



## Přednáška 5

# PostGIS Topology

## Topologická správa vektorových dat v geodatabázi PostGIS

155UZPD Úvod do zpracování prostorových dat, zimní semestr 2018-2019

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým  
modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie

Martin Landa

`martin.landa@fsv.cvut.cz`

Fakulta stavební ČVUT v Praze  
Katedra geomatiky

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



[Simple Features](#)

[Datové modely](#)

[PostGIS Topology](#)

[Topologická primitiva](#)

[Porovnání s datovým modelem GRASS GIS](#)

[Datový typ TopoGeometry](#)

[Schéma topology](#)

Copyright © 2009-2018 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 Simple Features

## 2 Datové modely PostGIS Topology

## 3 Topologická primitiva

## 4 Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

## 5 Datový typ TopoGeometry

## 6 Schéma topology

### Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým  
modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

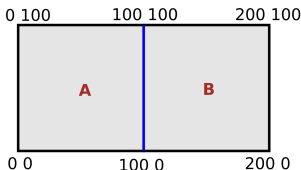
Schéma topology



## Simple Features

- PostGIS implementuje specifikaci **OGC Simple Features for SQL**
- Modeluje objekty jako jednoduché geoprvky (simple features), tj. bez topologického pohledu na vektorová data

Příklad:



```
1 polygon | geometrie (WKT)
2 -----|-----
3 A | POLYGON((100 0,0 0,0 100,100 100,100 0))
4 B | POLYGON((100 0,100 100,200 100,200 0,100 0))
```

### Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ

TopoGeometry

Schéma topologie



1 Simple Features

Simple Features

2 **Datové modely**  
PostGIS Topology

**Datové modely**

PostGIS Topology

3 Topologická primitiva

Topologická primitiva

4 Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

5 Datový typ TopoGeometry

Datový typ  
TopoGeometry

6 Schéma topology

Schéma topology



Simple Features

Datové modely

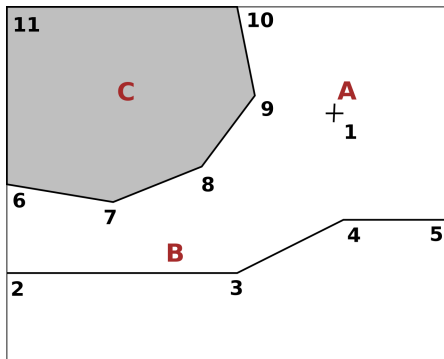
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



Příklad vektorového modelu v GIS:  
reprezentace objektů bodem (A), linií (B) a polygonem (C)



Simple Features

Datové modely

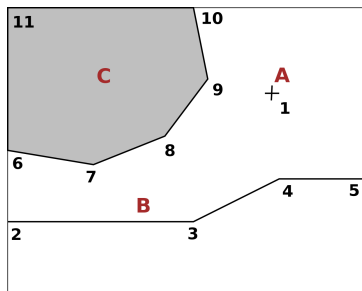
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



Špagetový model

```
A, 1      # identifikátor bodu, počet vrcholů  
x1, y1    # souřadnice bodu (bod 1)  
B, 4      # identifikátor linie, počet vrcholů  
x2, y2    # souřadnice lomových bodů linie (2-5)  
x3, y3, x4, y4, x5, y5  
C, 6      # identifikátor polygonu, počet vrcholů  
x6, y6    # souřadnice lomových bodů polygonu (6-11)  
x7, y7, x8, y8, x9, y9, x10, y10, x11, y11
```



Simple Features

Datové modely

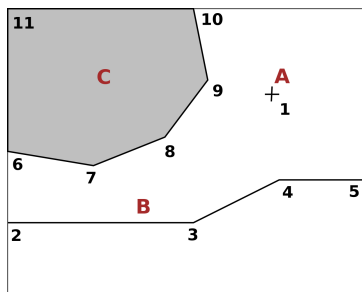
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



## Seznam lomových bodů

```
# seznam vrcholů a jejich souřadnic
```

```
1, x1, y1
```

```
2, x2, y2
```

```
...
```

```
11, x11, y11
```

```
# seznam vektorových objektů a jejich vrcholů
```

```
bod A: 1
```

```
linie B: 2, 3, 4, 5
```

```
polygon C: 6, 7, 8, 9, 10, 11
```





Simple Features

**Datové modely**

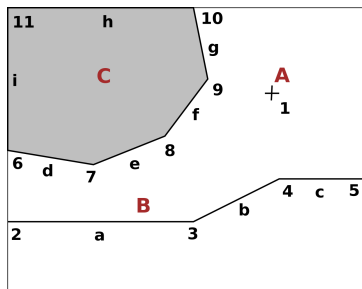
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



## Dual Independent Map Encoding

```
# seznam lomových bodů a jejich souřadnic  
1, x1, y1  
2, x2, y2  
...  
11, x11, y11
```



Simple Features

Datové modely

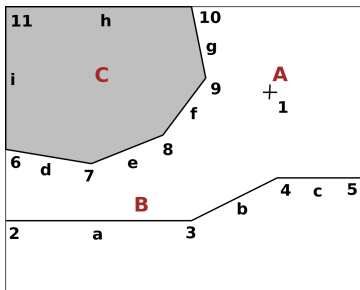
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topology



## Dual Independent Map Encoding

#	hrana,	plocha napravo,	plocha nalevo,	počáteční uzel,	koncový uzel
a	,	,	,	1	2
b	,	,	,	2	4
c	,	,	,	4	5
d	,	,	C	6	7
e	,	,	C	7	8
f	,	,	C	8	9
g	,	,	C	9	10
h	,	,	C	10	11
i	,	,	C	11	6



Simple Features

Datové modely

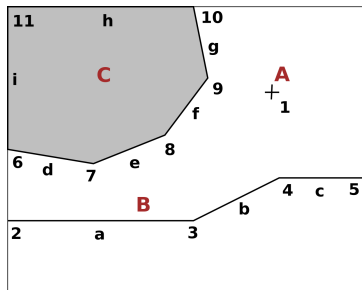
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



## Dual Independent Map Encoding

```
# plocha: seznam hran formující hranici plochy  
C      : d, e, f, g, h, i
```

# Datové modely pro vektorová data



Simple Features

Datové modely

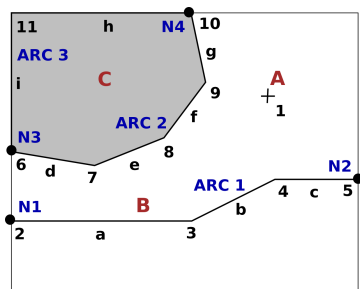
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



## Node-Arc-Area

```
# souřadnice lomových bodů (arcs)
arc, počáteční uzel, lomové body, koncový uzel
1, x2 y2, x3 y3 x4 y4, x5 y5
2, x6 y6, x7 y7 x8 y8 x9 y9, x10 y10
3, x10 y10, x11 y11, x6 y6
```

# Datové modely pro vektorová data



Simple Features

Datové modely

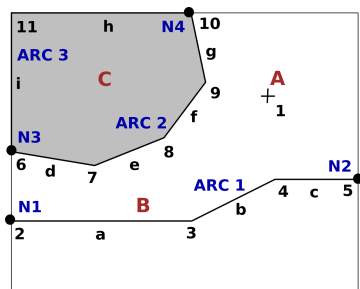
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



Node-Arc-Area

# topologie hran

arc, počáteční uzel, koncový uzel, plocha napravo, plocha nalevo

1	,	2	,	5	,		,
2	,	6	,	10	,	C	,
3	,	10	,	6	,	C	,

# Datové modely pro vektorová data



Simple Features

Datové modely

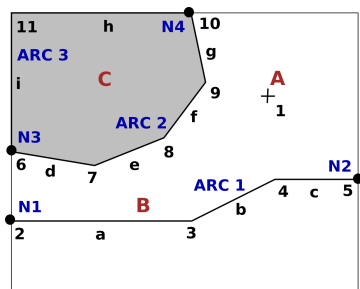
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



Node-Arc-Area

```
# topologie ploch  
plocha, seznam hran formující hranici  
C      , 2 3
```

# Datové modely pro vektorová data



Simple Features

Datové modely

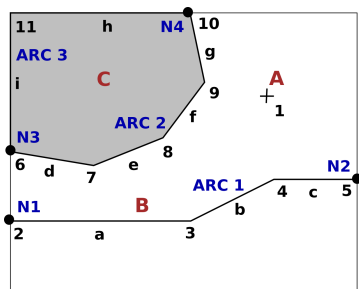
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



Node-Arc-Area

```
# topologie uzlů
uzel, seznam navazujících hran
1 , 1
2 , 1
3 , 2 3
4 , 2 3
```



## Rozšíření pro topologickou správu vektorových dat

PostGIS Topology – součástí PostGISu od verze 2.0

- Datový model Topo-Geo z technické normy SQL/MM (ISO 13249-3:2006, viz [koncept](#))
- Topologická primitiva
  - uzly (nodes) — N1, N2
  - hrany (edges) — E1, E2, E3
  - stěny (faces) — F1, F2

Simple Features

Datové modely

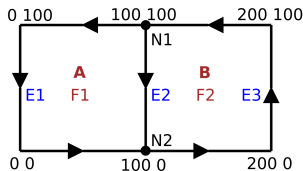
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



<http://postgis.net/docs/Topology.html>





1 Simple Features

Simple Features

2 Datové modely  
PostGIS Topology

Datové modely

PostGIS Topology

**3 Topologická primitiva**

**Topologická primitiva**

Porovnání s datovým  
modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topology

4 Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

5 Datový typ TopoGeometry

6 Schéma topology



## Topologická primitiva

- **Nodes (uzly)**
- Edges (hrany)
- Faces (stěny)

[Simple Features](#)

[Datové modely](#)

[PostGIS Topology](#)

[Topologická primitiva](#)

[Porovnání s datovým modelem GRASS GIS](#)

[Datový typ TopoGeometry](#)

[Schéma topologie](#)

## Relace 'Node'

- `node_id` integer PRIMARY KEY
- `containing_face` integer REFERENCES `Face.face_id`
- `geom` geometry (Point)



## Topologická primitiva

- Nodes (uzly)
- **Edges (hrany)**
- Faces (stěny)

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topology

## Relace 'Edge'

- `edge_id` integer PRIMARY KEY
- `start_node` integer REFERENCES `Node.node_id`
- `end_node` integer REFERENCES `Node.node_id`
- `next_left_edge` integer REFERENCES `abs(Edge.edge_id)`
- `next_right_edge` integer REFERENCES `abs(Edge.edge_id)`
- `left_face` integer REFERENCES `Face.face_id`
- `right_face` integer REFERENCES `Face.face_id`
- `geom` geometry (LineString)



## Topologická primitiva

- Nodes (uzly)
- Edges (hrany)
- **Faces (stěny)**

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topology

## Relace 'Face'

- `face_id` integer PRIMARY KEY
- `mbr` geometry (může být prázdná)



1 Simple Features

Simple Features

2 Datové modely  
PostGIS Topology

Datové modely

PostGIS Topology

3 Topologická primitiva

Topologická primitiva

4 Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Porovnání s datovým  
modelem GRASS GIS

5 Datový typ TopoGeometry

Datový typ  
TopoGeometry

6 Schéma topology

Schéma topology

# Porovnání topologických modelů PostGIS × GRASS



Simple Features

Datové modely

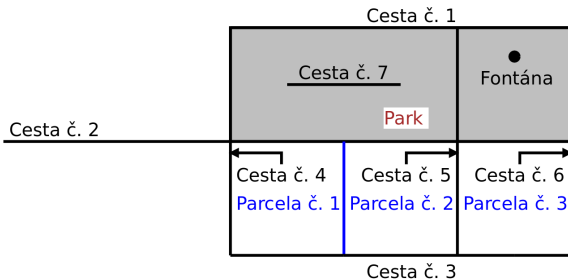
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



Příklad modelování reálných objektů v GIS

# Porovnání topologických modelů PostGIS × GRASS



Simple Features

Datové modely

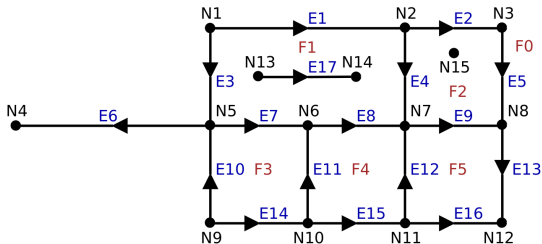
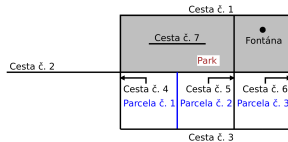
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



15 uzlů (N1..N15)  
17 hran (E1..E17)  
6 stěn (F0..F5)

Příklad modelování reálných objektů v topologického modelu  
Topo-Geo

# Porovnání topologických modelů PostGIS × GRASS



Simple Features

Datové modely

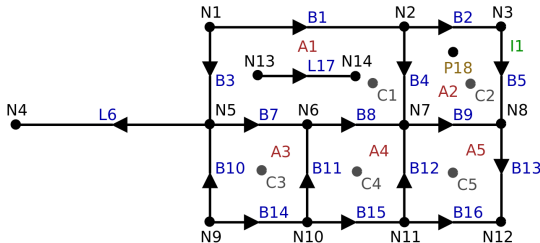
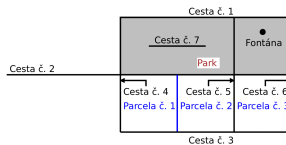
PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



14 uzlů  
2 linie  
1 bod  
15 hranic

5 centroidů  
5 ploch  
1 ostrov

(N1..N14)  
(L6,L17)  
(P18)  
(B1..B5,  
B7..B16)

Příklad topologického modelu GRASS GIS





1 Simple Features

Simple Features

2 Datové modely  
PostGIS Topology

Datové modely

PostGIS Topology

3 Topologická primitiva

Topologická primitiva

4 Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

5 **Datový typ TopoGeometry**

Datový typ  
TopoGeometry

6 Schéma topology

Schéma topology



## Datový typ TopoGeometry

Reprezentuje geometrii definovanou topologickými primitivami

- 1 Objekty definované topologickými primitivami (uzel, hrana, stěna)
- 2 *Hierarchické* TopoGeometry objekty, které jsou tvořeny dalšími TopoGeometry objekty

### Atributy:

- `topology_id` integer
- `layer_id` integer
- `id` integer
- `type` integer

[Simple Features](#)

[Datové modely](#)

[PostGIS Topology](#)

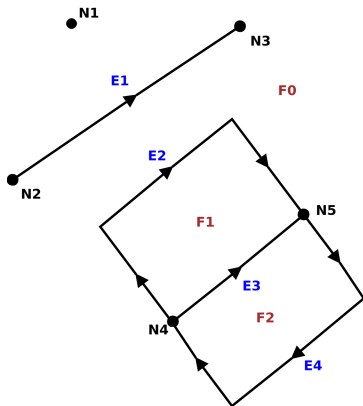
[Topologická primitiva](#)

[Porovnání s datovým modelem GRASS GIS](#)

[Datový typ TopoGeometry](#)

[Schéma topologie](#)

# Topologická správa vektorových dat



## Uzly:

node_id	containing_face	geom
N1		POINT( $x_{N1}$ , $y_{N1}$ )
N2		POINT( $x_{N2}$ , $y_{N2}$ )
N3		POINT( $x_{N3}$ , $y_{N3}$ )
N4		POINT( $x_{N4}$ , $y_{N4}$ )
N5		POINT( $x_{N5}$ , $y_{N5}$ )

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

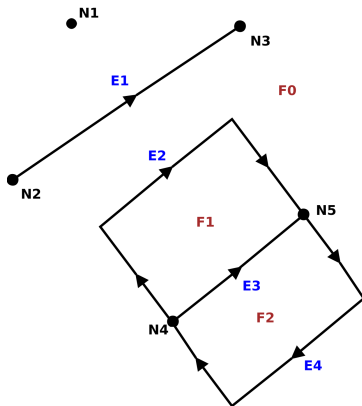
Topologická primitiva

Porovnání s datovým  
modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie

# Topologická správa vektorových dat



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

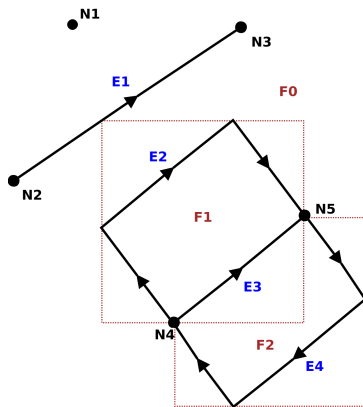
Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie

## Hrany:

edge_id	start_node	end_node	next_left_edge	next_right_edge	left_face	right_face	geom
1	N2	N3	-E1	E1	F0	F0	LINSTRING(...)
2	N4	N5	-E3	E3	F0	F1	LINSTRING(...)
3	N4	N5	-E2	E2	F1	F2	LINSTRING(...)
4	N5	N4	E2	-E2	F0	F2	LINSTRING(...)

# Topologická správa vektorových dat



## Stěny:

face_id	geom
F0*	NULL
F1	Box2D(...)
F2	Box2D(...)

\*... „universal face“

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým  
modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



## Objekty TopoGeometry (topology\_id<sup>1</sup>, layer\_id<sup>2</sup>, id<sup>3</sup>, type<sup>4</sup>):

fid	label	topo
1	bod	(1,1,1,1)
2	linie	(1,1,1,2)
3	polygon	(1,1,1,3)
4	polygon	(1,1,2,3)

1	...	odkaz na relaci topology	
2	...	odkaz na relaci layer	
3	...	odkaz na relaci relation	
4	...	typ elementu	
	1	...	uzel
	2	...	hrana
	3	...	stěna

[Simple Features](#)[Datové modely](#)[PostGIS Topology](#)[Topologická primitiva](#)[Porovnání s datovým modelem GRASS GIS](#)[Datový typ TopoGeometry](#)[Schéma topology](#)

## Relace Relation:

topogeo_id	layer_id	element_id	element_type
1	1	1	1
1	1	1	2
1	1	1	3
2	1	2	3

topogeo_id	...	odkaz na TopoGeo objekt
layer_id	...	odkaz na relaci layer
element_id	...	odkaz na relaci node, edge nebo face
element_type	...	typ elementu



1 Simple Features

Simple Features

2 Datové modely  
PostGIS Topology

Datové modely

PostGIS Topology

3 Topologická primitiva

Topologická primitiva

4 Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Porovnání s datovým  
modelem GRASS GIS

5 Datový typ TopoGeometry

Datový typ  
TopoGeometry

6 Schéma topology

Schéma topology



## Nahrání datových typů a funkcí PostGIS Topology

```
CREATE EXTENSION postgis_topology;
```

### Relace ve schématu „topology“

- 1 Relace topology
- 2 Relace layer

```
1 id          | 1
2 name       | topo_test
3 srid       | 0
4 precision  | 0
5 hasz      | f
```

[Simple Features](#)

[Datové modely](#)

[PostGIS Topology](#)

[Topologická primitiva](#)

[Porovnání s datovým modelem GRASS GIS](#)

[Datový typ TopoGeometry](#)

[Schéma topology](#)





Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topology

## Tabulky ve schématu „topology“

① Relace topology

② Relace layer

```
1 topology_id | 1
2 layer_id    | 1
3 schema_name | public
4 table_name  | topo_test
5 feature_column | topo
6 feature_type | 3
7 level      | 0
8 child_id   |
```



- Nové topologické schéma registruje funkce `CreateTopology()`
- Topologická vrstva se vytváří pomocí funkce `AddTopoGeometryColumn()`
  - Pokud není specifikován `child_layer` bude vrstva obsahovat jednoduché TopoGeometry objekty
- Objekty TopoGeometry se vytvářejí pomocí funkce `CreateTopoGeom()`

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

Topologická primitiva

Porovnání s datovým  
modelem GRASS GIS

Datový typ  
TopoGeometry

Schéma topologie

Další informace a praktické ukázky:

- [http://freegis.fsv.cvut.cz/gwiki/PostGIS\\_Topology](http://freegis.fsv.cvut.cz/gwiki/PostGIS_Topology)
- [http://training.gismentors.eu/postgis-pokrocily/kapitoly/8\\_topologie.html](http://training.gismentors.eu/postgis-pokrocily/kapitoly/8_topologie.html)