



## Přednáška 3

# Geodatabáze

Geografická data a databázové systémy,  
OGC Simple Features pro SQL,  
PostgreSQL, MySQL, SQLite

155FGIS Free software GIS, letní semestr 2020-2021

OGC Simple Features

Geometrické objekty

Prostorové vztahy

Prostorová analýza

Well Known Text/Binary

PostGIS

Open Simple Features for  
SQL

Prostorový index

Knihovny

Import/Export

MySQL

SQLite

Na závěr

Příští přednáška

Martin Landa

`martin.landa@fsv.cvut.cz`

Fakulta stavební ČVUT v Praze  
Katedra geomatiky

<http://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/155FGIS>



### OGC Simple Features

- Geometrické objekty
- Prostorové vztahy
- Prostorová analýza
- Well Known Text/Binary

### PostGIS

- Open Simple Features for SQL
- Prostorový index
- Knihovny
- Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška

Copyright © 2008-2021 Martin Landa

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation Licence, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.



## 1 OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

## 2 PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

## 3 MySQL

### MySQL

## 4 SQLite

### SQLite

## 5 Na závěr

### Na závěr

### Příští přednáška



## Geometrie (třída **Geometry**)

- Objekty mají prostorové a neprostorové atributy
- Prostorové atributy jsou založeny na 2D geometrii s lineární interpolací mezi vrcholy (lomovými body)

Geometrické objekty nulté (bod), první (linie) a druhé (polygon) dimenze v 2D/3D/4D souřadnicovém systému.

- 2D (x, y)
- 3D (x, y, z) – výška
- 3D (x, y, m) – měření
- 4D (x, y, z, m)

Základní metody:

- `Dimension()`, `GeometryType()`, `SRID()`
- `Envelope()`, `Boundary()`
- `AsText()`, `AsBinary()`
- `IsEmpty()`, `IsSimple()`, `Is3D()`, `IsMeasured()`

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška



## Geometrie (třída **Geometry**)

- Objekty mají prostorové a neprostorové atributy
- Prostorové atributy jsou založeny na 2D geometrii s lineární interpolací mezi vrcholy (lomovými body)

Geometrické objekty nulté (bod), první (linie) a druhé (polygon) dimenze v 2D/3D/4D souřadnicovém systému.

- 2D (x, y)
- 3D (x, y, z) – výška
- 3D (x, y, m) – měření
- 4D (x, y, z, m)

## Základní metody:

- `Dimension()`, `GeometryType()`, `SRID()`
- `Envelope()`, `Boundary()`
- `AsText()`, `AsBinary()`
- `IsEmpty()`, `IsSimple()`, `Is3D()`, `IsMeasured()`

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

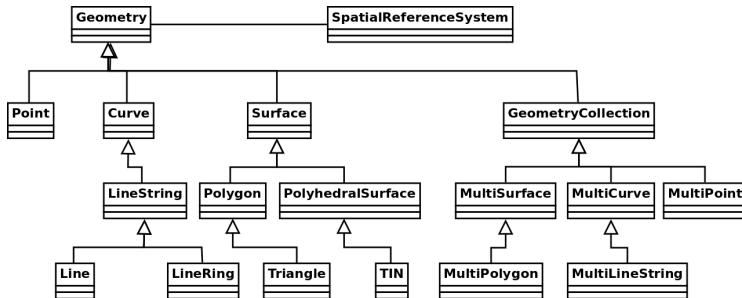
Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška



## OGC Simple Features

- Geometrické objekty
- Prostorové vztahy
- Prostorová analýza
- Well Known Text/Binary

## PostGIS

- Open Simple Features for SQL
- Prostorový index
- Knihovny
- Import/Export

## MySQL

## SQLite

## Na závěr

## Příští přednáška



- **Point** – bod
- **Curve** – posloupnost bodů, způsob interpolace
- **LineString** – linie, lomená čára (lineární interpolace)
- **Line** – linie s dvěma body
- **LineRing** – *jednoduché a uzavřené* linie
  - Jednoduchá křivka – sama sebe neprotíná
  - Uzavřená křivka – společný počáteční a koncový bod
- **Polygon** – definován vnějšími a vnitřními (tvoří tzv. “díry”) hranicemi (LineRing)
- **GeometryCollection** – multimnožina geometrických objektů různých typů (může obsahovat duplicitní prvky)
- **MultiPoint** – množina bodů
- **MultiLineString** – množina lomených čar
- **MultiPolygon** – množina polygonů

## OGC Simple Features

### Geometrické objekty

Prostorové vztahy

Prostorová analýza

Well Known Text/Binary

## PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index

Knihovny

Import/Export

## MySQL

## SQLite

## Na závěr

## Příští přednáška

- **Point** – bod
- **Curve** – posloupnost bodů, způsob interpolace
- **LineString** – linie, lomená čára (lineární interpolace)
- **Line** – linie s dvěma body
- **LineRing** – *jednoduché a uzavřené* linie
  - Jednoduchá křivka – sama sebe neprotíná
  - Uzavřená křivka – společný počáteční a koncový bod
- **Polygon** – definován vnějšími a vnitřními (tvoří tzv. “díry”) hranicemi (LineRing)
- **GeometryCollection** – multimnožina geometrických objektů různých typů (může obsahovat duplicitní prvky)
- **MultiPoint** – množina bodů
- **MultiLineString** – množina lomených čar
- **MultiPolygon** – množina polygonů





- **Point** – bod
- **Curve** – posloupnost bodů, způsob interpolace
- **LineString** – linie, lomená čára (lineární interpolace)
- **Line** – linie s dvěma body
- **LineRing** – *jednoduché a uzavřené* linie
  - Jednoduchá křivka – sama sebe neprotíná
  - Uzavřená křivka – společný počáteční a koncový bod
- **Polygon** – definován vnějšími a vnitřními (tvoří tzv. “díry”) hranicemi (LineRing)
- **GeometryCollection** – multimnožina geometrických objektů různých typů (může obsahovat duplicitní prvky)
- **MultiPoint** – množina bodů
- **MultiLineString** – množina lomených čar
- **MultiPolygon** – množina polygonů





- **Point** – bod
- **Curve** – posloupnost bodů, způsob interpolace
- **LineString** – linie, lomená čára (lineární interpolace)
- **Line** – linie s dvěma body
- **LineRing** – *jednoduché a uzavřené* linie
  - Jednoduchá křivka – sama sebe neprotíná
  - Uzavřená křivka – společný počáteční a koncový bod
- **Polygon** – definován vnějšími a vnitřními (tvoří tzv. “díry”) hranicemi (LineRing)
- **GeometryCollection** – multimnožina geometrických objektů různých typů (může obsahovat duplicitní prvky)
- **MultiPoint** – množina bodů
- **MultiLineString** – množina lomených čar
- **MultiPolygon** – množina polygonů

## OGC Simple Features

### Geometrické objekty

Prostorové vztahy

Prostorová analýza

Well Known Text/Binary

## PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index

Knihovny

Import/Export

## MySQL

## SQLite

## Na závěr

## Příští přednáška



- Point

- `X()`, `Y()`, `Z()`, `M()`

- Curve

- `Length()`, `StartPoint()`, `EndPoint()`, `Reverse()`, `IsClosed()`

- LineString

- `StartPoint()`, `PointN()`

- MultiCurve

- `IsClosed()`, `Length()`

## OGC Simple Features

### Geometrické objekty

Prostorové vztahy

Prostorová analýza

Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index

Knihovny

Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška



- **Point**
  - `X()`, `Y()`, `Z()`, `M()`
- **Curve**
  - `Lenght()`, `StartPoint()`, `EndPoint()`, `IsClosed()`, `IsRing()`
- **LineString**
  - `NumPoints()`, `PointN()`
- **MultiCurve**
  - `IsClosed()`, `Length()`

## OGC Simple Features

### Geometrické objekty

Prostorové vztahy

Prostorová analýza

Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index

Knihovny

Import/Export

### MySQL

### SQLite

Na závěr

Příští přednáška



- Surface/MultiSurface
  - Area(), Centroid(), PointOnSurface()
- Polygon
  - ExteriorRing(), NumInteriorRing(), InteriorRingN()
- PolyhedralSurface/TIN

## OGC Simple Features

### Geometrické objekty

Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška



- **Surface/MultiSurface**
  - `Area()`, `Centroid()`, `PointOnSurface()`
- **Polygon**
  - `ExteriorRing()`, `NumInteriorRing()`, `InteriorRingN()`
- **PolyhedralSurface/TIN**
  - `NumPatches()`, `PatchN()`, `BoundingPolygons()`, `IsClosed()`

## OGC Simple Features

### Geometrické objekty

Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

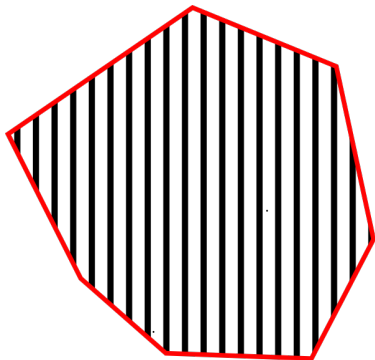
### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška

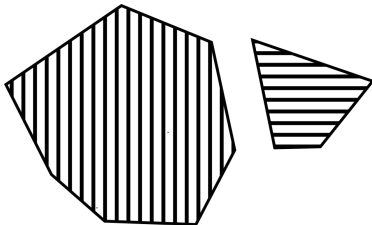
## Určení prostorového vztahu prvků

- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - Equals ()
  - Disjoint ()
  - Intersects ()
  - Touches ()
  - Crosses ()
  - Within ()
  - Contains ()
  - Overlaps ()
  - Relate ()
  - LocateAlong ()
  - LocateBetween ()



## Určení prostorového vztahu prvků

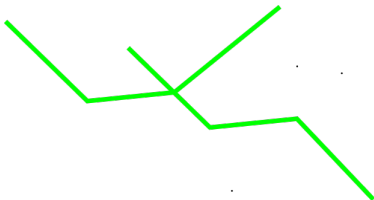
- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - Equals ()
  - Disjoint ()
  - Intersects ()
  - Touches ()
  - Crosses ()
  - Within ()
  - Contains ()
  - Overlaps ()
  - Relate ()
  - LocateAlong ()
  - LocateBetween ()





## Určení prostorového vztahu prvků

- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - Equals ()
  - Disjoint ()
  - Intersects ()
  - Touches ()
  - Crosses ()
  - Within ()
  - Contains ()
  - Overlaps ()
  - Relate ()
  - LocateAlong ()
  - LocateBetween ()

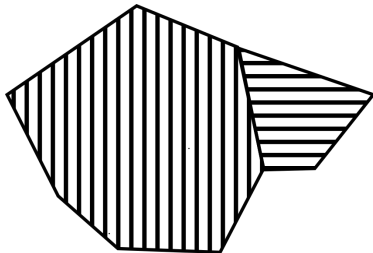


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



## Určení prostorového vztahu prvků

- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - Equals ()
  - Disjoint ()
  - Intersects ()
  - Touches ()
  - Crosses ()
  - Within ()
  - Contains ()
  - Overlaps ()
  - Relate ()
  - LocateAlong ()
  - LocateBetween ()

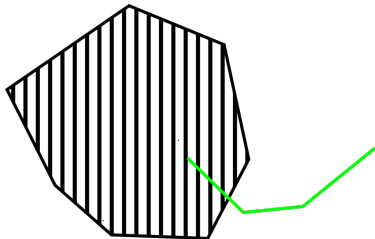


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



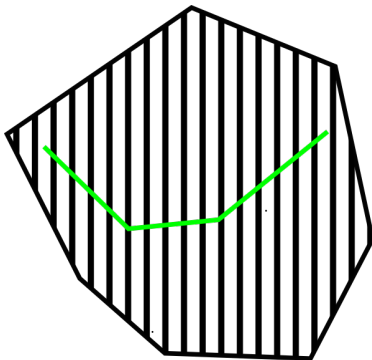
## Určení prostorového vztahu prvků

- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - Equals ()
  - Disjoint ()
  - Intersects ()
  - Touches ()
  - Crosses ()
  - Within ()
  - Contains ()
  - Overlaps ()
  - Relate ()
  - LocateAlong ()
  - LocateBetween ()



## Určení prostorového vztahu prvků

- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - Equals ()
  - Disjoint ()
  - Intersects ()
  - Touches ()
  - Crosses ()
  - Within ()
  - Contains ()
  - Overlaps ()
  - Relate ()
  - LocateAlong ()
  - LocateBetween ()

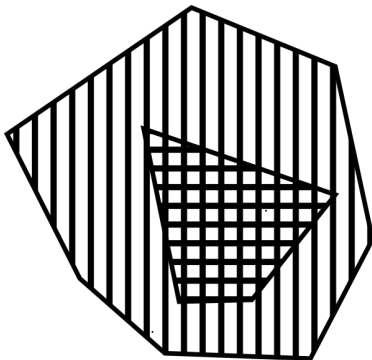


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



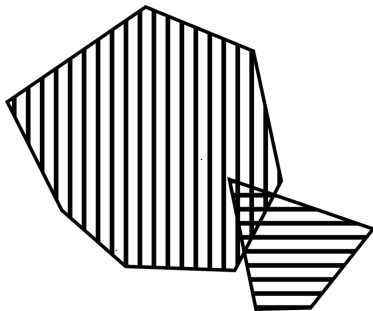
## Určení prostorového vztahu prvků

- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - Equals ()
  - Disjoint ()
  - Intersects ()
  - Touches ()
  - Crosses ()
  - Within ()
  - Contains ()
  - Overlaps ()
  - Relate ()
  - LocateAlong ()
  - LocateBetween ()



## Určení prostorového vztahu prvků

- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - `Equals()`
  - `Disjoint()`
  - `Intersects()`
  - `Touches()`
  - `Crosses()`
  - `Within()`
  - `Contains()`
  - `Overlaps()`
  - `Relate()`
  - `LocateAlong()`
  - `LocateBetween()`



<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



## Určení prostorového vztahu prvků

- Založeny na binárních prostorových predikátech (vztahy mezi dvěma prostorovými atributy)
- Součást modelu DE-9IM (Dimensionally Extended Nine-Intersection Model)
  - Equals ()
  - Disjoint ()
  - Intersects ()
  - Touches ()
  - Crosses ()
  - Within ()
  - Contains ()
  - Overlaps ()
  - Relate ()
  - LocateAlong ()
  - LocateBetween ()

<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>





- `Distance()`
- `Buffer()`
- `ConvexHull()`
- `Intersection()`
- `Union()`
- `Difference()`
- `SymDifference()`
- ...

## OGC Simple Features

Geometrické objekty

Prostorové vztahy

Prostorová analýza

Well Known Text/Binary

## PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index

Knihovny

Import/Export

## MySQL

## SQLite

## Na závěr

## Příští přednáška





## Well Known Text

- Značovací jazyk pro popis geometrie prvků
- Definice prostorových referenčních systémů

### Příklad:

```
1 POINT (6 10)
2 LINESTRING (3 4,10 50,20 25)
3 POLYGON ((1 1,5 1,5 5,1 5,1 1),(2 2, 3 2, 3 3, 2 3,2 2))
4 MULTIPOINT (3.5 5.6,4.8 10.5)
5 MULTILINESTRING ((3 4,10 50,20 25),(-5 -8,-10 -8,-15 -4))
6 MULTIPOLYGON (((1 1,5 1,5 5,1 5,1 1),(2 2, 3 2, 3 3, 2 3,2 2)),((3 3,6 2,6 4,3 3)))
7 GEOMETRYCOLLECTION (POINT(4 6), LINESTRING(4 6, 7 10))
8 POINT ZM (1 1 5 60)
9 POINT M (1 1 80)
10 POINT EMPTY
11 MULTIPOLYGON EMPTY
```

### OGC Simple Features

Geometrické objekty

Prostorové vztahy

Prostorová analýza

Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index

Knihovny

Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška

## Well Known Binary

- Portovatelný zápis geometrie objektů
- Převod dat, výměna mezi SQL/CLI klientem, ...



## 1 OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

## 2 PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

MySQL

SQLite

Na závěr

Příští přednáška

## 3 MySQL

## 4 SQLite

## 5 Na závěr



<http://postgis.net>

## PostGIS

- Vyvíjen firmou **Refractions Research Inc**
- Programovací jazyk C/Java, licence GNU GPL
- Rozšíření pro objektově-relační databázový systém **PostgreSQL** umožňující uložení, správu a manipulaci geografických dat
- Prostorový index GiST (Generalized Search Tree)
- Funkce pro analýzu a zpracování geografických dat

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška

<http://cs.wikipedia.org/wiki/PostGIS>



## OGC Simple Features

- Od verze 0.9 PostGIS podporuje všechny prvky a objekty definované v **OGC Simple Features for SQL**
  - POINT, MULTIPOINT
  - LINE, MULTILINE
  - POLYGON, MULTIPOLYGON
  - GEOMETRYCOLLECTIONS
- PostGIS umožňuje uložení 3D/4D souřadnic
  - 3DZ (výška), 3DM (měření)
  - 4D (ZM)

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška

## Rozšíření



## OGC Simple Features

- Od verze 0.9 PostGIS podporuje všechny prvky a objekty definované v **OGC Simple Features for SQL**
  - POINT, MULTIPOINT
  - LINE, MULTILINE
  - POLYGON, MULTIPOLYGON
  - GEOMETRYCOLLECTIONS
- PostGIS umožňuje uložení 3D/4D souřadnic
  - 3DZ (výška), 3DM (měření)
  - 4D (ZM)

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška

## Rozšíření



## OGC Simple Features

- Od verze 0.9 PostGIS podporuje všechny prvky a objekty definované v **OGC Simple Features for SQL**
  - POINT, MULTIPOINT
  - LINE, MULTILINE
  - POLYGON, MULTIPOLYGON
  - GEOMETRYCOLLECTIONS
- PostGIS umožňuje uložení 3D/4D souřadnic
  - 3DZ (výška), 3DM (měření)
  - 4D (ZM)

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška

## Rozšíření

- 1 SQL-MM (interpolované křivky)
  - CIRCULARSTRING
  - COMPOUNDCURVE
  - CURVEPOLYGON
  - MULTICURVE, MULTISURFACE

# Definice geometrických objektů OGC



## Definice

- Informace o typu objektu
- Souřadnice lomových bodů objektu

## OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

## Rozhraní

- 1 OGC Well-Known Text (WKT)
- 2 OGC Well-Known Binary (WKB)

## Konstruktory:

- Geometrie
  - `ST_GeomFromWKB(bytea, SRID)` → geometrie
  - `ST_GeomFromText(text, SRID)` → geometrie
- WKT/WKB
  - `ST_AsBinary(geometrie)` → WKB
  - `ST_AsText(geometrie)` → WKT

## PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

MySQL

SQLite

Na závěr

Příští přednáška



## Definice

- Informace o typu objektu
- Souřadnice lomových bodů objektu

## Rozhraní

- 1 OGC Well-Known Text (WKT)
- 2 OGC Well-Known Binary (WKB)

Konstruktory:

- Geometrie
  - `ST_GeomFromWKB(bytea, SRID)` → geometrie
  - `ST_GeomFromText(text, SRID)` → geometrie
- WKT/WKB
  - `ST_AsBinary(geometrie)` → WKB
  - `ST_AsText(geometrie)` → WKT

## OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

## PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

## MySQL

## SQLite

## Na závěr

## Příští přednáška





### Vytvoření geometrického datového typu (bod) ve WGS-84 (EPSG:4326)

```
SELECT ST_GeomFromText('POINT(13.9696 50.4430)', 4326);
```

### Atributový dotaz:

```
SELECT name, population, ST_GeometryType(geom),  
ST_AsText(geom) FROM geonames WHERE population > 0  
AND population < 100 ORDER BY population;
```

```
1 Brezina | 3 | ST_Point | POINT(16.96083853546 49.36839948889178)  
2 Kolna | 6 | ST_Point | POINT(13.9048933982849 49.9396761115136)  
3 Vlkov | 21 | ST_Point | POINT(14.5221621056329 49.1133403388016)  
4 ...
```

### Kombinace prostorového a atributového dotazu:

```
SELECT count(name) FROM geonames WHERE geom &&  
SetSRID('BOX3D(14 49, 15 50)')::box3d, 32767) AND  
population < 1000;
```

#### OGC Simple Features

- Geometrické objekty
- Prostorové vztahy
- Prostorová analýza
- Well Known Text/Binary

#### PostGIS

- Open Simple Features for SQL
- Prostorový index
- Knihovny
- Import/Export

#### MySQL

#### SQLite

#### Na závěr

#### Příští přednáška



## “OGC Simple Features for SQL” definuje

- 1 Typy geografických objektů
- 2 Funkce pro manipulaci s objekty
- 3 Množninu tabulek s metadaty
  - SPATIAL\_REF\_SYS
  - GEOMETRY\_COLUMNS

### SPATIAL\_REF\_SYS

- `srid` – jednoznačný identifikátor SRS (Spatial Reference System)
- `auth_name` – název organizace (např. “EPSG”)
- `auth_srid` – identifikátor v rámci uvedené organizace (např. kód EPSG)
- `srtext` – Definice SRS v zápisu Well-Known Text (viz **OGC Coordinate Transformation Services Implementation Specification**)
- `proj4text` – Definice SRS v zápisu pro knihovnu PROJ.4

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

MySQL

SQLite

Na závěr

Příští přednáška



## “OGC Simple Features for SQL” definuje

- 1 Typy geografických objektů
- 2 Funkce pro manipulaci s objekty
- 3 Množninu tabulek s metadaty
  - SPATIAL\_REF\_SYS
  - GEOMETRY\_COLUMNS

### GEOMETRY\_COLUMNS

- `f_table_catalog`, `f_table_schema`, `f_table_name` – název katalogu (ponecháno prázdné, pojem převzat z Oracle), schéma (výchozí “public”) a tabulky
- `f_geometry_column` – název sloupce s geometrií
- `coord_dimension` – dimenze dat (2D, 3D, 4D)
- `srid` – identifikátor SRS pro danou tabulku (cizí klíč tabulky `SPATIAL_REF_SYS`)
- `type` – typ geometrie

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

SQLite

Na závěr

Příští přednáška



## PostgreSQL podporuje

- **B-Tree** – indexování dat podle jedné osy → nepoužitelné pro geografická (prostorová) data
  - **R-Tree** – vhodné pro indexování multidimenzionálních dat, jednotkou minimální ohraničující obdélník
  - **GiST** (Generalized Search Tree)
- 
- PostGIS od verze 0.6 používá GiST (schéma “R-tree-over-GiST”)
  - Implementace R-Tree v PostgreSQL není vhodná pro indexování geografických dat
    - Nelze indexovat prvky větší než 8K
    - GiST obchází tento limit indexováním minimálního ohraničujícího obdélníku (“bounding box”)
    - Sestavení R-Tree indexu může selhat na datech obsahující “null”

OGC Simple Features

Geometrické objekty

Prostorové vztahy

Prostorová analýza

Well Known Text/Binary

PostGIS

Open Simple Features for SQL

Prostorový index

Knihovny

Import/Export

MySQL

SQLite

Na závěr

Příští přednáška



## PROJ.4 — souřadnicové systémy

- Transformace mezi referenčními souřadnicovými systémy

## GEOS — geometrie

- Prostorové predikáty
  - `ST_Touches()`
  - `ST_Contains()`
  - `ST_Intersects()`
  - ...
- Prostorové operace
  - `ST_Buffer()`
  - `ST_Union()`
  - `ST_Difference()`
  - ...

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index

### Knihovny

Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška



## PROJ.4 — souřadnicové systémy

- Transformace mezi referenčními souřadnicovými systémy

## GEOS — geometrie

- Prostorové predikáty
  - `ST_Touches()`
  - `ST_Contains()`
  - `ST_Intersects()`
  - ...
- Prostorové operace
  - `ST_Buffer()`
  - `ST_Union()`
  - `ST_Difference()`
  - ...

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index

### Knihovny

Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška



## 1 SQL

```
INSERT INTO geonames(name, geom) VALUES \  
( 'Test', ST_GeomFromText('POINT (15 50)', 32767));
```

## 2 ESRI Shapefile

Import data into PostgreSQL

Export data from PostgreSQL

## 3 GDAL – ovladač PostgreSQL

```
ogr2ogr -f PostgreSQL PG:dbname=pgis_student cr.shp
```

### OGC Simple Features

- Geometrické objekty
- Prostorové vztahy
- Prostorová analýza
- Well Known Text/Binary

### PostGIS

- Open Simple Features for SQL
- Prostorový index
- Knihovny

### Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška



## 1 SQL

```
INSERT INTO geonames(name, geom) VALUES \  
( 'Test', ST_GeomFromText('POINT (15 50)', 32767));
```

## 2 ESRI Shapefile

- Import dat shp2pgsql
  - Konverze ESRI Shapefile vrstev do PostGIS tabulek
- Export dat pgsq12shp
  - Konverze PostGIS tabulek / dotazů do formátu ESRI Shapefile

## 3 GDAL – ovladač PostgreSQL

```
ogr2ogr -f PostgreSQL PG:dbname=pgis_student cr.shp
```

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny

### Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška





## 1 SQL

```
INSERT INTO geonames(name, geom) VALUES \  
( 'Test', ST_GeomFromText('POINT (15 50)', 32767));
```

## 2 ESRI Shapefile

- Import dat `shp2pgsql`
  - Konverze ESRI Shapefile vrstev do PostGIS tabulek
- Export dat `pgsql2shp`
  - Konverze PostGIS tabulek / dotazů do formátu ESRI Shapefile

## 3 GDAL – ovladač PostgreSQL

```
ogr2ogr -f PostgreSQL PG:dbname=pgis_student cr.shp
```

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for  
SQL  
Prostorový index  
Knihovny

### Import/Export

### MySQL

### SQLite

### Na závěr

### Příští přednáška



## 1 OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

## 2 PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

## 3 MySQL

### MySQL

## 4 SQLite

### SQLite

## 5 Na závěr

### Na závěr

### Příští přednáška



<http://dev.mysql.com>

## MySQL

- Multiplatformní relační databázový systém
- Vyvíjený společností MySQL AB (později součást Sun Microsystems, nyní **Oracle**)
- Dualní licencování (komerční × GNU GPL)
- **Prostorové rozšíření** pro MySQL 5.5
  - <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/spatial-extensions.html>
  - Implementace OGC Simple Feature (for SQL)
  - Knihovna **GDAL** obsahuje **ovladač** pro MySQL

<http://cs.wikipedia.org/wiki/MySQL>



### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

#### SQLite

Na závěr

Příští přednáška



## 1 OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

## 2 PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

## 3 MySQL

### MySQL

## 4 SQLite

### SQLite

## 5 Na závěr

Na závěr

Příští přednáška



<http://www.sqlite.org>

## SQLite

- Relační databázový systém
- Nepoužívá architekturu server-klient
- Knihovna v C, public domain
- Databáze uloženy jako soubory na disku
- Prostorové rozlišení **Spatialite** (vektorová data)
- Prostorové rozlišení **RasterLite** (rastrová data)
- **OGC GeoPackage**

<http://cs.wikipedia.org/wiki/SQLite>



### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

Na závěr

Příští přednáška



- 1 OGC Simple Features**
  - Geometrické objekty
  - Prostorové vztahy
  - Prostorová analýza
  - Well Known Text/Binary
- 2 PostGIS**
  - Open Simple Features for SQL
  - Prostorový index
  - Knihovny
  - Import/Export
- 3 MySQL**
- 4 SQLite**
- 5 Na závěr**

## OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

## PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

## MySQL

## SQLite

## Na závěr

Příští přednáška

# Na závěr

- GeoCough
- MongoDB
- Rasdaman
- ...



## OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

## PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

## MySQL

## SQLite

## Na závěr

Příští přednáška



## Knihovna GDAL a PROJ4

- GDAL
  - Podporované formáty
  - Abstraktní model
  - Nástroje, praktické příklady
  - Programování, C/C++, rozhraní pro Python
- PROJ.4
  - Charakteristika
  - Nástroje
  - Projekty používající knihovnu PROJ.4

### OGC Simple Features

Geometrické objekty  
Prostorové vztahy  
Prostorová analýza  
Well Known Text/Binary

### PostGIS

Open Simple Features for SQL  
Prostorový index  
Knihovny  
Import/Export

### MySQL

### SQLite

Na závěr

Příští přednáška