



Přednáška 7

# PostGIS Topology

Topologická správa vektorových dat v geodatabázi PostGIS

155UZPR Úvod do zpracování prostorových dat, zimní semestr 2023-2024

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ

TopoGeometry

Martin Landa

`martin.landa@fsv.cvut.cz`

Fakulta stavební ČVUT v Praze  
Katedra geomatiky

<https://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/155UZPR>



[Simple Features](#)

[Datové modely](#)

PostGIS Topology

GRASS GIS

[Topologická primitiva](#)

[Schéma topology](#)

[Datový typ](#)

[TopoGeometry](#)

Copyright © 2009-2023 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 GRASS GIS

## 3 Topologická primitiva

## 4 Schéma topology

## 5 Datový typ TopoGeometry

### Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

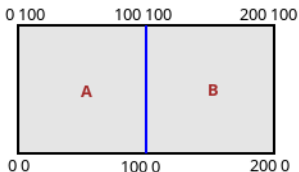
TopoGeometry



## Simple Features

- PostGIS implementuje specifikaci **OGC Simple Features for SQL** (viz přednáška)
- 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 0))
4 B | POLYGON((100 0,100 100,200 100,200 0,100 0))
```

### Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology  
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ  
TopoGeometry



## 1 Simple Features

## 2 **Datové modely** PostGIS Topology GRASS GIS

## 3 Topologická primitiva

## 4 Schéma topology

## 5 Datový typ TopoGeometry

Simple Features

**Datové modely**

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

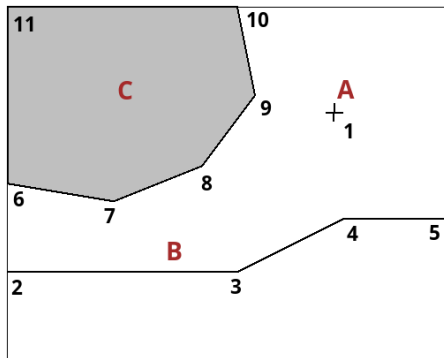
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ

TopoGeometry



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



Simple Features

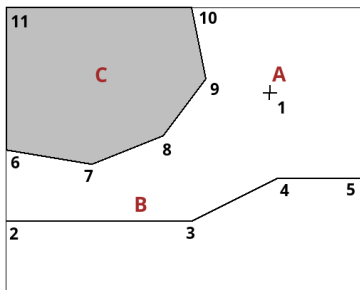
Datové modely

PostGIS Topology  
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ  
TopoGeometry



Špagetový model

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



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

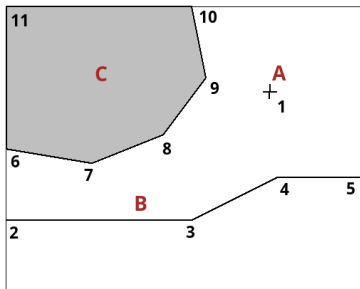
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ

TopoGeometry



## Seznam lomových bodů

```
# seznam lomových bodů a jejich souřadnic
```

```
1,  x1, y1
```

```
2,  x2, y2
```

```
...
```

```
11, x11, y11
```

```
# seznam vektorových objektů a jejich lomových bodů
```

```
bod      A: 1
```

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

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





Simple Features

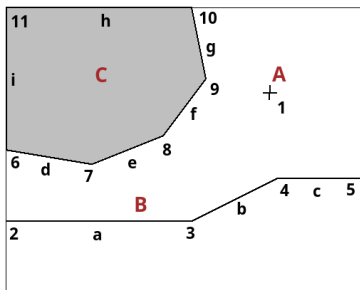
Datové modely

PostGIS Topology  
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ  
TopoGeometry



## Dual Independent Map Encoding (DIME)

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



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

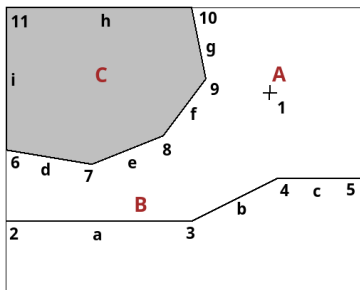
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry



## Dual Independent Map Encoding (DIME)

#	hrana,	plocha napravo,	plocha nalevo,	počáteční uzel,	koncový uzel
a	,	,	,	2	3
b	,	,	,	3	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

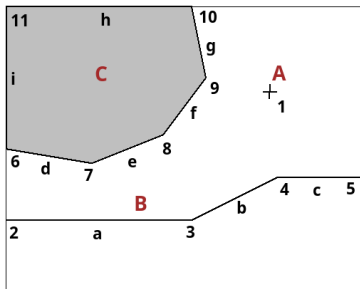
Datové modely

PostGIS Topology  
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ  
TopoGeometry



## Dual Independent Map Encoding (DIME)

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

# Datové modely pro vektorová data



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

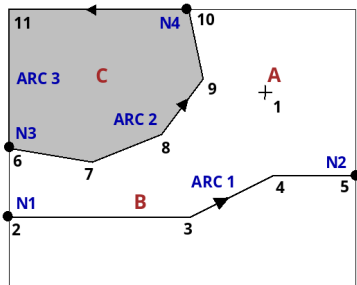
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

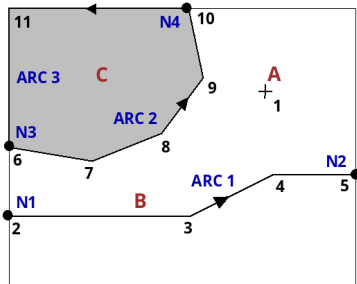
TopoGeometry



Node-Arc-Area (NAA)

```
# uzly (nodes)
node, souřadnice
N1 , x2 y2
N2 , x5 y5
N3 , x6 y6
N4 , x10 y10
```

# Datové modely pro vektorová data



**Node-Arc-Area (NAA)**

```
# topologie hran (arcs)
arc , počáteční uzel, koncový uzel, plocha napravo, plocha nalevo
ARC1, N1           , N2           ,           ,
ARC2, N3           , N4           ,           , C
ARC3, N4           , N3           ,           , C
```

# Datové modely pro vektorová data



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

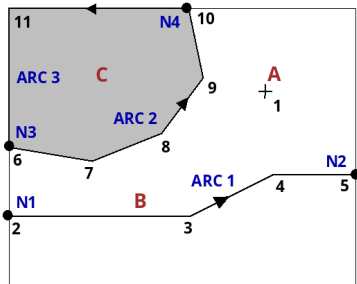
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry



**Node-Arc-Area (NAA)**

```
# topologie ploch (areas)
plocha, seznam hran formující hranici plochy
C      , ARC2 ARC3
```

# Datové modely pro vektorová data



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

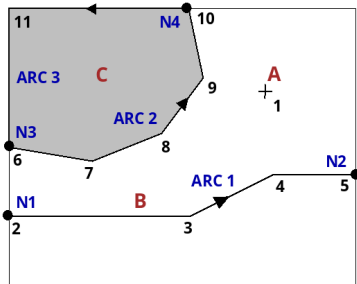
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry



Node-Arc-Area (NAA)

```
# topologie uzlů (nodes)
uzel, seznam navazujících hran
N1 , ARC1
N2 , ARC1
N3 , ARC2 ARC3
N4 , ARC2 ARC3
```



## 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](#)

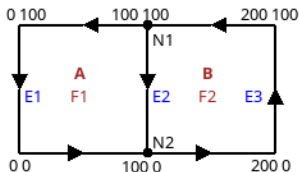
[PostGIS Topology](#)

[GRASS GIS](#)

[Topologická primitiva](#)

[Schéma topologie](#)

[Datový typ  
TopoGeometry](#)



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





Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

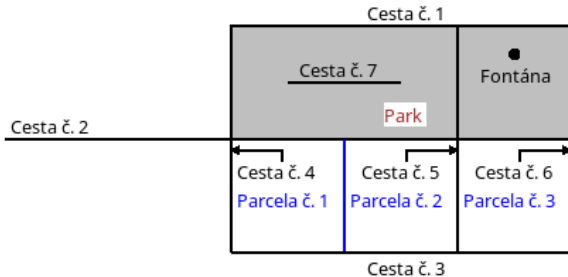
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ

TopoGeometry



Příklad modelování reálných objektů v GIS

# Porovnání topologických modelů PostGIS × GRASS



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

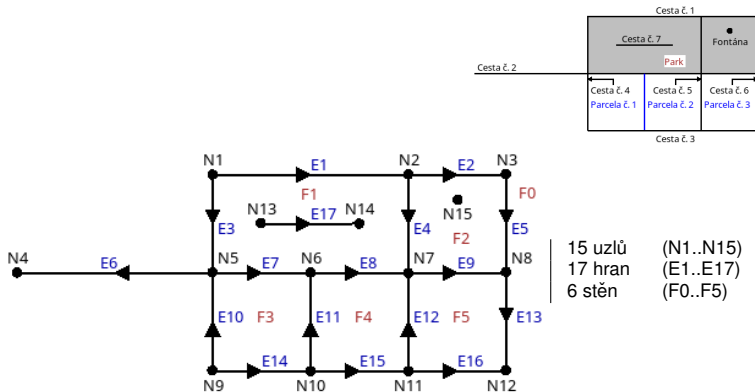
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry



Příklad modelování reálných objektů v topologického modelu  
Topo-Geo

# Porovnání topologických modelů PostGIS × GRASS



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

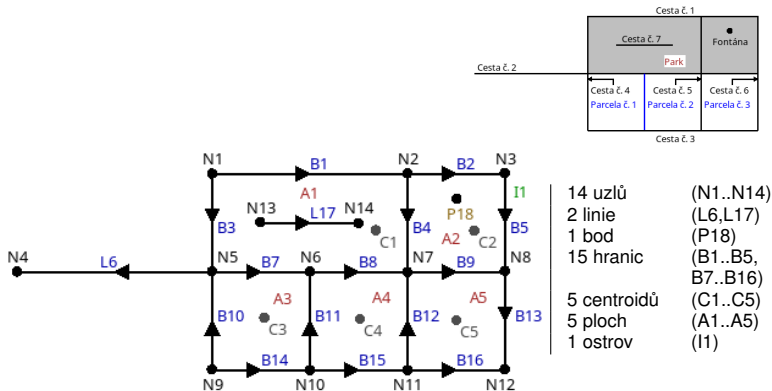
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ

TopoGeometry



Příklad topologického modelu GRASS GIS



## 1 Simple Features

Simple Features

## 2 Datové modely PostGIS Topology GRASS GIS

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

## 3 Topologická primitiva

Schéma topology

## 4 Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry

## 5 Datový typ TopoGeometry



## Topologická primitiva

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

[Simple Features](#)

[Datové modely](#)

[PostGIS Topology](#)

[GRASS GIS](#)

**[Topologická primitiva](#)**

[Schéma topologie](#)

[Datový typ  
TopoGeometry](#)

## Relace 'Node'

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



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ  
TopoGeometry

## Topologická primitiva

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

## 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

GRASS GIS

[Topologická primitiva](#)

[Schéma toplogy](#)

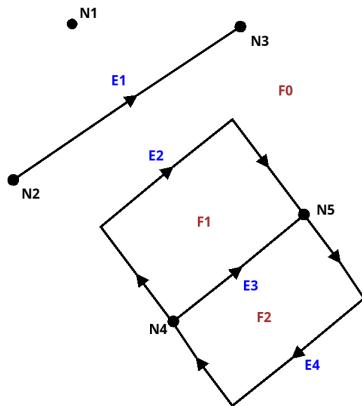
[Datový typ](#)

[TopoGeometry](#)

## Relace 'Face'

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

# Topologická primitiva



## 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

GRASS GIS

Topologická primitiva

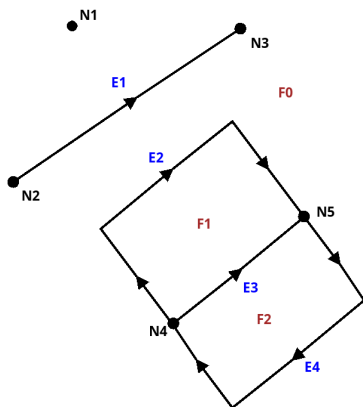
Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry



# Topologická primitiva



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

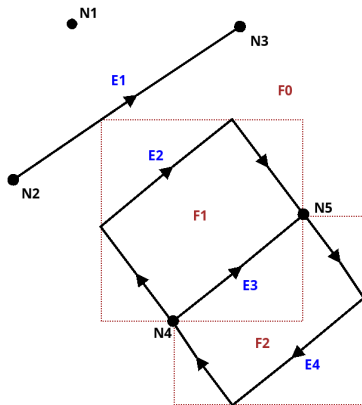
Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry

## 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(...)



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ

TopoGeometry

## Stěny:

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

\*... „universal face“



- 1 Simple Features
- 2 Datové modely  
PostGIS Topology  
GRASS GIS
- 3 Topologická primitiva
- 4 Schéma topology
- 5 Datový typ TopoGeometry

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry



## 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](#)  
[GRASS GIS](#)

[Topologická primitiva](#)

[Schéma topology](#)

[Datový typ](#)  
[TopoGeometry](#)



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry

## 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   |
```



Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology  
GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topologie

Datový typ  
TopoGeometry

- 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()` nebo `toTopoGeom()`



- 1 Simple Features
- 2 Datové modely  
PostGIS Topology  
GRASS GIS
- 3 Topologická primitiva
- 4 Schéma topology
- 5 Datový typ TopoGeometry

Simple Features

Datové modely

PostGIS Topology

GRASS GIS

Topologická primitiva

Schéma topology

Datový typ

TopoGeometry



## 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  
GRASS GIS

[Topologická primitiva](#)

[Schéma topologie](#)

[Datový typ  
TopoGeometry](#)





## 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](#)  
[GRASS GIS](#)[Topologická primitiva](#)[Schéma topology](#)[Datový typ  
TopoGeometry](#)

## 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