 = \text{JOIN}(R_1, R_2, \theta)$$

□ *Príklad 1.16 [Codd90]*

Predpokladajme, že máme reláciu

Výrobok (cis_vyrobku, nazov, mnozstvo)

a reláciu

Objednávka (cis_odberatela, cis_vyrobku, poz_mnostvo).

V prípade, že požiadavka je formulovaná nasledovne:

```
SELECT vyrobok.*, objednavka.*  
FROM vyrobok, objednavka  
WHERE  
vyrobok.mnozstvo < objednavka.poz_mnozstvo
```

Výsledná relácia bude obsahovať atribúty z oboch relácií a tie n-tice, kde požadované množstvo je väčšie ako množstvo vyrobených výrobkov.

1.1.3.2 EQUI JOIN

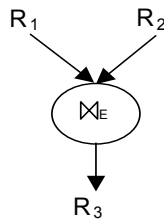
Definícia – Equi join

Operácia EQUI JOIN je takou *operáciou \Join -spojenia*, kde operátor \Join nadobúda hodnotu relačného operátora =.



Označenie

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = \Join_E R_1 \ R_2$$

$$R_3 = R_1 \text{ JOIN}_E R_2$$

$$R_3 = \text{JOIN} (R_1, R_2, E)$$

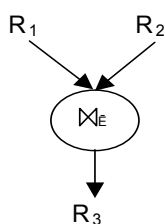
1.1.3.3 INEQUI JOIN

Definícia – Inequi join

Operácia INEQUI JOIN je takou *operáciou Θ -spojenia*, kde operátor Θ nadobúda hodnotu z množiny relačných operátorov $\{<, >, <=, >=, \neq\}$.

**Označenie**

a) grafické



b) matematické

$$R_3 = \bowtie_{\bar{E}} R_1 \ R_2$$

$$R_3 = R_1 \text{ JOIN}_{\bar{E}} R_2$$

$$R_3 = \text{JOIN} (R_1, R_2, \bar{E})$$

1.1.3.4 EXTERNAL JOIN

Definícia – External join - FULL

Operácia EXTERNAL JOIN – FULL (Vonkajšie spojenie - úplné) vytvorí z relácie $R_1(X, A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(X, B_1, B_2, \dots, B_m)$, ktoré majú spoločnú množinu atribútov X tretiu reláciu

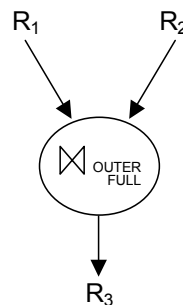
$R_3(X, A_1, A_2, \dots, A_n, X, B_1, B_2, \dots, B_m)$ takú, že

ak $t_1 \in R_1$ a ak $t_2 \in R_2$

potom n-tica $t \in R_3$ má atribúty $t = t_1.X, t_1.A_1, t_1.A_2, \dots, t_1.A_n, t_2.X, t_2.B_1, t_2.B_2, \dots, t_2.B_m$ a ak pre hodnoty atribútov X platí:

- $t_1.X = t_2.X$
- alebo hodnota $t_1.X \notin \{\text{hodnôt } t_2.X\}$
- alebo hodnota $t_2.X \notin \{\text{hodnôt } t_1.X\}$

potom n-tica $t \in R_3$ nadobúda **NULL** hodnoty pre chýbajúce atribúty n-tice t .



Označenie – grafické

□ *Príklad 1.17 – External join FULL*

Pomocou príkazov SQL realizujte úplné vonkajšie spojenie relácií r1 a r2 definovaných nasledovnými SELECT-ami:

```
SELECT UNIQUE os_cislo , cis_predmet FROM  
zap_predmety  
INTO TEMP r1;
```

```
SELECT cis_predmet, nazov  
FROM predmet  
INTO TEMP r2;
```

Riešenie

```
SELECT r1.*, r2.*  
FROM r1, OUTER r2  
WHERE r1.cis_predmet=r2.cis_predmet  
UNION  
SELECT r1.*, r2.*  
FROM OUTER r1, r2  
WHERE r1.cis_predmet=r2.cis_predmet;
```

os_cislo	r1.cis_predmet	r2.cis_predme t	nazov
		A502	C-jazyk
		A506	Časti elektronických systémov
		A601	Matematické programovanie
...
807	P202	P202	Matematická analýza 2
807	P203		
807	P211	P211	Základy informatiky 2 Praktikum z programovania 1
807	V101	V101	
...
1448	P111	P111	Základy informatiky 1
1448	P202	P202	Matematická analýza 2
1448	P203		
1469	P203		
1469	P301	P301	Pravdepodobnosť
1469	P303	P303	Matematická analýza 3
1512	P102	P102	Algebra
1512	P103	P103	Matematická analýza 1
1512	P111	P111	Základy informatiky 1
1545	P103	P103	Matematická analýza 1
1545	P202	P202	Matematická analýza 2
1545	P203		
1555	P202	P202	Matematická analýza 2
1555	P203		
1555	P301	P301	Pravdepodobnosť
1555	P303	P303	Matematická analýza 3
1559	P201		
1559	P203		
...

SQL99

```

SELECT r1.*, r2.*
FROM r1 FULL OUTER JOIN r2
ON r1.cis_predmet = r2.cis_predmet

```

Oracle

```
SELECT r1.*, r2.*
  FROM r1+, r2
  WHERE r1.cis_predmet = r2.cis_predmet
UNION
SELECT r1.*,r2.*
  FROM r1, r2+
  WHERE r1.cis_predmet = r2.cis_predmet;
```

Definícia – External join - LEFT

Operácia EXTERNAL JOIN – LEFT (vonkajšie spojenie - ľavé) vytvorí z relácie $R_1(X, A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(X, B_1, B_2, \dots, B_m)$, ktoré majú spoločnú množinu atribútov X tretiu reláciu

$R_3(X, A_1, A_2, \dots, A_n, X, B_1, B_2, \dots, B_m)$ takú, že

ak $t_1 \in R_1$ a ak $t_2 \in R_2$

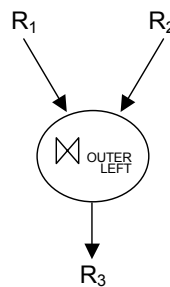
potom n-tica $t \in R_3$ má atribúty

$t = t_1.X, t_1.A_1, t_1.A_2, \dots, t_1.A_n, t_2.X, t_2.B_1, t_2.B_2, \dots, t_2.B_m$.

a ak pre hodnoty atribútov X platí:

- $t_1.X = t_2.X$
- alebo hodnota $t_2.X \notin \{\text{hodnota } t_1.X\}$

potom n-tica $t \in R_3$ nadobúda **NULL** hodnoty pre chýbajúce atribúty n-tice t .



Označenie – grafické

□ *Príklad 1.18 – Externé spojenie LEFT*

Pomocou príkazov SQL realizujte ľavé vonkajšie spojenie relácií *r1* a *r2* definovaných v predchádzajúcom príklade 1.17:

```
SELECT r1.*,r2.*
FROM OUTER r1, r2
WHERE r1.cis_predmet=r2.cis_predmet;
```

Os_cisl	r1.cis_predme	r2.cis_predme	nazov
o	t	t	
945	P111	P111	Základy informatiky 1
1381	P111	P111	Základy informatiky 1
1414	P111	P111	Základy informatiky 1
1448	P111	P111	Základy informatiky 1
1512	P111	P111	Základy informatiky 1
...
1333	P602	P602	Číslicové počítače
1381	P609	P609	Manažment
		A601	Matematické programovanie
1333	A602	A602	Databázové systémy
1381	A602	A602	Databázové systémy
1612	A602	A602	Databázové systémy
		V502	Právo 1
		V601	Právo 2
...
		A702	Operačné systémy*
		A709	%Marketing
1103	A806	A806	Riadenie počítačom
			Základy programovania vo
		V719	Win.
...			
945	A904	A904	Prognostika

SQL99

```
SELECT r1.*,r2.*  
  FROM r1 LEFT OUTER JOIN r2  
    ON r1.cis_predmet = r2.cis_predmet;
```

ORACLE

```
SELECT r1.*,r2.*  
  FROM r1+, r2  
 WHERE r1.cis_predmet = r2.cis_predmet;
```

Definícia – External join - RIGHT

Operácia EXTERNAL JOIN - RIGHT (vonkajšie spojenie - pravé) vytvorí z relácie $R_1(X, A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(X, B_1, B_2, \dots, B_m)$, ktoré majú spoločnú množinu atribútov X tretiu reláciu

$R_3(X, A_1, A_2, \dots, A_n, X, B_1, B_2, \dots, B_m)$ takú, že

ak $t_1 \in R_1$ a ak $t_2 \in R_2$

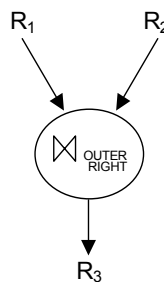
potom n-tica $t \in R_3$ má atribúty

$t = t_1.X, t_1.A_1, t_1.A_2, \dots, t_1.A_n, t_2.X, t_2.B_1, t_2.B_2, \dots, t_2.B_m$.

a ak pre hodnoty atribútov X platí:

- $t_1.X = t_2.X$
- alebo hodnota $t_1.X \notin \{\text{hodnôt } t_2.X\}$

potom n-tica $t \in R_3$ nadobúda **NULL** hodnoty pre chýbajúce atribúty n-tice t .

**Označenie – grafické**

▣ *Príklad 1.19 – OUTER RIGHT*

Pomocou príkazov SQL realizujte úplné vonkajšie spojenie relácií r1 a r2 definovaných v príklade 1.17:

```
SELECT r1.*,r2.*
FROM r1, OUTER r2
WHERE r1.cis_predmet=r2.cis_predmet;
```

os_cislo	r1.cis_predm	r2.cis_predme	nazov
807	P202	P202	Matematická analýza 2
807	P203		
807	P211	P211	Základy informatiky 2
807	V101	V101	Praktikum z programovania 1
...
1545	P103	P103	Matematická analýza 1
1545	P202	P202	Matematická analýza 2
1545	P203		
1555	P202	P202	Matematická analýza 2
1555	P203		
1555	P301	P301	Pravdepodobnosť
1555	P303	P303	Matematická analýza 3
1559	P201		
1559	P203		
1567	P202	P202	Matematická analýza 2
1567	P203		
1567	V201	V201	Praktikum z programovania 2

SQL99

```
SELECT r1.*,r2.*
FROM r1 RIGHT OUTER JOIN r2
ON r1.cis_predmet = r2.cis_predmet;
```

ORACLE

```
SELECT r1.*,r2.*
FROM r1, r2+
WHERE r1.cis_predmet = r2.cis_predmet;
```

1.1.3.5 SEMI JOIN

Definícia – Semi join

Operácia SEMI JOIN (polospojenie) vytvorí z relácie $R_1(X, A_1, A_2, \dots, A_n)$ a z relácie $R_2(X, B_1, B_2, \dots, B_m)$ tretiu reláciu $R_3(X, A_1, A_2, \dots, A_n)$ takú,

že $t_1 \in R_1$ a $t_2 \in R_2$

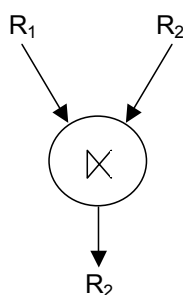
ak pre n-ticu $t_1 \in R_1$ existuje spojenie *aspoň* s jednou n-ticou $t_2 \in R_2$, potom $t_1 \in R_3$.

**Poznámka**

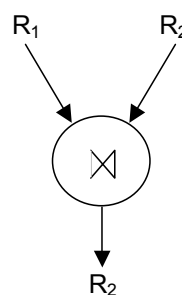
Základná operácia Polospojenia predpokladá, že výsledná relácia bude obsahovať n-tice len z prvej z relácií, ktoré sú operandami. Ale podobne ako pri Vonkajšom spojení aj pri polospojení rozlišujeme pravé, alebo ľavé polospojenie, z čoho vyplýva, že výsledná relácia je tvorená len výskytmi n-tíc tej relácie, ktorá je vo výraze umiestnená vpravo (pravé polospojenie), resp. vľavo (ľavé polospojenie). Z toho vyplýva, že základná operácia Polospojenia je vlastne definovaná ako Ľavé polospojenie.

Označenie – grafické

a) Semi join – LEFT



b) Semi join – RIGHT



□ *Príklad 1.20 – Ľavé polospojenie*

```
SELECT UNIQUE os_udaje.* FROM os_udaje,  
student  
WHERE  
os_udaje.rod_cislo=student.rod_cislo
```

□ *Príklad 1.21 – Pravé polospojenie*

```
SELECT UNIQUE student.*  
FROM os_udaje, student  
WHERE  
os_udaje.rod_cislo=student.rod_cislo
```

1.1.4 Ďalšie operácie relačnej algebry

V literatúre sa môžeme stretnúť s ďalšími operáciami relačnej algebry, ktoré sú rozšírením základných operácií relačnej algebry a sú to:

- a) **doplnok**
- b) **split**

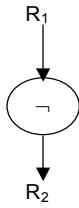
1.1.4.1 COMPLEMENT

Definícia - Complement

Operácia COMPLEMENT (doplnok) vytvorí z relácie $R_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$ reláciu $R_2(A_1, A_2, \dots, A_n)$ takú, že $t_2 \in R_2$ obsahuje všetky n-tice, ktoré patria do Kartézskeho súčinu hodnôt domén atribútov relácie R_1 a $t_2 \notin R_1$. ♦

Označenie

- a) grafické



b) matematické

$$R_2 = \text{NOT } (R_1)$$

$$R_2 = \text{COMP } (R_1)$$

$$R_2 = \neg R_1$$

□ *Príklad 1.22*

Nech existuje relácia $R(A,B)$, pričom doména atribútu $A = \{1,2,3\}$ a doména atribútu $B = \{x,y,z,w\}$ a nech relácia R má nasledovné n-tice:

A	B
1	x
1	y
1	z
2	w

Potom výsledok operácie doplnok je relácia, ktorá má nasledovné n-tice:

A	B
1	W
2	X
2	Y
2	Z
3	X
3	Y
3	Z
3	W

1.1.4.2 SPLIT

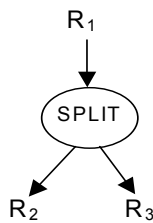
Definícia - Split

Operácia split vytvorí z relácie $R_1(A_1, A_2 \dots A_n)$ dve relácie $R_2(A_1, A_2 \dots A_n)$ a $R_3(A_1, A_2 \dots A_n)$ také, že pre každé $t \in R_1$ platí:

- t patrí do práve jednej z relácií R_2 a R_3
- ak pre t *je splnená* podmienka C , potom $t \in R_2$
- ak pre t *nie je splnená* podmienka C , potom $t \in R_3$ ♦

Označenie

a) grafické



b) matematické

$$R_2 = \sigma_c R_1$$

$$R_3 = \sigma_{\neg c} R_1$$

□ *Príklad 1.14 - Split*

Vytvorte reláciu, ktorá obsahuje zoznam mien, priezvisk a rodných čísel všetkých osôb z relácie osobné údaje. Potom ju pomocou operácie split rozdeľte na dve relácie – muži a ženy.

a) pomocou operácií relačnej algebry

$$R_1 = \pi_{\text{meno, priezvisko, rod_cislo}}(\text{os_udaje})$$

$$R_2 = \sigma_{\text{rod_cislo}[3,3]>4} R_1 \quad // \text{ženy}$$

$$R_3 = \sigma_{\neg \text{rod_cislo}[3,3]>4} R_1 \quad // \text{muži}$$

b) pomocou SQL príkazov

```
SELECT meno, priezvisko, rod_cislo
FROM os_udaje
```

```
    INTO TEMP r1;
```

```
SELECT * FROM r1
```

```
    WHERE rod_cislo[3,3]>4 ;    //ženy
```

meno	priezvisko	rod_cislo
Stanislava	Slámová	796123/5471
Erika	Lipovská	755022/8569

```
SELECT * FROM r1
```

```
    WHERE rod_cislo[3,3]<=4;    //muži
```

meno	priezvisko	rod_cislo
Peter	Novák	801106/3456
Stanislav	Steinmüller	800312/7845
János	Tóth	790907/1259
Marek	Rátroch	810130/3695
Bohuslav	Biely	781201/1248
Branislav	Baláž	810514/5341

Peter	Kapustný	781015/4431
Marek	Ďurica	800407/3522
Martin	Kľúčiar	791229/5431
...		
Ján	Krnáč	771203/5472