ANSI/ISO normy SQL – objektové vlastnosti jazyka SQL99.

Thursday, May 30, 2013 8:18 AM

ANSI/ISO normy SQL

Vývoj standardů SQL:
SQL86
SQL89
SQL92
SQL/Call Level Interface 95
SQL/Persistent Stored Module Language Interface 96
SQL/Java
SQL99
SQL/Object Language Bindings 2000
SQL/Management External Data 2000
SQL/OLAP
SQL/temporal
SQL/Schemata
SQL/XML
SQL/MM

Pracovní názvy:
SQL1 (>SQL86)
SQL2 (>SQL92),
SQL3 (>SQL99),
SQL4
[zdroj: http://www-kiv.zcu.cz/~jezek_ka/vyuka/DB2%202005/OO_ORDB/(Objektove%20relacni%20database.pdf]

SQL-86 (SQL 87)
První standard formalizovaný ANSI

SQL-92 (SQL2)

Standard je rozdělen na tři úrovně: *entry*, *intermediate* a *full*. Někdy je také uváděn mezistupeň mezi entry a intermediate jako *transitional*. Úrovně slouží k tomu, aby mohlo být u implementací standardu (jednotlivých databází) uvedeno do jaké míry splňují daný standard.

Změny možno klasifikovat jako:

- Entry
  Jen formální změny oproti SQL-86
- Transitional
  - Podpora různých druhů spojení jako NATURAL JOIN, INNER JOIN, LEFT OUTER JOIN, RIGHT OUTER JOIN
  - Podpora nových datových typů DATE, TIME, TIMESTAMP and INTERVAL, including various datetime and interval features (excluding time zones)
- Intermediate
  - Podpora dlouhých identifikátorů (do 128 znaků)
  - Podpora kurzorů a směru získávání dat příkazem FETCH
  - Podpora definice a používání znakových sad
- Full
  - Podpora dočasných tabulek
  - Možnost výběru přesnosti u datových typů TIME a TIMESTAMP
  - Možnost testování pravdivostních hodnot pomocí TRUE, FALSE or UNKNOWN

- Vnořené tabulky ve FROM
- Podpora UNION JOIN a CROSS JOIN
- Podpora pro collations znakových sad
- Vylepšené udělování práv

SQL:1999 (SQL3) Jedná se o standard pro relačně-objektový dotazovací jazyk (na rozdíl od předchozích verzí, které byly pouze relační)

Jedná se o standard pro relačně-objektový dotazovací jazyk (na rozdíl od předchozích verzí, které byly pouze relační)

- Regulární výrazy
- Rekurzivní dotazy
- Triggery
- Procedurální rozšíření (Příkazy řízení běhu - LOOP, IF...)
- Objektové rozšíření
- nové typy STRING, BOOLEAN, REF, ARRAY, typy pro full-text, obrázky, prostorová data

The SQL:1999 standard introduced a number of object-relational database features into SQL, chiefly among them **structured user-defined types**, usually called just **structured types**. These can be defined either in plain SQL with CREATE TYPE but also in Java via SQL/JRT. SQL structured types allow single inheritance.

From <http://en.wikipedia.org/wiki/Structured_type>

Existují i novější standardy

- **SQL:2003** (Představeny XML-vázané funkce, window funkce, standardizované sekvence a sloupce s automaticky generovanými hodnotami)
- **SQL:2006** (SQL může být použito ve spojení s XML - možnost importu a skladování XML dat v SQL databázi, manipulaci s nimi a publikace dat v XML formě. Možnost využití XQuery)
- **SQL:2008** (ORDER BY mimo definici kurzoru, INSTEAD OF triggery, přidán TRUNCATE příkaz)
- Jednotlivé databázové servery ne vždy dodržují ANSI normu – obvykle pouze SQL-92 Entry
- Čím vice se při vývoji aplikace využijí rysy vyšší než SQL-92 Entry, tím je menší šance, že aplikace bude provozuschopná i na jiné databázi

většina z těchto rozšíření lze najít v jiných otázkách, proto zde nebudou více rozepsána.

From <https://d.docs.live.net/e3534876709763a3/Dokumenty/ZCU/Statnice/Statnice.docx>

Objektová rozšíření SŘBD Oracle

V současné době směřuje trend ve vývoji databázových systémů směrem k objektovým SŘBD, neboť objektové SŘBD umožňují snadněji a přesněji modelovat většinu z různých tříd aplikací. Proto se výrobci relačních SŘBD snaží své produkty rozšířit o některé základní vlastnosti objektových SŘBD, čímž vznikají tzv. *objektově-relační* SŘBD. Zmíněný tred se promítá i do nového standardu **SQL 3**, jehož součástí jsou i abstraktní datové typy, persistentní programové moduly a vhnízděné tabulky. Jedním z objektově-relačních SŘBD je i systém Oracle (od verze 8i), na kterém si nyní ukážeme některá objektová rozšíření relačního SŘBD.

Abstraktní datové typy

Abstraktní datový typ lze nadefinovat příkazem **CREATE TYPE**. Tento uživatelem definovaný ADT lze pak použít všude, kde jsou používány standardní datové typy SQL. Následující příklad ukazuje definici typu *t_adresa* reprezentujícího adresu obyvatele. Ukázána je i definice tabulky, kde jedním z atributů je objekt typu *t_adresa* :

CREATE TYPE t_adresa **AS OBJECT** (

```
  ulice     VARCHAR2(30),
  cislo     NUMBER(3),
  obec      VARCHAR2(30),
  psc       NUMBER(5)
);
/
CREATE TABLE obyvatele (
  prijmeni  VARCHAR2(30),
  jmeno     VARCHAR2(30),
  adresa    t_adresa
);
/
```

Informace o struktuře tabulky lze opět získat příkazem **DESC obyvatele**. Strukturu objektu zobrazíme rovněž příkazem **DESC t_adresa**.

Práce s objekty v SQL je, až na malé výjimky, víceméně intuitivní. Vkládání záznamů ukazuje spodní příklad. Instance objektu třídy t_adresa je vytvořena voláním implicitního konstruktoru :

```
INSERT INTO obyvatele (jmeno, prijmeni, adresa)
VALUES ( 'Jan', 'Pavlasek',
       t_adresa('Na hrazi', 15, 'Liptakov', 32100) );
```

S objekty lze snadno manipulovat jako s ostatními datovými typy, lze je i porovnávat :

```
SELECT  prijmeni, adresa FROM obyvatele;
SELECT  prijmeni, jmeno
  FROM  obyvatele
 WHERE  adresa = t_adresa('Na hrazi', 15, 'Liptakov', 32100);
```

V případě, že chceme přistupovat k jednotlivým datovým prvkům objektu, musíme použít aliasy :

```
SELECT  o.jmeno AS jmeno, o.prijmeni AS prijmeni,
       o.adresa.obec AS obec, o.adresa.psc AS psc
  FROM  obyvatele o;
```

Obdobně provedeme i aktualizaci objektu :

```
UPDATE  obyvatele o SET o.adresa.ulice = 'Pod hrazi',
                        o.adresa.cislo = 8
 WHERE  prijmeni = 'Pavlasek'
   AND  jmeno = 'Jan';
UPDATE  obyvatele SET adresa = t_adresa('Na hrazi', 15, 'Liptakov', 32100)
 WHERE  prijmeni = 'Pavlasek'
   AND  jmeno = 'Jan';
```

Objekt lze zrušit takto :

```
UPDATE  obyvatele SET adresa = NULL
 WHERE  prijmeni = 'Pavlasek'
   AND  jmeno = 'Jan';
```

Pozn. : *V tomto případě nelze již provést první příkaz **UPDATE** z předchozího příkladu, protože objekt již neexistuje. Druhý příkaz **UPDATE** naopak vytvoří instanci novou.*

Metody objektů

Samozřejmě, že objekty v SQL 3 mohou mít kromě datových prvků i metody. Následující ukázka slouží pro ilustraci definice objektu s několika metodami. Implementace metod je definována v příkazu **CREATE TYPE BODY**.

Rozhraní objektu :

```
CREATE OR REPLACE TYPE t_osoba AS OBJECT (
  jmeno     VARCHAR2(30),
  prijmeni  VARCHAR2(30),
  naroz     DATE,
  plat      NUMBER(7,2),
MEMBER FUNCTION vek RETURN INTEGER,
  MEMBER PROCEDURE zvys_plat(castka IN NUMBER),
  MEMBER PROCEDURE sniz_plat(castka IN NUMBER)
);
```

```
/
```

Implementace metod objektu :

```
CREATE OR REPLACE TYPE BODY t_osoba AS
MEMBER FUNCTION vek RETURN INTEGER IS
 BEGIN
  RETURN TO_NUMBER(SYSDATE - naroz)/365;
 END;
MEMBER PROCEDURE zvys_plat(castka IN NUMBER) IS
 BEGIN
  plat := plat + castka;
 END;
MEMBER PROCEDURE sniz_plat(castka IN NUMBER) IS
 BEGIN
  IF (plat - castka < 0) THEN
   plat := 0;
  ELSE
   plat := plat - castka;
  END IF;
 END;
END;
/
```

Řádek v tabulce může být reprezentován i objektem. Tabulku pak nadefinujeme jednoduše takto :
CREATE TABLE osoby **OF** t_osoba;
Pro zajímavost si zkuste zobrazit strukturu ADT *t_osoba* příkazem **DESC t_osoba** a také strukturu tabulky *osoby* příkazem **DESC osoby**.
Nyní vložíme do tabulky několik záznamů a zkusíme zavolat metodu *věk()* :

```
INSERT INTO osoby (jmeno, prijmeni, naroz, plat)
 VALUES ('Jarda', 'Kabrnak', TO_DATE('1.1.1980', 'DD.MM.RRRR'), 1234.56);
INSERT INTO osoby (jmeno, prijmeni, naroz, plat)
 VALUES ('Josef', 'Jiricka', TO_DATE('1.1.1970', 'DD.MM.RRRR'), 6543.21);
SELECT  o.prijmeni, o.jmeno, o.vek() AS vek
 FROM  osoby o;
```

Volání metod uvnitř PL/SQL bloku je stejné jako u ostatních objektově-orientovaných jazyků :

```
DECLARE
 clovek  t_osoba;
 c_ref   REF t_osoba;
BEGIN
 clovek := t_osoba('Jan', 'Machacek', TO_DATE('1.1.1975', 'DD.MM.RRRR'), 1122.33);
 clovek.zvys_plat(1000.0);
INSERT INTO osoby o VALUES(clovek) RETURNING REF(o) INTO c_ref;
UPDATE  osoby o SET plat = plat - 100.0
  WHERE  REF(o) = c_ref;
END;
```

Pole jako atributy

V praxi se často vyskytují případy, kdy je třeba uložit do jednoho atributu více hodnot. Typickým případem jsou alternativní čísla telefonu, na kterých je dosažitelná určitá osoba. Relační model dat nás nutí vytvořit novou entitu pro telefonní čísla, což se nám může oprávněně zdát poněkud nepřirozené. V takovýchto případech lze s výhodou použít pole proměnné délky - **VARRAY**. Pole **VARRAY** může obsahovat různý počet položek stejného datového typu (tzn. i objekty), který nesmí překročit definovanou velikost pole. Způsob použití polí je ukázán v následujícím příkladě :

```
CREATE TYPE t_tel_seznam AS VARRAY(5) OF VARCHAR2(30);
/
CREATE TYPE t_potomek AS OBJECT (
 jmeno  VARCHAR2(30),
 vek    NUMBER(3)
```

```
);
/
CREATE TYPE t_pot_seznam as VARRAY(10) OF t_potomek;
/
CREATE TABLE personal (
 jmeno    VARCHAR2(30),
 prijmeni VARCHAR2(30),
 telefony t_tel_seznam,
 deti     t_pot_seznam
);
```

Způsob vkládání a výběru záznamů se nemění :

```
INSERT INTO personal (jmeno, prijmeni, telefony, deti)
 VALUES ( 'Jan', 'Kokoska',
        t_tel_seznam('123', '124', '125'),
        t_pot_seznam(t_potomek('Jirka', 10), t_potomek('Jakub', 16)));
SELECT * FROM personal;
```

K jednotlivým záznamům pole lze přistupovat tak, že pole "přetypujeme" na tabulku (*un-nesting*). Všimněte si, že následující dotazy implicitně provádí spojení bázové a vnořené tabulky reprezentované polem :

```
SELECT  p.prijmeni, d.jmeno, d.vek
 FROM  personal p, TABLE(p.deti) d;
SELECT  p.prijmeni, COUNT(d.jmeno) AS pocet_deti
 FROM  personal p, TABLE(p.deti) d
GROUP  BY p.prijmeni
ORDER  BY p.prijmeni;
```

Nevýhodou polí je, že z hlediska aktualizace se s nimi pracuje jako s atomickými hodnotami. Ve výše uvedeném příkladě tedy nelze jednoduše přidat, změnit nebo odstranit telefonní číslo. Aktualizaci lze provést nejvýše následujícím způsobem :

```
UPDATE  personal SET telefony = t_tel_seznam('222', '333')
WHERE  prijmeni = 'Kokoska';
```

V PL/SQL je práce s polem **VARRAY** velmi snadná. K jednotlivým položkám lze přistupovat přes index. Kromě toho každé pole obsahuje atribut **count**, jehož hodnota udává počet prvků pole :

```
DECLARE
 i  INTEGER;
 p  personal%ROWTYPE;
BEGIN
 SELECT  * INTO p
  FROM  personal
 WHERE  prijmeni = 'Kokoska';
dbms_output.new_line;
  dbms_output.put_line('Pocet telefonu : '||p.telefony.count);
dbms_output.put_line('Deti :');
  FOR i IN 1..p.deti.count LOOP
   dbms_output.put_line(p.deti(i).jmeno);
  END LOOP;
END;
```

Vhnízděné (vnořené) tabulky

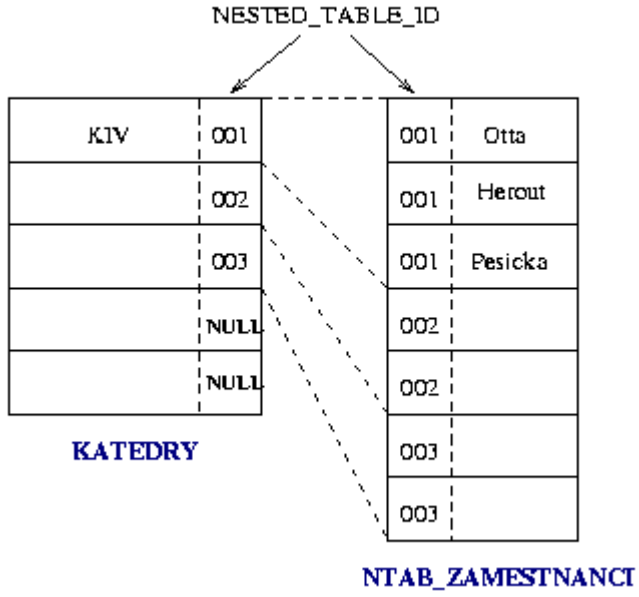
Vnořené tabulky mají oproti polím tu výhodu, že z hlediska aktualizace lze přistupovat k jednotlivým řádkům, jejichž počet není nijak omezen (teoreticky). Nevýhodou však je, že prvky (řádky) v tabulce nemají definované pořadí, jak tomu je u polí. Vnořenou tabulku vytvoříme tak, že nadefinujeme uživatelský datový typ podobně jako u polí :

```
CREATE TYPE t_zamestnanec AS OBJECT (
 jmeno    VARCHAR2(30),
 prijmeni VARCHAR2(30),
 plat     NUMBER(5)
);
```

/
CREATE TYPE tab_zamestnanci **AS TABLE OF** t_zamestnanec;
/
Definujeme-li tabulku, která obsahuje vnořenou tabulku, musíme definovat jméno tabulky, kde budou fyzicky uloženy záznamy z vnořených tabulek. V uvedeném příkladě to je tabulka NTAB_ZAMESTNANCI :

```
CREATE TABLE katedry (
 cislo_kat   NUMBER(5),
 nazev       VARCHAR2(50),
 zamestnanci tab_zamestnanci
) NESTED TABLE zamestnanci STORE AS ntab_zamestnanci;
```

Ve skutečnosti jsou vnořené tabulky řešeny "klasickým způsobem" - vazba mezi mateřskou a vnořenou tabulkou je realizována přes skrytý sloupec NESTED_TABLE_ID, jak ukazuje spodní obrázek :



Přestože tabulka NTAB_ZAMESTNANCI je viditelná v katalogu (příkazem **SELECT * FROM** tab;), není přístupná pro příkazy DML. Zrušíme-li mateřskou tabulku KATEDRY, je automaticky zrušena i tabulka NTAB_ZAMESTNANCI. Vkládání záznamů je stejné jako u polí :

```
INSERT INTO katedry (cislo_kat, nazev, zamestnanci)
 VALUES (111, 'KIV',
       tab_zamestnanci(
         t_zamestnanec('Max', 'Otta', 12345),
         t_zamestnanec('Pavel', 'Herout', 12345),
         t_zamestnanec('Ladislav', 'Pesicka', 12345)));
```

Dotazy nad vnořenými tabulkami :

```
SELECT * FROM katedry;
SELECT  z.*
 FROM  katedry k, TABLE(k.zamestnanci) z
WHERE  k.cislo_kat = 111;
```

Aktualizace vnořených tabulek :

```
INSERT INTO TABLE( SELECT  zamestnanci
                   FROM  katedry
                  WHERE  cislo_kat = 111 )
 VALUES ('Martin', 'Simek', 12345);
---
UPDATE TABLE( SELECT  zamestnanci
              FROM  katedry
             WHERE  cislo_kat = 111 )
 SET plat = 9999
WHERE jmeno = 'Max';
```

```
---
UPDATE TABLE( SELECT  zamestnanci
              FROM  katedry
             WHERE  cislo_kat = 111 ) z
  SET VALUE(z) = t_zamestnanec('Martin', 'Simacek', 1234)
WHERE z.prijmeni = 'Simek';
---
DELETE FROM TABLE( SELECT  zamestnanci
                   FROM  katedry
                  WHERE  cislo_kat = 111 )
  WHERE jmeno = 'Max';
```

Vnořenou tabulku zrušíme takto :

```
UPDATE  katedry
   SET  zamestnanci = NULL
 WHERE  cislo_kat = 111;
```

Opětovné vytvoření prázdné, nebo naplněné vnořené tabulky :

```
UPDATE  katedry
   SET  zamestnanci = tab_zamestnanci()
 WHERE  cislo_kat = 111;
UPDATE  katedry
   SET  zamestnanci = tab_zamestnanci(t_zamestnanec('Max', 'Otta', 9999))
 WHERE  cislo_kat = 111;
```

Reference na objekty

V některých případech nechceme v atributu uchovávat celý objekt, ale pouze referenci (ukazatel, odkaz) na něj. Proto byl v SQL3 zaveden typ *reference*. Uvažme případ, že máme danou databázi pracovišť a předmětů (nábytek apod.) uložených na jednotlivých pracovištích. Vzhledem k centrální správě předmětů by bylo poněkud nevýhodné mít u každého pracoviště vnořenou tabulku předmětů. Navíc předměty mohou být rozděleny do několika kategorií a tedy i tabulek. Následující příklad ukazuje nastíněnou situaci, kdy předměty jsou ukládány v jediné tabulce a u každého předmětu je reference na pracoviště, na němž se nachází :

```
CREATE TYPE t_pracoviste AS OBJECT (
  zkratka  VARCHAR2(3),
  nazev    VARCHAR2(50)
);
/
CREATE TABLE kancelare OF t_pracoviste;
CREATE TYPE t_predmet AS OBJECT (
  nazev       VARCHAR2(30),
  ev_cislo    NUMBER(5),
  pracoviste  REF t_pracoviste
);
/
CREATE TABLE predmety OF t_predmet;
```

Několik poznámek k referencím : každý objekt v SŘBD je jednoznačně identifikován pomocí **OID** - *Object IDentifier*. OID je jednoznačný v rámci celého SŘBD, v distribuovaných SŘBD v rámci celé sítě. Je-li určitý objekt zrušen, jeho OID již není nikdy použito pro jiný objekt. Typicky je OID generován na základě jednoznačného identifikátoru hostitelského uzlu (např. HW adresa síťového adaptéru uzlu), časové značky (aktuální čas na uzlu) a sekvenčního čísla.

Pro ilustraci si vyzkoušejte vytvořit nový objekt a vypsat jeho OID (referenci) :

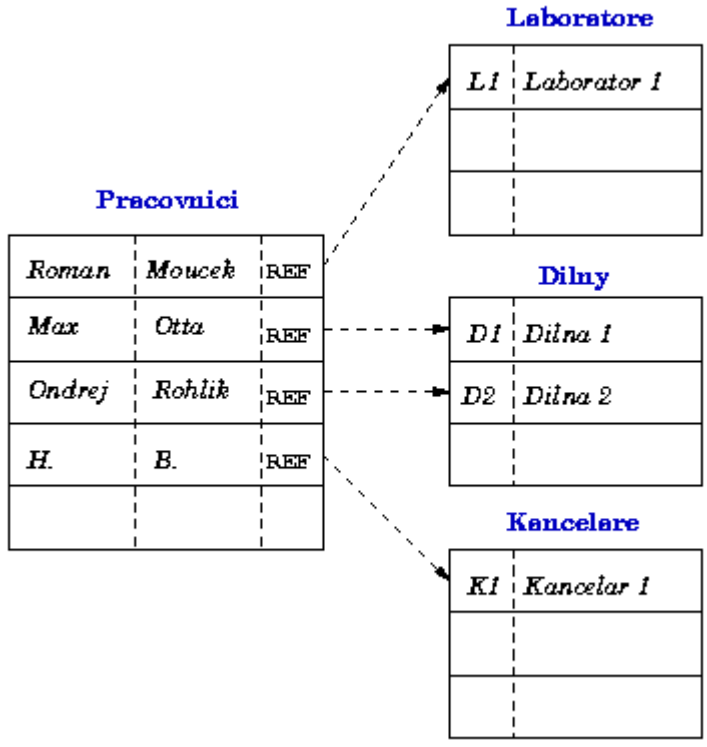
```
INSERT INTO kancelare (zkratka, nazev)
  VALUES ('KIV', 'Kancelar KIV');
SELECT REF(k)
  FROM kancelare k
 WHERE zkratka = 'KIV';
```

Reference na objekty nelze považovat za referenční integritní omezení. Referenční IO omezují rozsah hodnot atributu (většinou cizího klíče), kdežto reference je chápána jako ukazatel na určitý objekt, který ovšem nemusí existovat (vzpomeňte si na ukazatele v C ;-). Nicméně u referencí lze

specifikovat rozsah, a to ve smyslu množiny objektů ve specifikované tabulce :
DROP TABLE predmety;
CREATE TABLE predmety **OF** t_predmet (**SCOPE FOR** (pracoviste) **IS** kancelare);
Referenci na určitý objekt vložíme do záznamu takto :
INSERT INTO predmety (nazev, ev_cislo, pracoviste)
 VALUES ('Zidle', 555,
 (**SELECT REF**(k) **FROM** kancelare k **WHERE** k.zkratka = 'KIV'));
V případě, že se budeme snažit vložit do sloupce PRACOVISTE v tabulce PREDMETY referenci na objekt z jiné tabulky než KANCELARE, databáze vkládání záznamu odmítne hláškou :
ORA-22889: REF value does not point to scoped table
Přístup k objektům přes reference (dereference) je velmi snadný :
SELECT p.nazev, p.ev_cislo, p.pracoviste.zkratka
 FROM predmety p;
Reference na neexistující objekty lze najít také snadno :
DELETE FROM kancelare;
SELECT p.nazev
 FROM predmety p
 WHERE p.pracoviste **IS DANGLING**;

Příklad : evidence zaměstnanců a jejich pracovišť

Uvažme databázi nějakého ústavu, kde jsou centrálně evidování zaměstnanci, jednotlivá pracoviště jsou evidována zvlášť. Vazba mezi pracovníkem a jeho pracovištěm je realizována referencí u záznamu pracovníka na záznam jeho pracoviště. Celou situaci ilustruje obrázek :



Z předchozích příkladů využijeme typ **t_pracoviste** a tabulku **KANCELARE**. Zbývající tabulky vytvoříme takto :

```
CREATE TABLE dilny OF t_pracoviste (
 PRIMARY KEY (zkratka)
);
CREATE TABLE laboratore OF t_pracoviste (
 PRIMARY KEY (zkratka)
);
CREATE TYPE t_pracovnik AS OBJECT (
 prijmeni   VARCHAR2(30),
 jmeno      VARCHAR2(30),
 pracoviste REF t_pracoviste
```

```
);
/
CREATE TABLE pracovnici OF t_pracovnik;
```
Tabulky ještě naplníme daty :
```
INSERT INTO dilny VALUES ('D1', 'Dilna 1');
INSERT INTO dilny VALUES ('D2', 'Dilna 2');
INSERT INTO kancelare VALUES ('K1', 'Kancelar 1');
INSERT INTO laboratore VALUES ('L1', 'Laborator 1');
INSERT INTO pracovnici
  VALUES ('Max', 'Otta',
        (SELECT REF(p) FROM dilny p WHERE zkratka = 'D1'));
INSERT INTO pracovnici
  VALUES ('Ladislav', 'Pesicka',
        (SELECT REF(p) FROM dilny p WHERE zkratka = 'D1'));
INSERT INTO pracovnici
  VALUES ('Ondrej', 'Rohlik',
        (SELECT REF(p) FROM dilny p WHERE zkratka = 'D2'));
INSERT INTO pracovnici
  VALUES ('Helena', 'Benesova',
        (SELECT REF(p) FROM kancelare p WHERE zkratka = 'K1'));
INSERT INTO pracovnici
  VALUES ('Roman', 'Moucek',
        (SELECT REF(p) FROM laboratore p WHERE zkratka = 'L1'));
COMMIT;
```
Seznam všech zaměstnanců včetně jejich příslušnosti k pracovišti na závěr vypíšeme jistě elegantním způsobem :
```
SELECT  p.prijmeni, p.jmeno, p.pracoviste.nazev
  FROM  pracovnici p;
```

From <http://www.kiv.zcu.cz/~zima/vyuka/db2/sql99.html>