



Přednáška 3

Geodatabáze

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

155YFSG Free software GIS, letní semestr 2018-2019

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/155YFSG>



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 © 2008-2019 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

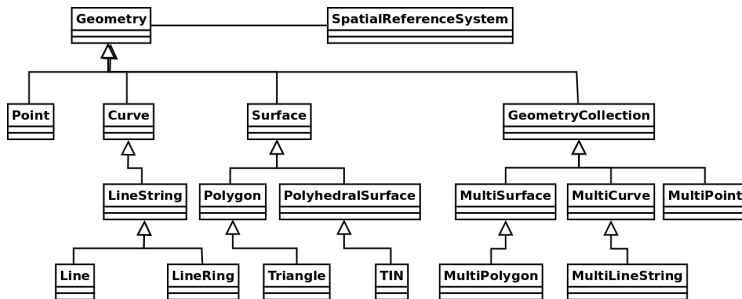
Open Simple Features for SQL
Prostorový index
Knihovny
Import/Export

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 nepřetíná
 - 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

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 nepřetíná
 - 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(), IsClosed(), IsRing()

- 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
 - `Length()`, `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

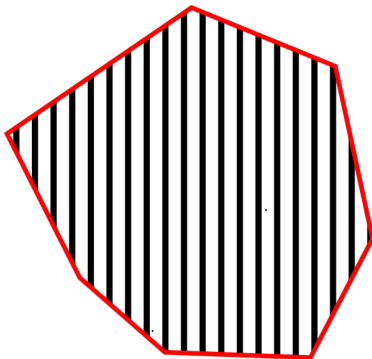
SQLite

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 ()

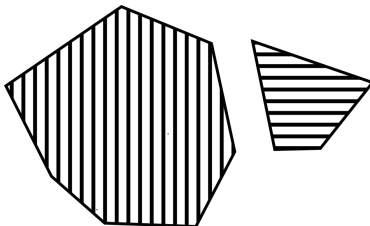


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



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 ()

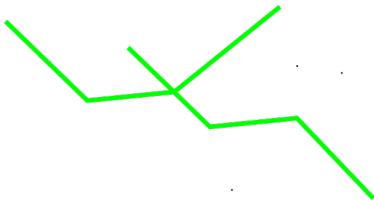


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



Určení prostorového vztahu prvků

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

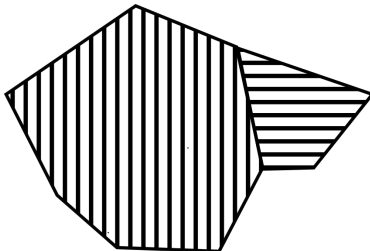


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



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 ()

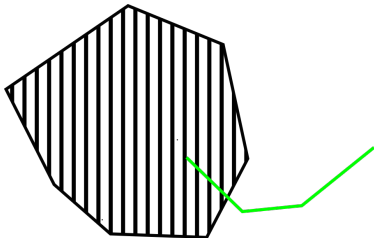


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



Určení prostorového vztahu prvků

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

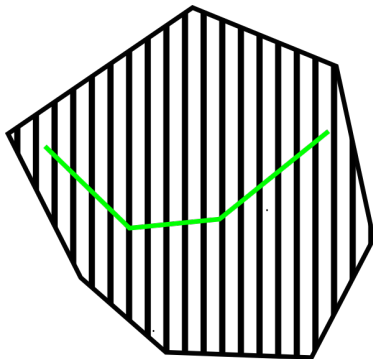


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



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()

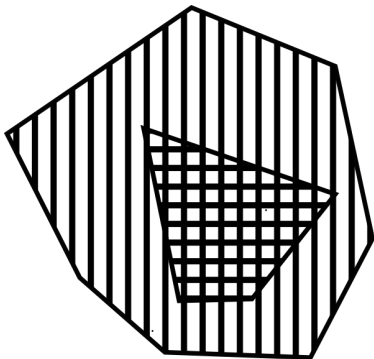


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



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()

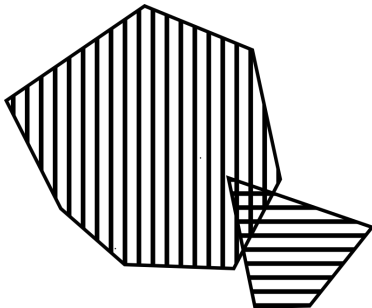


<http://geo.fsv.cvut.cz/~gin/uzpd/uzpd-02-de-9im.pdf>



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()

<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



Well Known Text

- Značkovací 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 49.3683994889178)  
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

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

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)
- `srttext` – 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 for SQL” definuje

- 1 Typy geografických objektů
- 2 Funkce pro manipulaci s objekty
- 3 Množninu tabulek s metadaty
 - SPATIAL_REF_SYS
 - GEOMETRY_COLUMNS

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

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



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

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

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

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 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>



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

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>



- 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

- 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