

KMA/PDB Oracle Spatial

Karel Janečka

Tvorba materiálů byla podpořena z prostředků projektu FRVŠ č. F0584/2011/F1d



Obsah

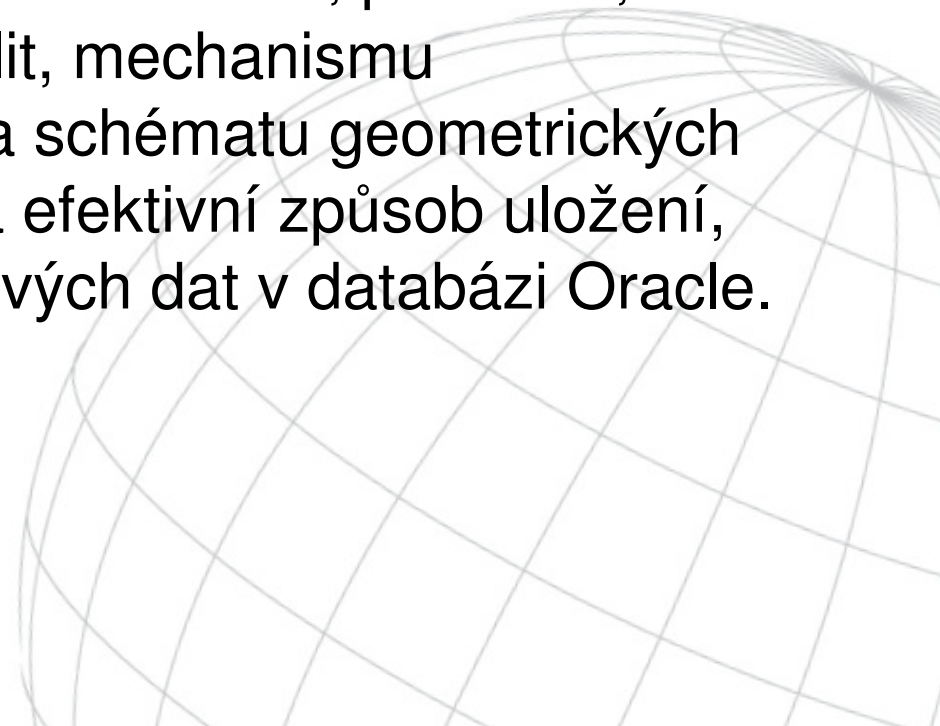
- Modelování prostorových dat.
- Datový typ SDO_GEOMETRY.
- Operace s prostorovými daty.
- Indexace prostorových dat.
- Zpracování prostorového dotazu.



Popis prostředí Oracle Spatial

- **Spatial** – nadstavba databáze Oracle.

Spatial je integrovaná množina funkcí, procedur, operátorů, podpůrných utilit, mechanismu prostorového indexování a schématu geometrických datových typů pro rychlý a efektivní způsob uložení, přístup a analýzu prostorových dat v databázi Oracle.



Popis prostředí Oracle Spatial

- **Souřadnicový systém**

- Podpora velkého množství souřadnicových systémů
- Chybí podpora S-JTSK

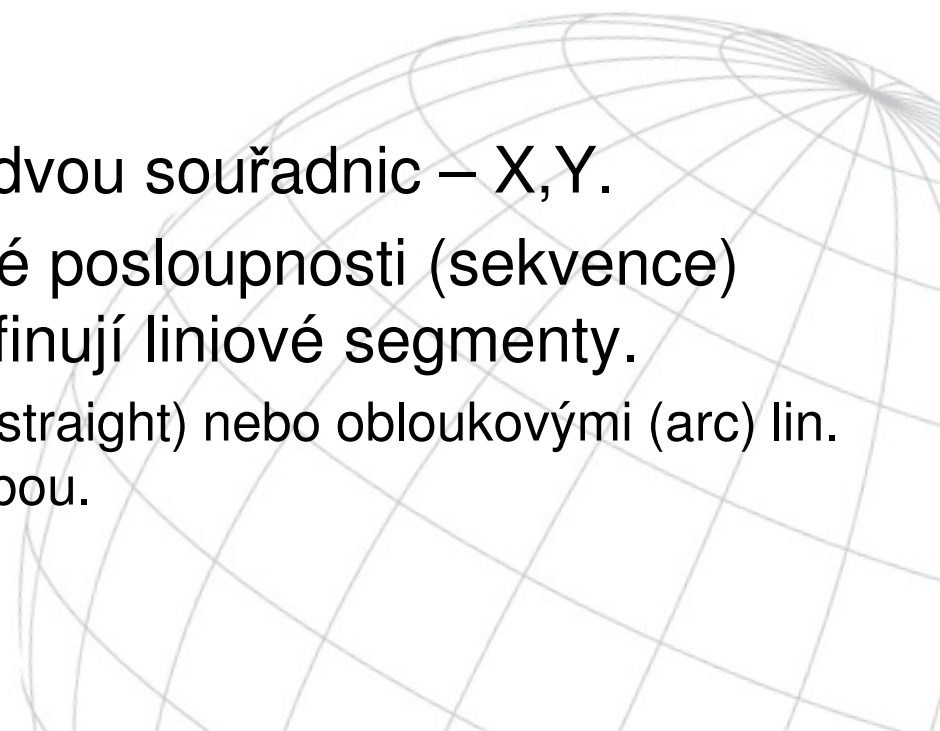
- **Tolerance**

- Spojení míry přesnosti s prostorovými daty



Modelování prostorových dat.

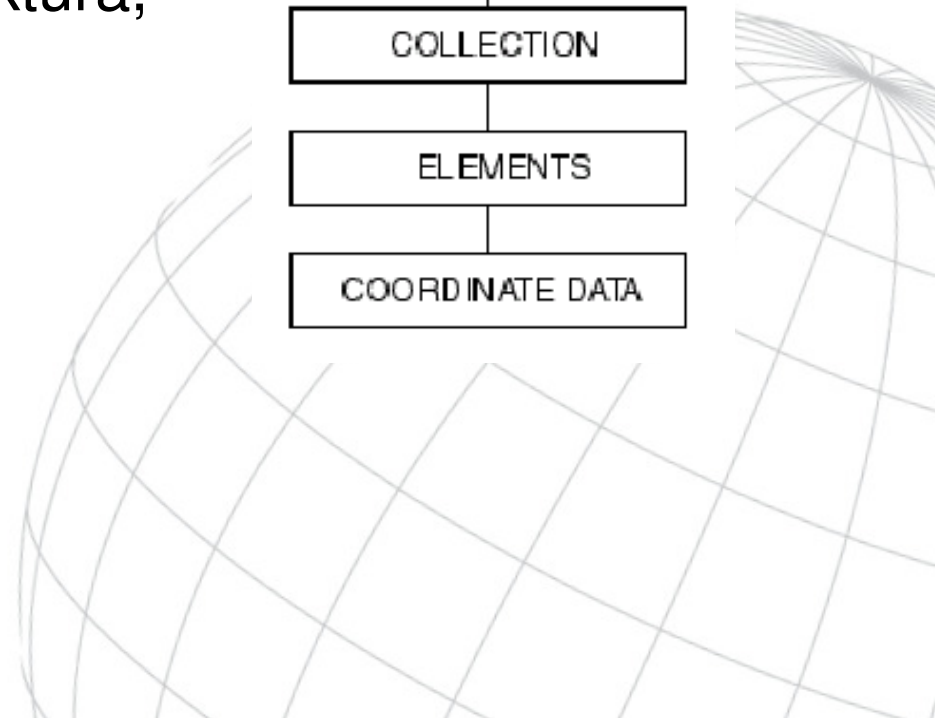
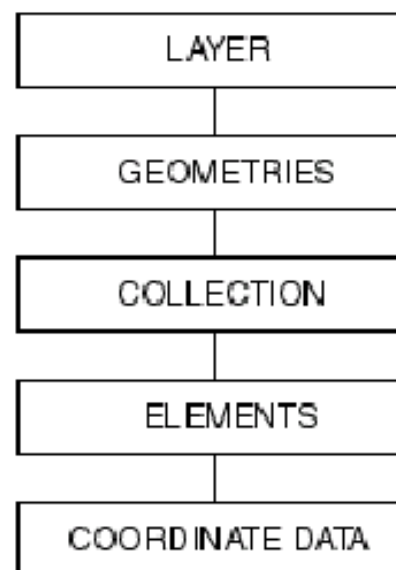
- Oracle Spatial podporuje tři geometrické primitivní typy a geometrie složené z kolekcí těchto typů.
- Podporované geom. prim. typy (uvažujeme pouze 2D):
 - Bod (*Point*).
 - Linie (*Line String*).
 - Polygon (*N-point polygon*).
- Bod – element složený ze dvou souřadnic – X,Y.
- Linie – složena ze seřazené posloupnosti (sekvence) dvou a více bodů, které definují liniové segmenty.
 - Mohou být tvořeny přímými (straight) nebo obloukovými (arc) lin. segmenty nebo kombinací obou.



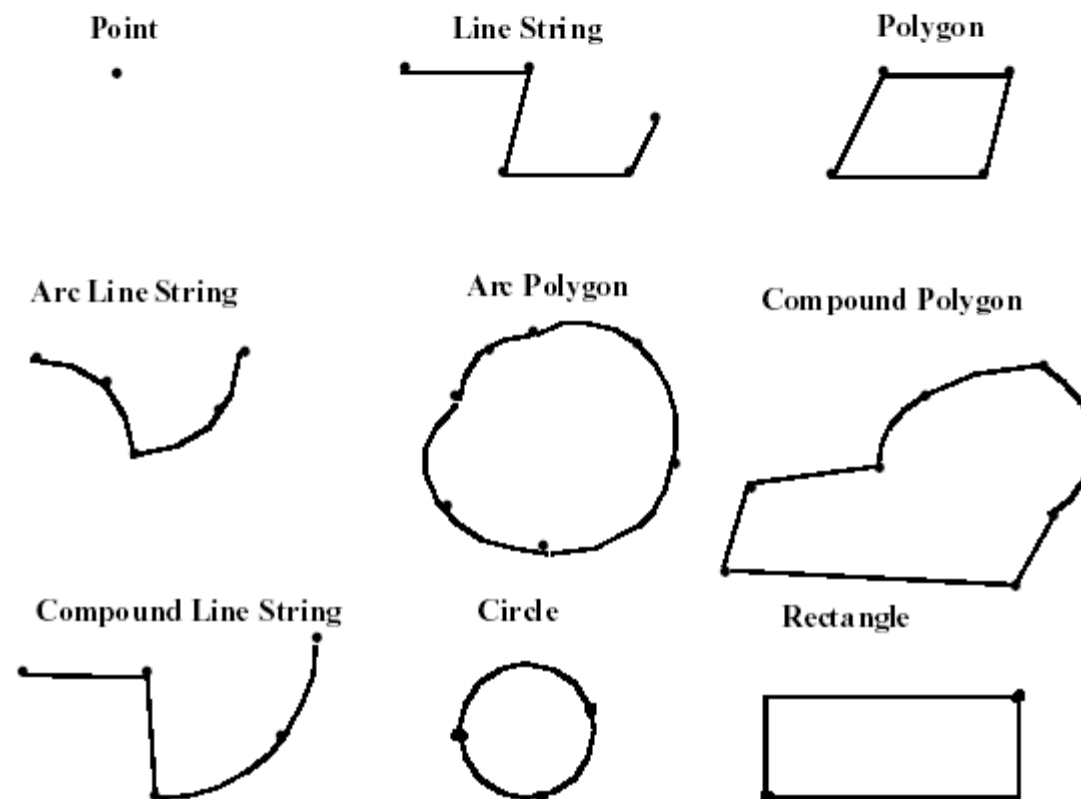
Modelování prostorových dat.

- Polygon je vytvořen spojením linií, které utváří uzavřený řetězec (*ring*).
- Model prostorových dat v Oracle Spatial je hierarchická struktura, viz obrázek:

Spatial Hierarchy



Modelování prostorových dat.



Příklady tvarů reprezentovatelných pomocí SDO_GEOMETRY

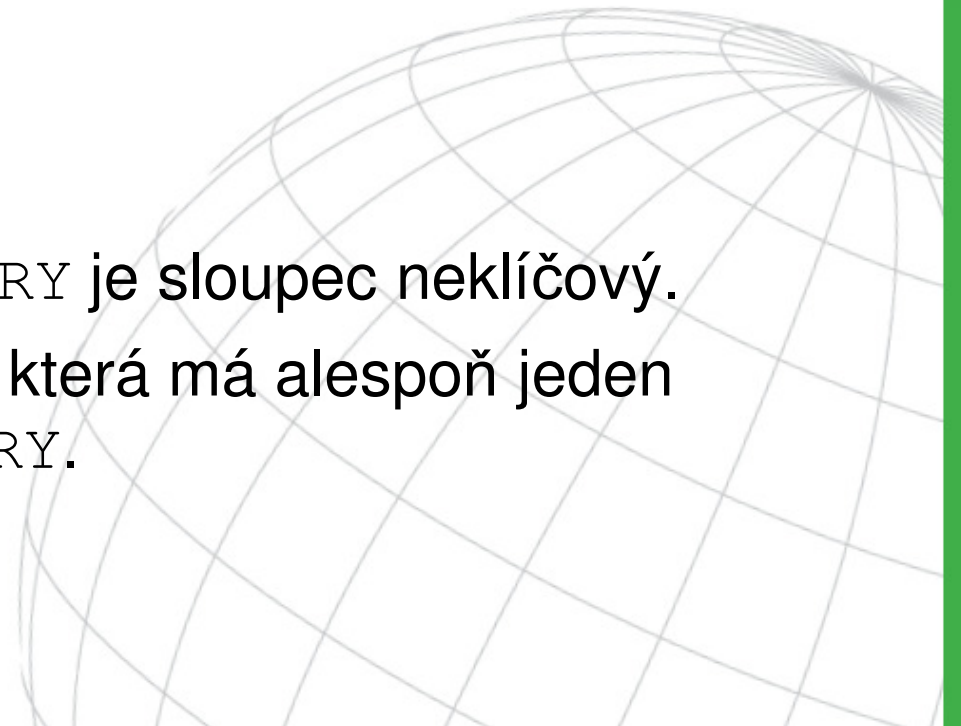
Modelování prostorových dat.

- **Element** je základní stavební blok geometrie. Elementem může být například linie modelující cestu.
- **Geometrie** (*Geometry*) sestává ze samostatného elementu nebo homogenní či heterogenní kolekce primitivních typů (elementů). Např. multipolygon – může reprezentovat množinu ostrovů, je homogenní kolekce, sestávající z množiny polygonů. Geometrie je instancí typu **SDO_GEOMETRY** a je uložena v konkrétní buňce tabulky.
- Vrstva (*Layer*) je heterogenní kolekcí geometrií, které mají společnou množinu atributů. Vrstva odpovídá kombinaci tabulka – sloupec (typu SDO_GEOMETRY).

Datový typ SDO_GEOMETRY

Spatial ukládá prostorová data společně s daty atributovými podle objektově-relačního datového modelu. Geometrický popis prostorového objektu je uložen pomocí objektového datového typu SDO_GEOMETRY.

- Sloupec typu SDO_GEOMETRY je sloupec neklíčový.
- Geometry tables = tabulka, která má alespoň jeden sloupec typu SDO_GEOMETRY.



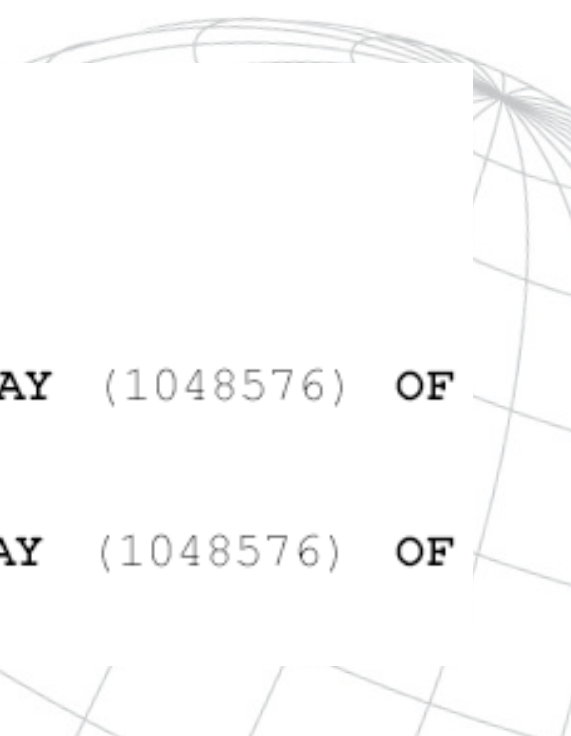
Datový typ SDO_GEOMETRY

- Definice datových typů
 - SDO_POINT_TYPE
 - SDO_ELEM_INFO_ARRAY
 - SDO_ORDINATE_ARRAY

```
CREATE TYPE sdo_point_type AS OBJECT (
  x          NUMBER,
  y          NUMBER,
  z          NUMBER) ;
```

```
CREATE TYPE sdo_elem_info_array AS VARRAY (1048576) OF
  NUMBER;
```

```
CREATE TYPE sdo_ordinate_array AS VARRAY (1048576) OF
  NUMBER;
```



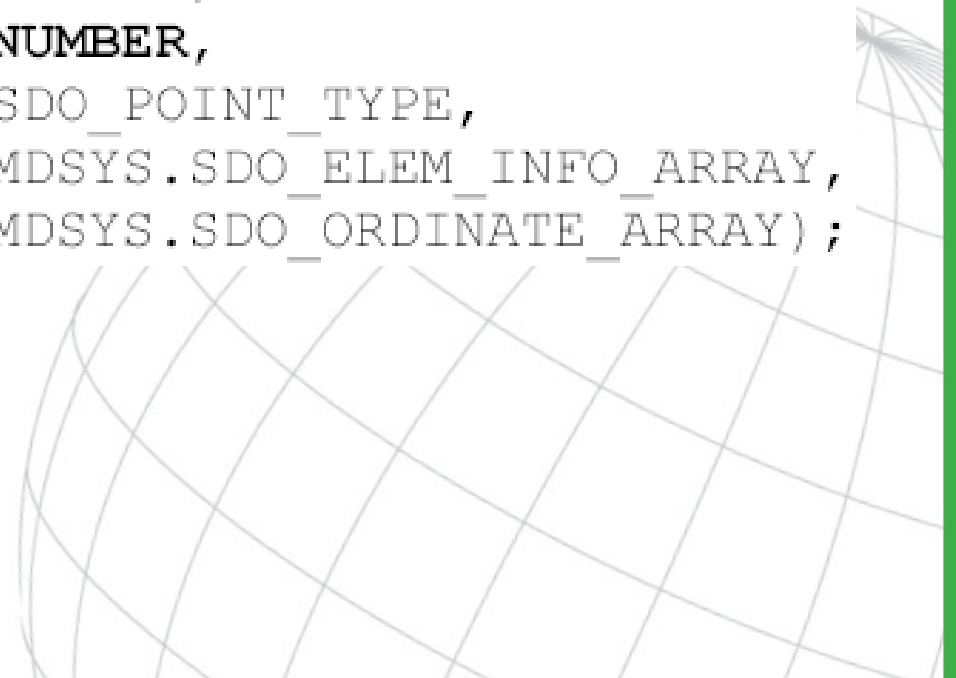
Datový typ SDO_GEOMETRY

- Definice datového typu SDO_GEOMETRY

```

CREATE TYPE sdo_geometry AS OBJECT (
    sdo_gtype          NUMBER,
    sdo_srid           NUMBER,
    sdo_point          SDO_POINT_TYPE,
    sdo_elem_info      MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY,
    sdo_ordinates      MDSYS.SDO_ORDINATE_ARRAY);

```



Datový typ SDO_GEOMETRY

- Atribut `sdo_gtype`

Atribut `sdo_gtype` označuje typ geometrického popisu prvku. Kód typu popisu sestává ze čtyř číslic. Lze ho psát ve tvaru **dltt**, kde:

- d** – identifikuje počet dimenzí geometrického popisu prvku
- l** – tato hodnota je užitečná při využití lineárního odkazování, implicitní hodnota je 0
- tt** – identifikuje geometrický typ (POINT, LINE, CURVE, POLYGON, COLLECTION, MULTIPOINT,...)

Př. 2003 ⇒ dvojdimenzionální polygon.

Datový typ SDO_GEOMETRY

- Atribut `sdo_srid`

Atribut `sdo_srid` slouží k určení souřadnicového systému, ve kterém je prostorový prvek geometricky popsán. Jestliže je hodnota atributu `sdo_srid` **NULL**, znamená to, že s geometrickým popisem prvku není asociován žádný souřadnicový systém.

Všechny geometrické popisy prvků v rámci jednoho sloupce typu `SDO_GEOMETRY` musí mít shodnou hodnotu atributu `sdo_srid`.

Datový typ SDO_GEOMETRY

- Atribut `sdo_point`

Atribut `sdo_point` je definován pomocí objektového typu `SDO_POINT_TYPE`. Tento typ má atributy `x`, `y`, `z`, všechny typu `NUMBER`. Pokud jsou ve vrstvě pouze body, doporučuje se ukládat souřadnice těchto bodů právě pomocí atributu `sdo_point`.



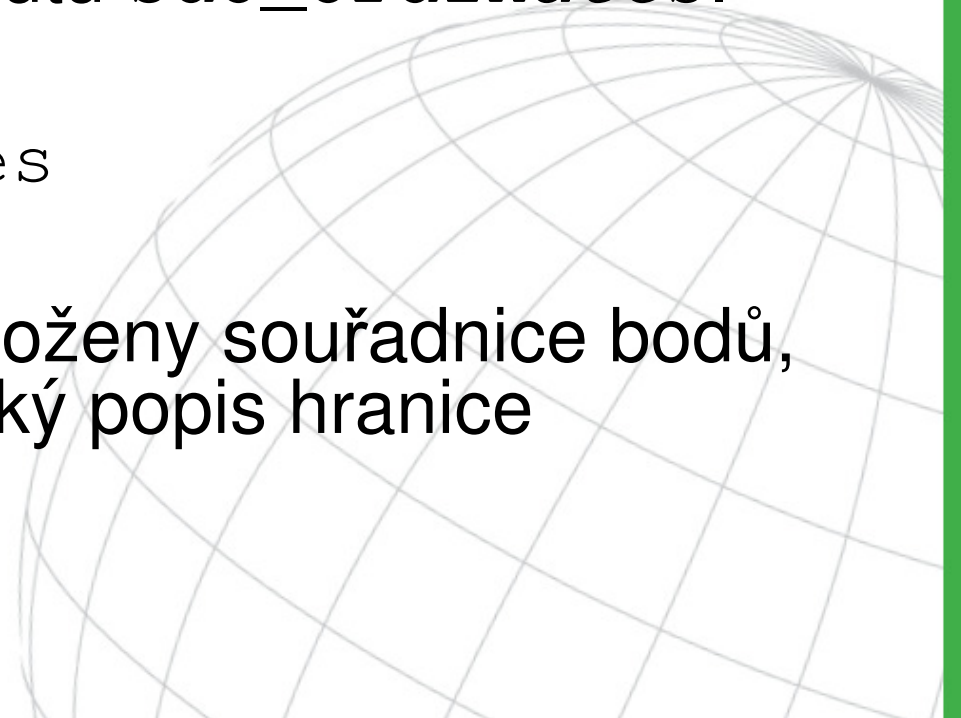
Datový typ SDO_GEOMETRY

- Atribut `sdo_elem_info`

Atribut `sdo_elem_info` popisuje způsob interpretace souřadnic geometrického popisu prvku uložených v atributu `sdo_ordinates`.

- Atribut `sdo_ordinates`

V tomto atributu jsou uloženy souřadnice bodů, které vytváří geometrický popis hranice prostorového prvku.



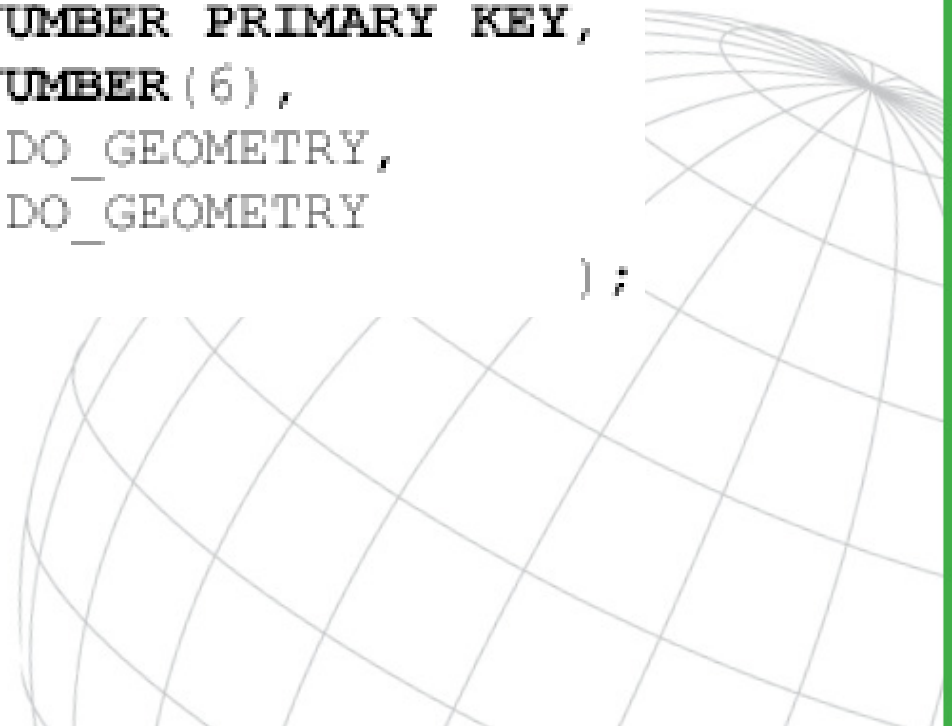
Datový typ SDO_GEOMETRY

- Možná definice tabulky
KATASTRALNI_HRANICE

```

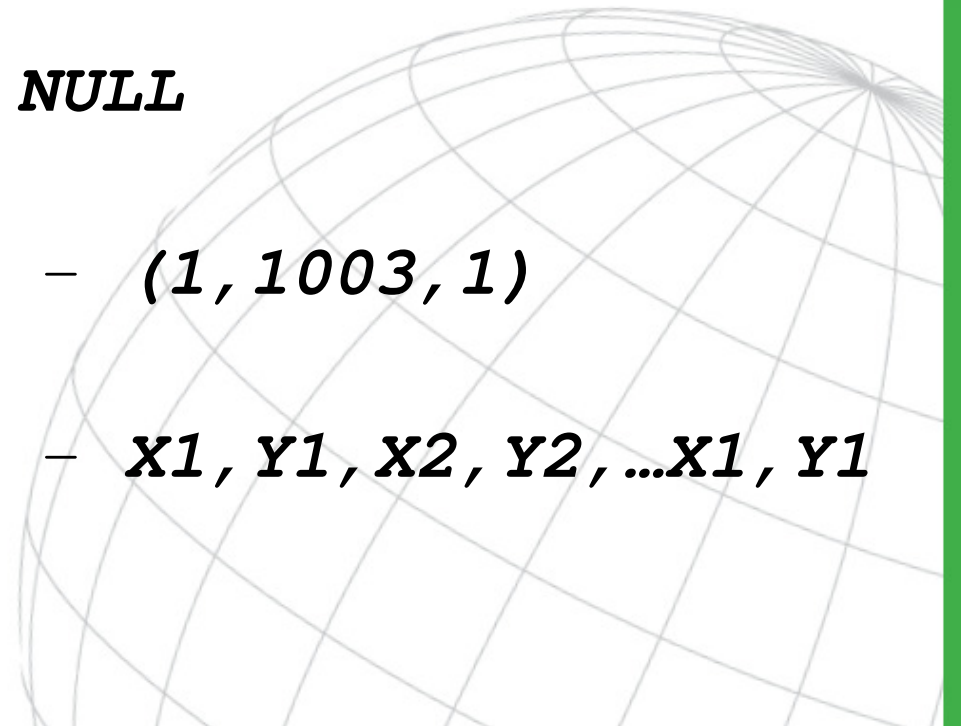
CREATE TABLE KATASTRALNI_HRANICE (
id          NUMBER PRIMARY KEY,
katuze_kod  NUMBER(6),
hranice     SDO_GEOMETRY,
definicni_bod SDO_GEOMETRY
);

```



Datový typ SDO_GEOMETRY

- Atribut `sdo_gtype` – **2003**
- Atribut `sdo_srid` – **NULL**
- Atribut `sdo_point` – **NULL**
- Atribut `sdo_elem_info` – **(1, 1003, 1)**
- Atribut `sdo_ordinates` – **x1, y1, x2, y2, ...x1, y1**



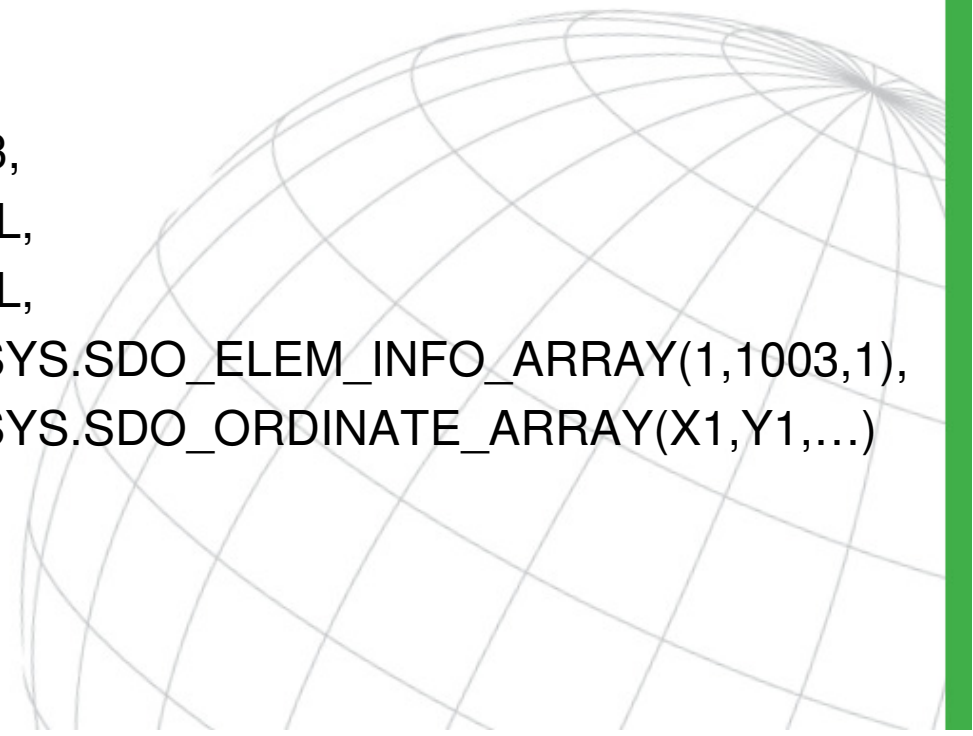
Datový typ SDO_GEOMETRY

- Vložení dat do tabulky KATASTRALNI_HRANICE:

```

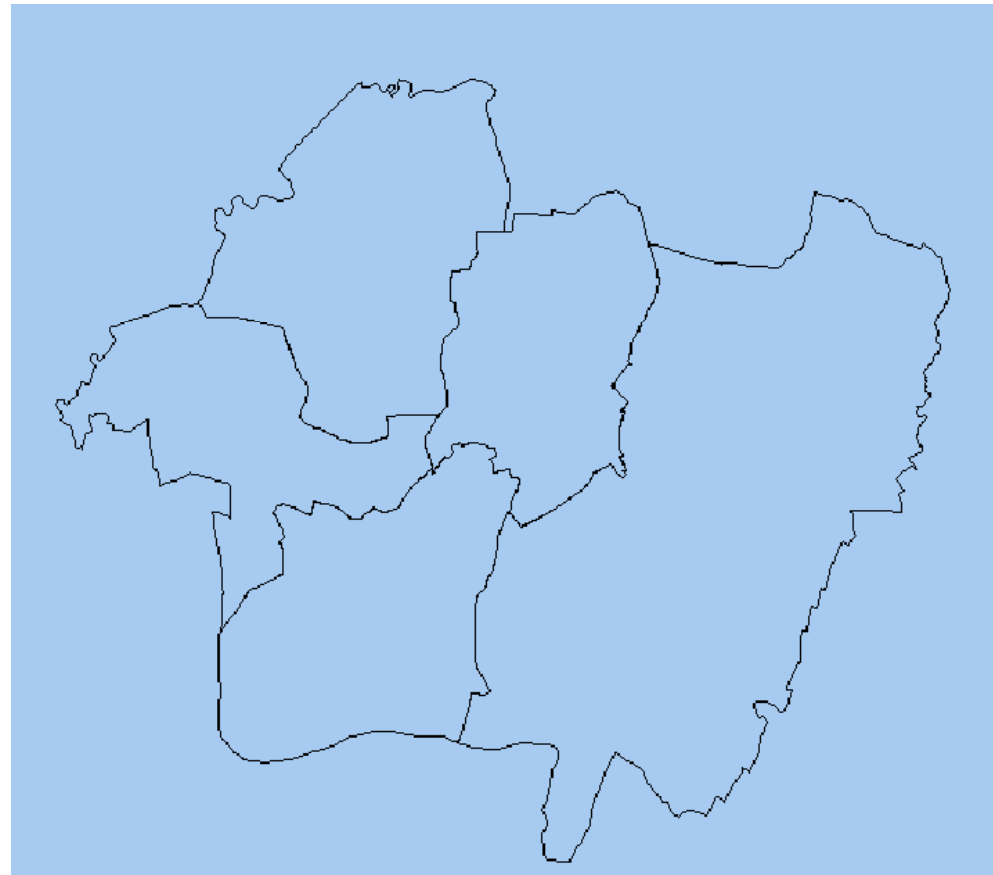
INSERT INTO KATASTRALNI_HRANICE VALUES(
    123456789,
    344271,
    MDSYS.SDO_GEOMETRY(...),
    MDSYS.SDO_GEOMETRY( 2003,
        NULL,
        NULL,
        MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1,1003,1),
        MDSYS.SDO_ORDINATE_ARRAY(X1,Y1,...)
    )
);

```



Datový typ SDO_GEOMETRY

- Zobrazení dat typu SDO_GEOMETRY



Datový typ SDO_GEOMETRY

- Vrstva = kombinace tabulka + sloupec.
- Všechny geometrie ve vrstvě musí mít shodné hodnoty u vybraných prostorových atributů → konkrétně **dimenzi a souřadnicový systém**.
- Tato informace je součástí metadat, která jsou v databázi rovněž uložena.

```

VIEW USER_SDO_GEOM_METADATA (
    TABLE_NAME    VARCHAR2 (32) ,
    COLUMN_NAME    VARCHAR2 (32) ,
    DIMINFO        MDSYS.SDO_DIM_ARRAY ,
    SRID           NUMBER) ;

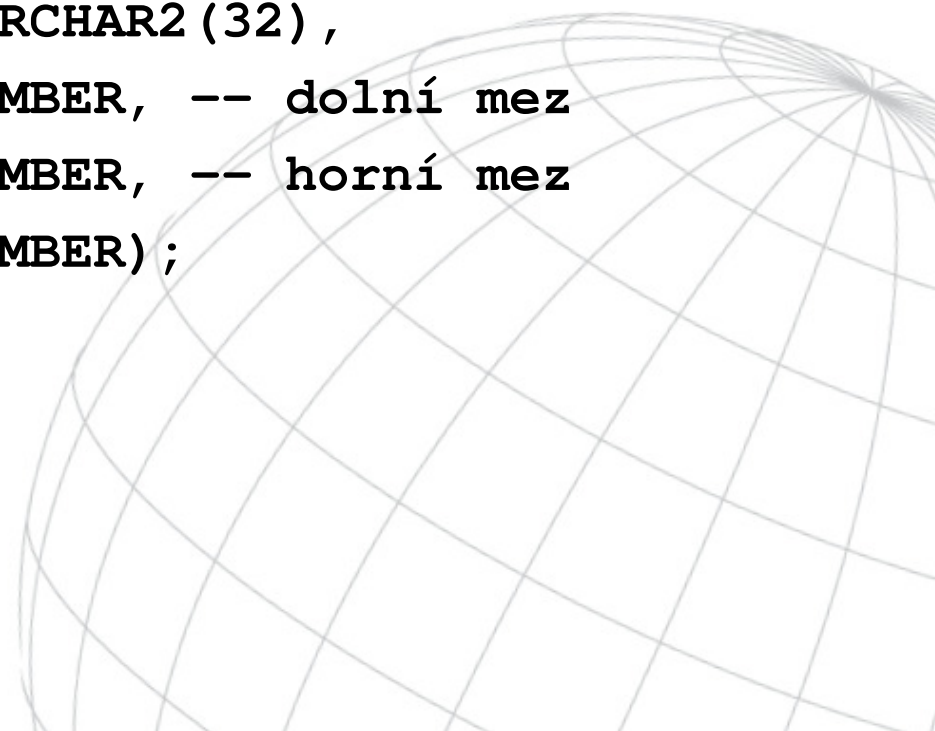
```



Datový typ SDO_GEOMETRY

- SDO_DIM_ARRAY je pole o velikosti 4 (VARRAY(4)) s položkami typu SDO_DIM_ELEMENT.

```
CREATE TYPE SDO_DIM_ELEMENT AS OBJECT (
    SDO_DIMNAME      VARCHAR2 (32) ,
    SDO_LB           NUMBER, -- dolní mez
    SDO_UB           NUMBER, -- horní mez
    SDO_TOLERANCE   NUMBER);
```



Datový typ SDO_GEOMETRY

- Pro každou dvojici tabulka.sloupec, kde sloupec je typu SDO_GEOMETRY, by měl existovat záznam v tabulce USER_SDO_GEOM_METADATA, který by obsahoval informace o jednotlivých dimenzích a hodnotu SRID.

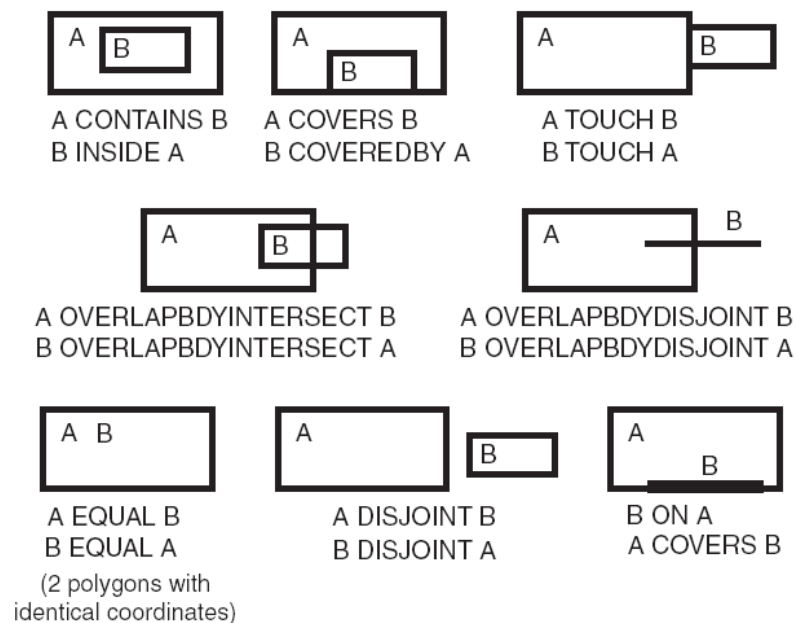
```

INSERT INTO SDO_GEOM_METADATA VALUES
('KATASTRALNI_HRANICE', 'HRANICE', MDSYS.SDO_DIM_ARRAY (
    MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 700000, 1300000, 0.05),
    MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 400000, 1000000, 0.05)),
    NULL -- SRID
);

```

Operace s prostorovými daty.

- Oracle Spatial podporuje dotazování prostorových dat na základě topologických a vzdálenostních kritérií.
- Podpora pro 9-intersection model (pro určení topologického vztahu mezi 2 objekty).
- 8 základních vztahů:
 - ***contains, coveredby, covers, disjoint, equal, inside, overlap, touch.***
- Jiné typy vztahy mohou být odvozeny ze základních, např. *overlapbdydisjoint*.



Operace s prostorovými daty.

- Topologické vztahy využívá operátor SDO_RELATE. Tento operátor je spojen s optimalizátor dotazů, takže využívá možností prostorového indexu.
- Rovněž top. vztahy využívá funkce SDO_GEOM.RELATE(), která nevyužívá prostorový index a rovnou testuje vstupní geometrie vůči sobě.



Operace s prostorovými daty.

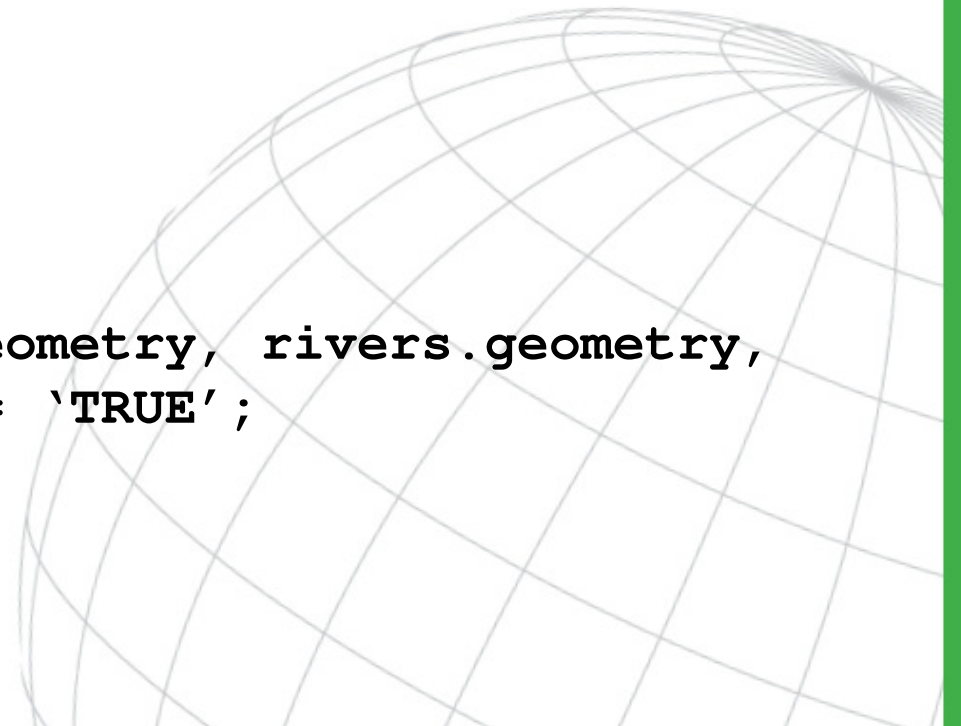
- ```

SELECT parks.name
FROM parks, rivers
WHERE
mdsys.sdo_relate(parks.geometry, rivers.geometry,
'mask = OVERLAPBDYINTERSECT') = 'TRUE';

```
- ```

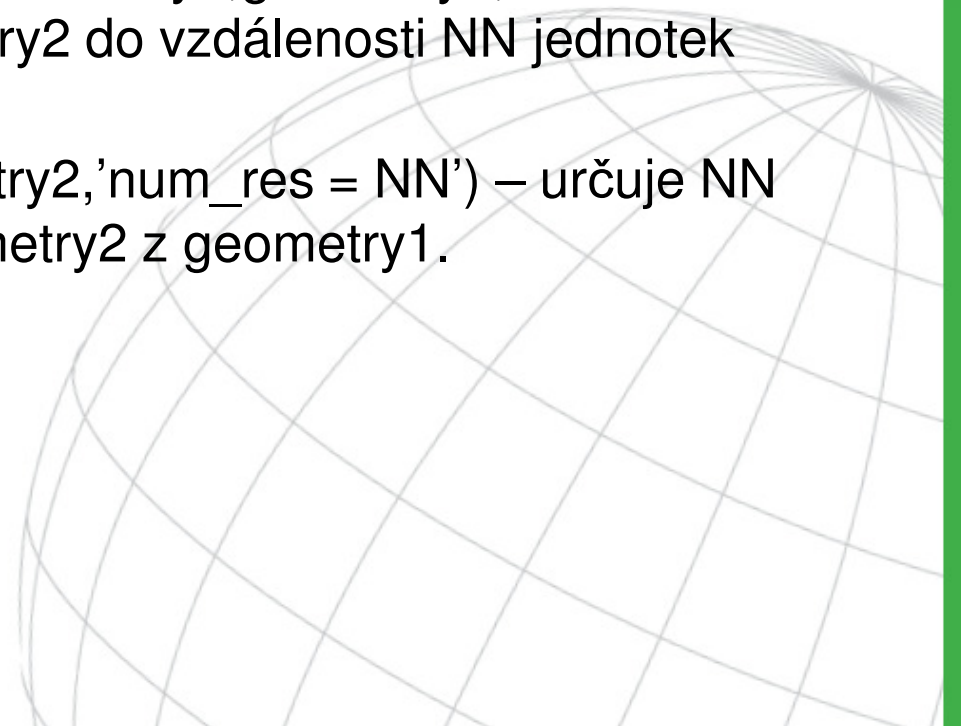
SELECT parks.name
FROM parks, rivers
WHERE
sdo_geom.relate(parks.geometry, rivers.geometry,
'OVERLAPBDYINTERSECT') = 'TRUE';

```



Operace s prostorovými daty.

- Další operátory v Oracle Spatial, které pracují s prostorovým indexem:
 - SDO_FILTER(geometry1,geometry2,otherParams) – určuje, zda jsou dva objekty navzájem disjunktní.
 - SDO_WITHIN_DISTANCE(geometry1,geometry2,'distance = NN') – určuje, zda je geometry2 do vzdálenosti NN jednotek od geometry1.
 - SDO_NN(geometry1,geometry2,'num_res = NN') – určuje NN nejbližších sousedů od geometry2 z geometry1.

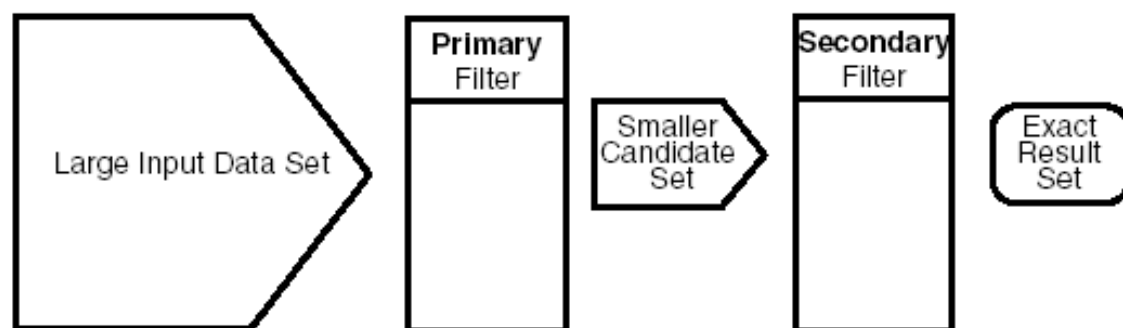


Indexace prostorových dat.

- Oracle Spatial umožňuje použít dvě datové struktury k indexaci prostorových dat:
 - **Quad-Tree.**
 - **R-Tree.**



Zpracování prostorového dotazu.



Postup vyhodnocení prostorového dotazu v Oracle Spatial.

Zdroje

- JANEČKA, K.: [Zajištění konzistence prostorových dat v Informačním systému katastru nemovitostí](#). In: Proceedings of GIS Ostrava 2008. Tanger. Ostrava, 2008. s. 1-8. ISBN 978-80-254-1340-1.
- KOLINGEROVÁ, I.: [Přednášky k předmětu Vybrané algoritmické metody](#). FAV ZČU v Plzni.
- MURRAY, Ch.: [Oracle Spatial Developer's Guide, 11g Release 1 \(11.1\)](#). Oracle. 2009.
- POKORNÝ, J.: [Prostorové datové struktury a jejich použití pro indexaci prostorových objektů](#). In: Proceeding of GIS Ostrava 2000. Ostrava, 2000.
- POKORNÝ, J.: [Prostorové objekty a SQL](#). In. Proceedings of GIS Ostrava 2001. Ostrava, 2001. ISSN: 1213-239X.
- POKORNÝ, J.; ŽEMLIČKA, M.: [Základy implementace souborů a databází](#). Karolinum. Praha, 2004. 211 s. ISBN: 80-246-0837-5.
- ŽEMLIČKA, M.: [Přednášky k předmětu Organizace a zpracování dat II](#). MFF UK v Praze.

