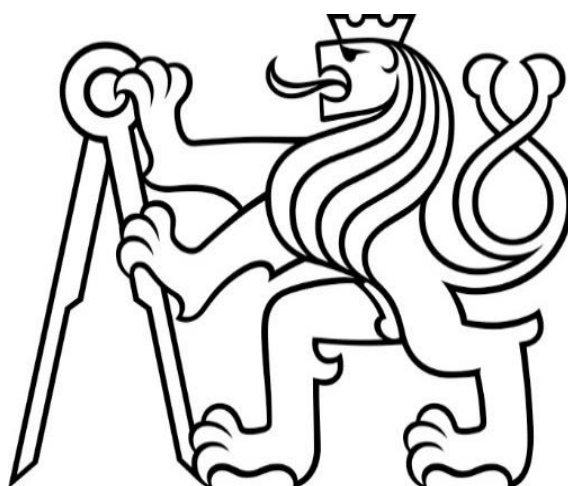


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

STUDIJNÍ OBOR GEOMATIKA



ÚVOD DO ZPRACOVÁNÍ PROSTROVÝCH DAT

SEMESTRÁLNÍ PROJEKT

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. MARTIN LANDA, Ph.D.

KATEDRA GEOMATIKY

SKUPINA D20

Bc. TOMÁŠ BOUČEK

Bc. EVA FROMMELTOVÁ

Bc. LUCIE HNILICOVÁ

ZIMNÍ SEMESTR 2019/2020

Obsah

1 Zadání	3
2 Úvod	3
3 Použitý software.....	4
3.1 PostGIS	4
3.2 QGIS.....	4
4 Zdroje dat	4
4.1 Open Street Map.....	4
5 Pracovní postup.....	5
5.1 Příprava dat	5
5.2 Vytvoření obalových vrstev	6
5.4 Tvorba masky	7
6 Závěr	10
Zdroje	12
Seznam obrázků	13

1 Zadání

Z dostupných dat z Open Street Map (OSM) vyberte prvky obsahující budovy (Building – polygon), silnice (Highway – line) a železnice (Railway – line). Dále vyberte dlaždici z družice Sentinel-2 MGRS na území ČR – Praha.

Vytvořte obalovou zónu kolem všech vybraných prvků s rozsahy:

- silnice první a druhé třídy – 3 m
- dálnice a rychlostní silnice – 10 m
- železnice – 5 m.

Pro dané prvky a vybranou dlaždici vytvořte rastrovou masku zástavby s hodnotami pokrytí (0-100 %) s rozlišením 30 m.

2 Úvod

Pro zpracování semestrálního projektu z předmětu Úvod do zpracování prostorových dat bylo vybráno téma s názvem OSM/LUCAS. Cílem projektu bylo určit procentuální zastoupení zastavěné plochy v jednotlivých pixelech v dlaždici o velikosti jedné scény z družice SENTINEL-2 MGRS.

LUCAS je zkratka pro Land Use and Coverage Area frame Survey, neboli pro průzkum využití území a pokrytí. Využívá se pro zjištění změn v Evropské unii ve využívání půdy a v krajinném pokrytí. Shromažďují informace o krajinném pokryvu, využití krajiny a parametry prostředí spojené s jednotlivými zkoumanými body. [1]

3 Použitý software

3.1 PostGIS

PostGIS je open source software, který slouží jako nadstavba pro objektově-relační databázový systém *PostgreSQL* pomocí jazyka *SQL*. Tato nadstavba přidává podporu pro geografické objekty – tzv. geoprvky. Umožňuje tyto prvky spravovat, manipulovat s nimi a provádět nad nimi analýzy. PostGIS je podporován mnoha programy, mimo jiné i programem *QGIS*, v jehož prostředí byl projekt vytvořen. [2,3]

3.2 QGIS

QGIS je multiplatformní geografický informační systém a je publikován pod všeobecnou licencí GNU GPL. Je vyvíjen jako Open Source systém. V dnešní době již existuje spousta zásuvných modulů s naimplementovanými často používanými funkcemi. [3]

4 Zdroje dat

Pro práci byla využita data z volně dostupných zdrojů, a to z dat OSM – Open Street Map. Dále byla využita dlaždice odpovídající jedné scéně z družice Sentinel-2 MGRS.

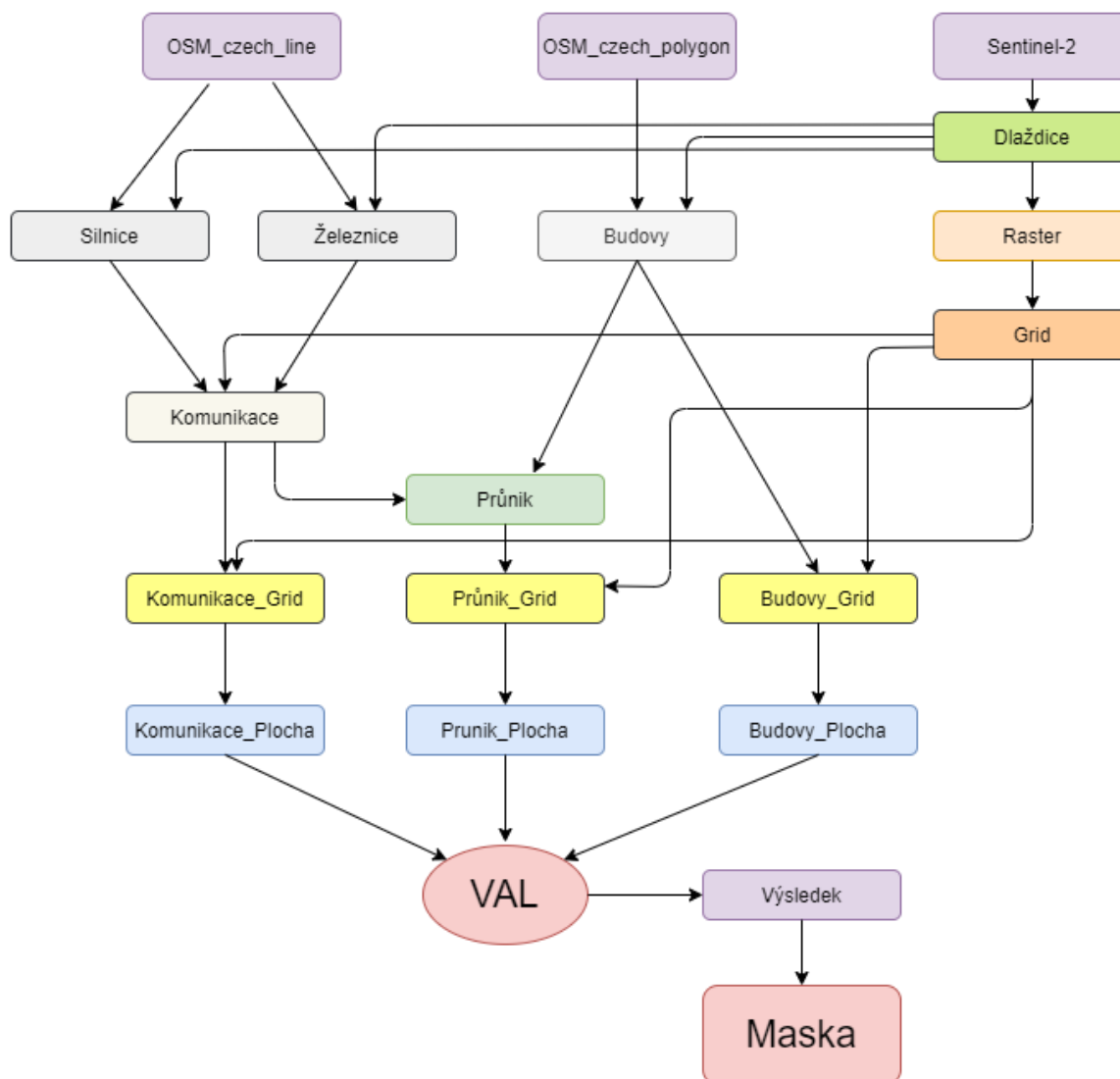
4.1 Open Street Map

Open Street Map je projekt s cílem vytvořit volně dostupná geografická data a vizualizovat je do podoby topografických map. Tento projekt vzniká na základech kolektivní spolupráce komunity a klade důraz na místní znalost, kde přispěvatelé využívají letecké snímky, GPS přístroje a klasické mapy pro ověření správnosti a aktuálnosti dat v OSM. Data jsou volně přístupná za podmínky uvedení autorství Open Street Map. [4]

5 Pracovní postup

Pracovní postup shrnuje následující schéma.

Schéma pracovního postupu



Obrázek 1: Schéma pracovního postupu

5.1 Příprava dat

Nejprve byla vybrána jedna dlaždice z vrstvy *sentinel2_tiles*, která obsahuje území hlavního města Prahy. Dlaždici bylo nutné transformovat do souřadnicového systému, ve kterém jsou data z OSM.

Z dat OSM, které byly k dispozici na serveru *geo102.fsv.cvut.cz*, byly vybrány silnice, železnice a budovy. Pro silnice byly vybrány z vrstvy *czech_line* z atributu *highway* tagy

'motorway', 'motorway_link', 'trunk', 'trunk_link', 'primary', 'primary_link', 'secondary', 'secondary_link' a pro železnice z atributu railway tagy 'rail', 'light_rail'. [5]

Pro budovy byly vybrány tagy 'bungalow', 'cabin', 'detached', 'dormitory', 'farm', 'hotel', 'house', 'residential', 'semidetached_house', 'terrace', 'commercial', 'industrial', 'office', 'retail', 'supermarket', 'warehouse', 'cathedral', 'chapel', 'church', 'mosque', 'religious', 'synagogue', 'temple', 'bakehouse', 'civic', 'fire_station', 'government', 'hospital', 'kindergarten', 'public', 'school', 'train_station', 'transportation', 'university', 'barn', 'conservatory', 'cowshed', 'farm_auxiliary', 'stable', 'sty', 'grandstand', 'pavilion', 'riding_hall', 'sports_hall', 'hangar', 'garage', 'garages', 'parking', 'service', 'transformer_tower', 'water_tower', 'bunker' z vrstvy czech_polygon z atributu building.[5]

Vrstvy byly oříznuty zadanou dlaždicí. Upravená data byla uložena do nové tabulky. Tabulkám byl vytvořen prostorový index nad sloupcem, který obsahuje geometrii.

```
CREATE TABLE zeleznice AS
(
WITH zeleznice AS
(
SELECT * FROM osm.czech_line WHERE railway IN ('rail', 'light_rail')
)
SELECT railway, st_intersection(z.geom, d.geom1) AS geom
FROM zeleznice AS z
JOIN dlazdice AS d
ON st_intersects(z.geom, d.geom1)
);
CREATE INDEX ON zeleznice USING gist(geom);
```

Obrázek 2: Import a ořezání železnic

5.2 Vytvoření obalových vrstev

Dle zadání byly vytvořeny obalové vrstvy kolem silnic a železnic. Kolem dálnic a rychlostních silnic byl vytvořen buffer o velikosti 10 m, kolem silnic první a druhé třídy o velikosti 3 m a kolem železnic o velikosti 5 m. Následně byly obalové vrstvy spojeny do jedné s názvem *komunikace*.

```

CREATE TABLE komunikace AS
(
SELECT st_buffer(silnice.geom, 3) AS geom FROM silnice
WHERE highway IN ('primary', 'primary_link', 'secondary', 'secondary_link')
UNION
SELECT st_buffer(silnice.geom, 10) AS geom FROM silnice
WHERE highway IN ('motorway', 'motorway_link', 'trunk', 'trunk_link')
UNION
SELECT st_buffer(zeleznice.geom, 5) AS geom FROM zeleznice
);
CREATE INDEX ON komunikace USING gist(geom);

```

Obrázek 3: Příkaz buffer

5.4 Tvorba masky

Nejprve byl vytvořen prázdný rastr o velikosti dlaždice ze Sentinelu-2. Velikost jednoho pixelu byla nastavena na 30x30 m. Pomocí rastru byla vytvořena polygonová mřížka, kde jeden polygon odpovídá jednomu pixelu. Každému polygonu bylo přiřazeno ID, které bylo dále využíváno k propojování jednotlivých tabulek.

```

CREATE TABLE maska (id serial PRIMARY KEY, r raster);
INSERT INTO maska(r)
SELECT st_addband(st_makeemptyraster(st_asraster(dlazdice.geom1,30.0,30.0)),1,'32BF'::text)
AS r FROM dlazdice;

```

Obrázek 4: Vytvoření rastru

```

CREATE TABLE grid AS
SELECT (ST_PixelAsPolygons(r)).* FROM maska;
CREATE INDEX ON grid USING gist(geom);
ALTER TABLE grid
ADD COLUMN id serial PRIMARY KEY;

```

Obrázek 5: Tvorba polygonové mřížky (gridu)

Následně byly vrstvy obsahující komunikace a budovy oříznuty mřížkou.

```

CREATE TABLE budovy_grid AS
SELECT id, st_intersection(b.geom, g.geom) AS geom
FROM budovy AS b
JOIN grid AS g
ON st_intersects(b.geom, g.geom);
CREATE INDEX ON budovy_grid USING gist(geom);

```

Obrázek 6: Ořezání budov mřížkou

Z těchto nově vzniklých vrstev byla vypočítána plocha budov a komunikací v jednotlivých buňkách mřížky.

```
CREATE TABLE budovy_plocha AS
SELECT g.id, st_area(st_union(b.geom)) AS plocha_budovy FROM budovy_grid AS b
JOIN grid AS g
ON g.id = b.id
GROUP BY g.id;
```

Obrázek 7: Výpočet plochy

Pro správný výpočet zastavěné plochy bylo nutno vypočít také plochu průniku budov a komunikací, aby tato místa nebyla započtena dvakrát.

```
CREATE TABLE prunik AS
SELECT st_intersection(b.geom, k.geom) AS geom
FROM budovy AS b
JOIN komunikace AS k
ON st_intersects(b.geom, k.geom);
CREATE INDEX ON prunik USING gist(geom);
```

Obrázek 8: Výpočet průniku budov a komunikací

Tabulky s plochami byly spojeny do jedné, ze které bylo následně vypočteno procentuální zastoupení zástavby (komunikace + budovy) v buňkách.

```
CREATE TABLE vysledek AS
SELECT grid.id, geom, x, y, val, plocha_budovy, plocha_komunikace, plocha_prunik FROM grid
LEFT JOIN budovy_plocha
ON grid.id = budovy_plocha.id
LEFT JOIN komunikace_plocha
ON grid.id = komunikace_plocha.id
LEFT JOIN prunik_plocha
ON grid.id = prunik_plocha.id;
```

Obrázek 9: Vytvoření tabulky s výsledky

Bylo nutné ošetřit buňky, kde se nenacházela zástavba (tzn. buňky obsahovaly NULL hodnoty). NULL hodnoty byly nahrazeny nulou.

```
UPDATE vysledek
SET plocha_budovy = 0 WHERE plocha_budovy IS NULL;

UPDATE vysledek
SET plocha_komunikace = 0 WHERE plocha_komunikace IS NULL;

UPDATE vysledek
SET plocha_prunik = 0 WHERE plocha_prunik IS NULL;
```

Obrázek 10: NULL hodnoty

Procentuální pokrytí zástavby v jenom pixelu bylo vypočteno dle vzorce:

$$Val = \frac{\text{plocha budov} + \text{plocha komunikací} - \text{plocha průniku}}{\text{plocha buňky}} \times 100$$

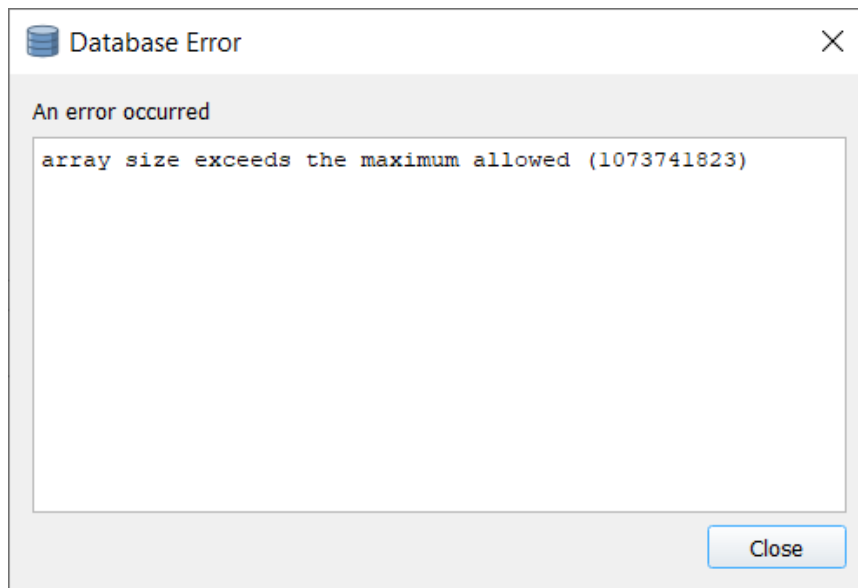
```
UPDATE vysledek
SET val = 100 * (plocha_budovy + plocha_komunikace - plocha_prunik) / st_area(geom);
```

Obrázek 11: Vložení plochy do tabulky s výsledky

Dále bylo zamýšleno vložit vypočtená procenta pokrytí do rastru. Tento příkaz skončil chybou. Avšak při testování na masce o rozměrech pixelu 20x20 km byly hodnoty úspěšně vloženy do jednotlivých pixelů. Chyba je pravděpodobně způsobena délkou řádku, který obsahuje geometrii buněk v rastru.

```
UPDATE maska
SET r = st_setvalues(r, 1, r_val)
FROM (
SELECT
array_agg((geom, val)::GEOMVAL) AS r_val
FROM vysledek) AS foo;
```

Obrázek 12: Vložení hodnot do rastru

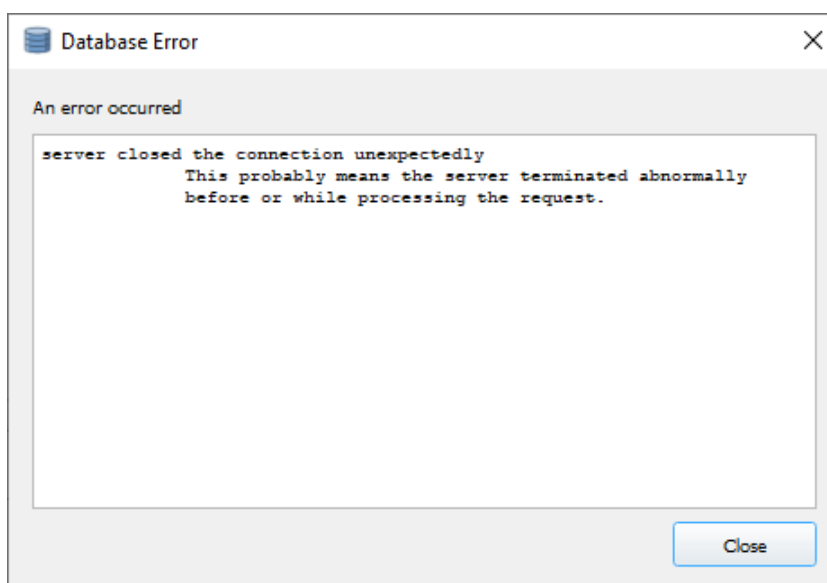


Obrázek 13: Array error

6 Závěr

Cíl projektu byl z větší části splněn. Bylo určeno procentuální pokrytí zástavby v jednotlivých buňkách. Byly ošetřeny překryvy mezi jednotlivými vrstvami i mezi jednotlivými segmenty.

Původně bylo zamýšleno sjednotit všechny vrstvy (budovy + silnice + železnice) do jedné pomocí funkce `st_union` a takto vzniklou vrstvu rozdělit na jednotlivé buňky pomocí gridu. Výpočet funkce `st_union` trval dlouho a skončil hláškou:



Obrázek 14: Connection error

Proto byl navrhnut postup, který nejprve rozdělil vrstvy do jednotlivých buněk a následně pro každou vrstvu bylo vyřešeno překrytí v rámci buňky. Pro každou buňku byla vypočítána plocha dané vrstvy (budovy, komunikace, průnik). Z takto vypočtených hodnot bylo určeno pokrytí.

Následně měla být procenta vložena do rastru. Avšak to se z výše popsaných příčin nepovedlo.

Zdroje

- [1] *Eurostat* [online]. Eurostat, 2020 [cit. 2020-01-28].
Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/lucas>
- [2] *Wikipedia.org* [online]. Wikipedia, 2018 [cit. 2020-01-28].
Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/PostGIS>
- [3] *GISMentors* [online]. OpenGeoLabs, 2020 [cit. 2020-01-28].
Dostupné z: <https://gismentors.cz/>
- [4] *OpenStreetMap.org* [online]. Přispěvatelé OpenStreetMap, 2020 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.openstreetmap.org/about>
- [5] *Wiki for OpenStreetMap.org* [online]. Přispěvatelé OpenStreetMap, 2014 [cit. 2020 01-28].
Dostupné z: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features
- [6] *PostGIS* [online]. PostGIS, 2020 [cit. 2020-01-28].
Dostupné z: <https://postgis.net/docs/>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma pracovního postupu	5
Obrázek 2: Import a ořezání železnic	6
Obrázek 3: Příkaz buffer	7
Obrázek 4: Vytvoření rastru	7
Obrázek 5: Tvorba polygonové mřížky (gridu)	7
Obrázek 6: Ořezání budov mřížkou	7
Obrázek 7: Výpočet plochy.....	8
Obrázek 8: Výpočet průniku budov a komunikací	8
Obrázek 9: Vytvoření tabulky s výsledky.....	8
Obrázek 10: NULL hodnoty	9
Obrázek 11: Vložení plochy do tabulky s výsledky.....	9
Obrázek 12: Vložení hodnot do rastru	9
Obrázek 13: Array error	10
Obrázek 14: Connection error.....	10