

Katedra humánnej geografie a demografie

Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského
v Bratislave

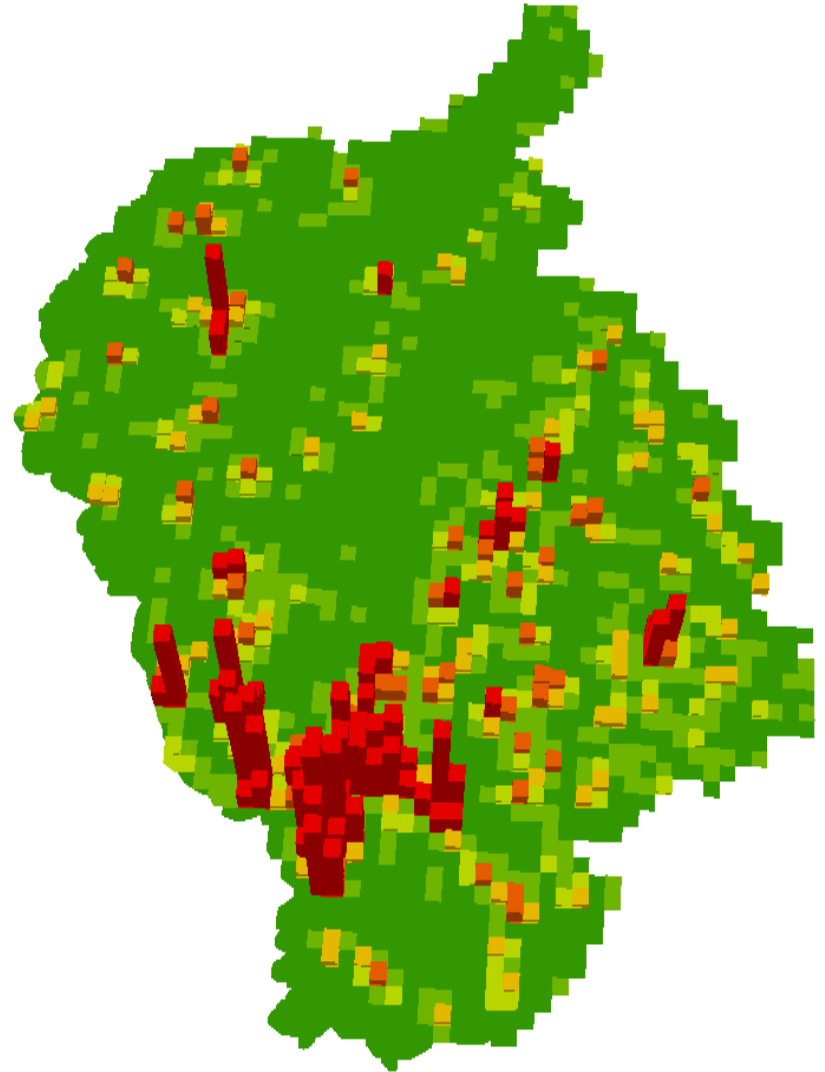
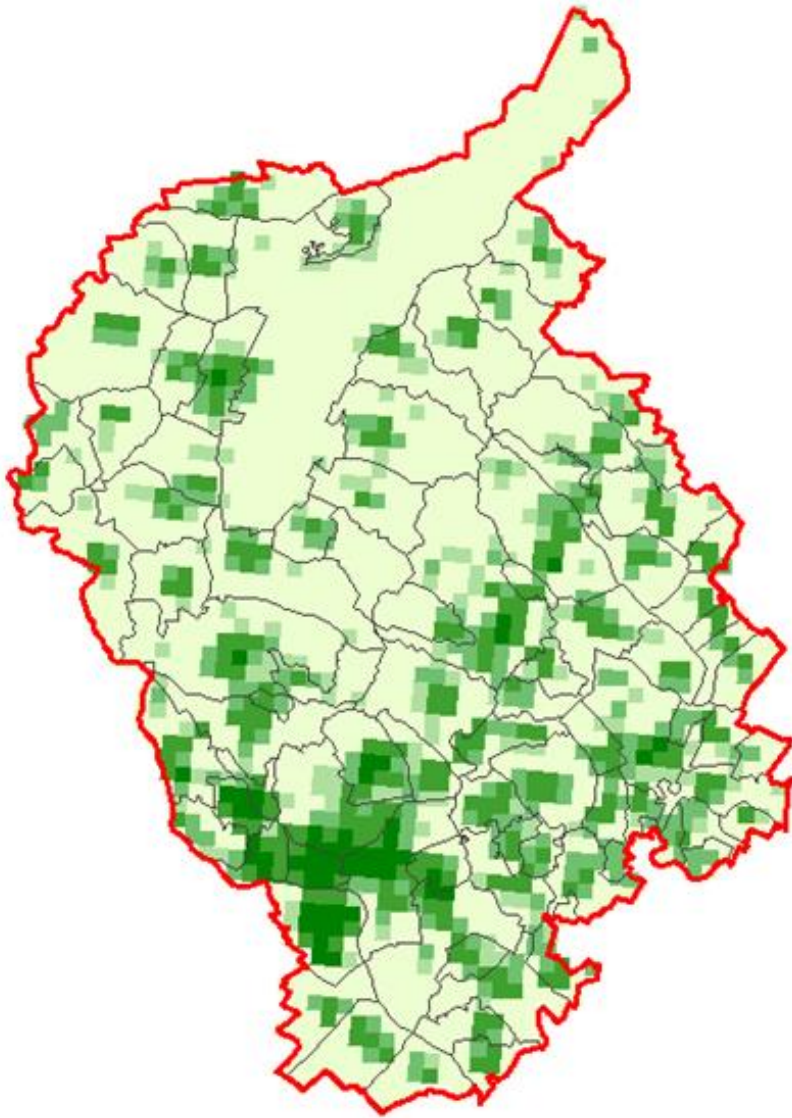
RASTER

AKO NÁSTROJ PREZENTÁCIE POPULAČNÝCH DÁT: PRÍKLAD MESTA BRATISLAVA

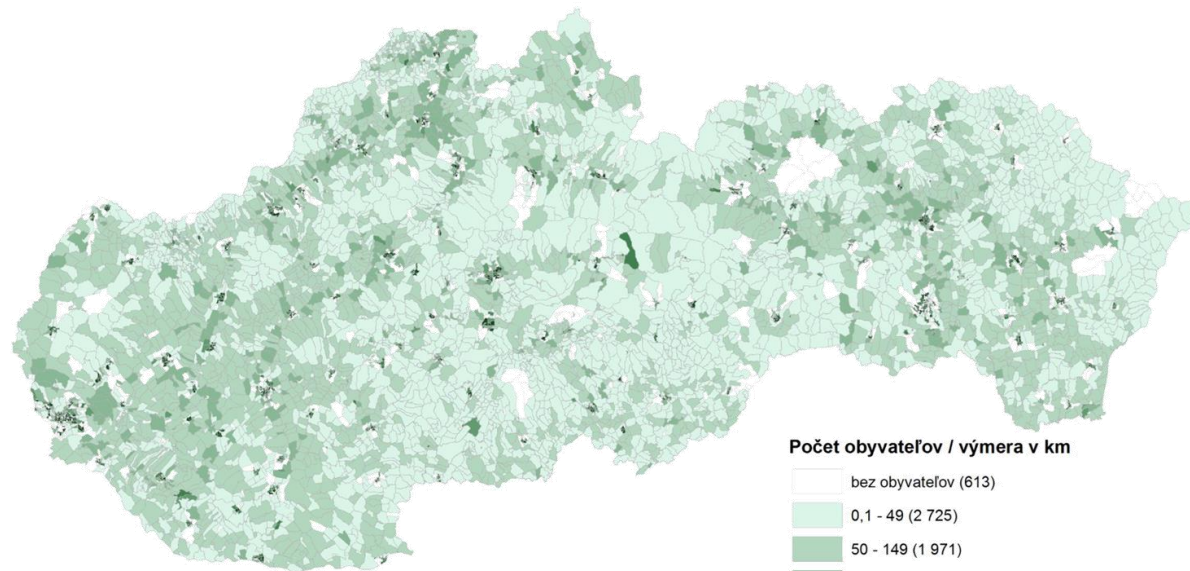
**48. demografická konferencia
Českej demografickej spoločnosti
BRNO, 2018**

Populačný raster

Hustota zaľudnenia - počet obyvateľov na kilometer²



Populačný kartogram – populačný raster

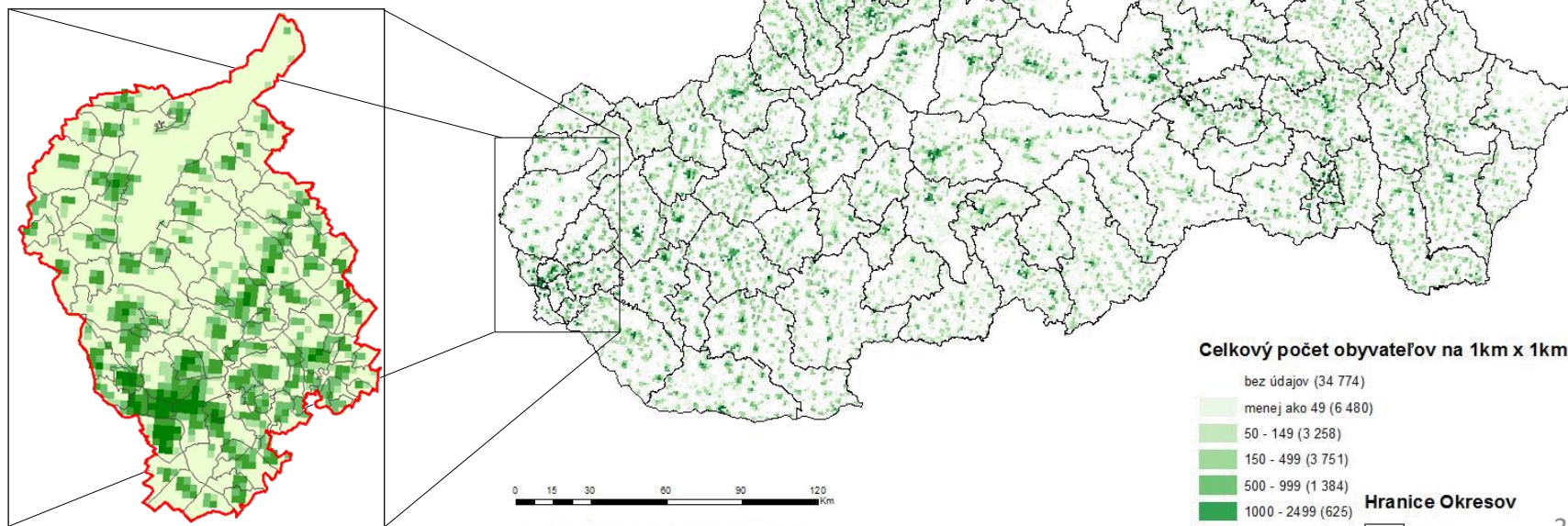


Počet obyvateľov / výmera v km



0 15 30 60 90 120 km

Zdroj: ŠÚSR, SODB2011, ÚGKK 2012



Celkový počet obyvateľov na 1km x 1km



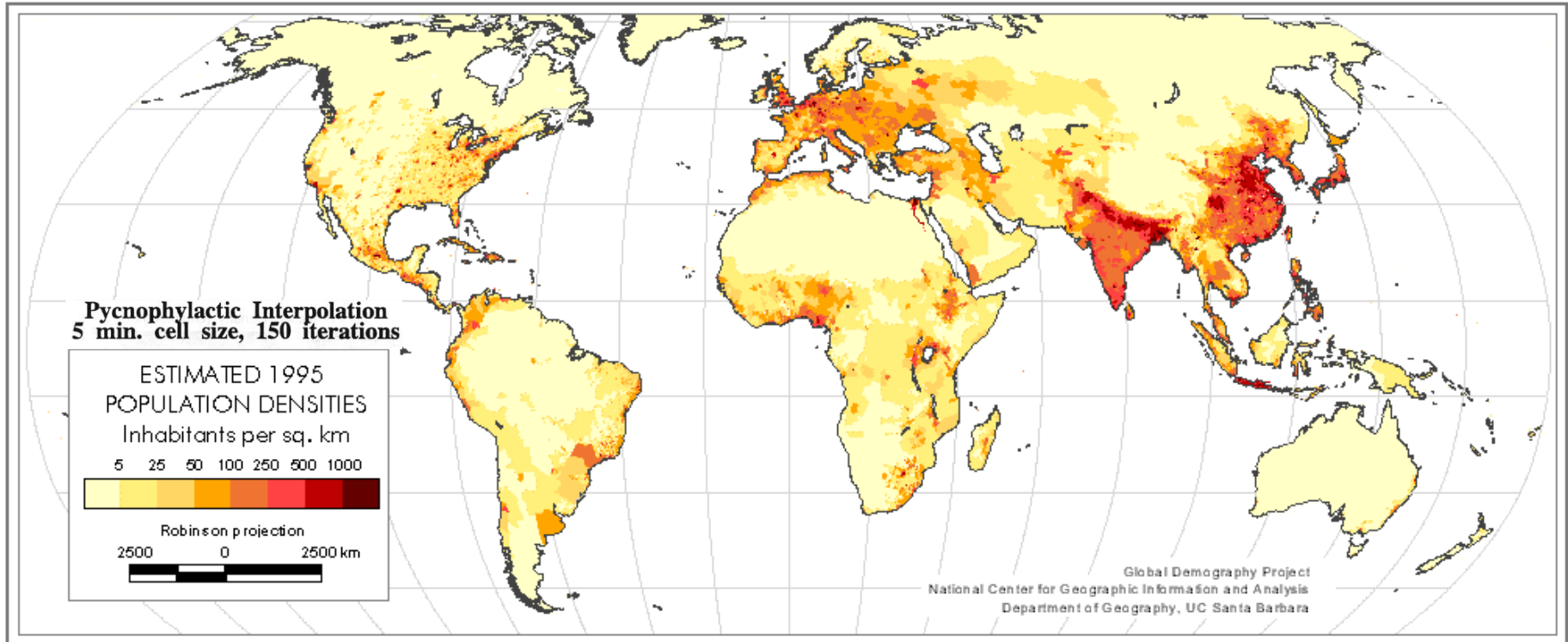
0 15 30 60 90 120 km

Zdroj: ŠÚSR, SODB 2011, EFGS 2015, ÚGKK 2012

Dôvody vzniku populačných rastrov

- Potreba nahradenia tradičných nekompatibilných priestorových štatistických jednotiek (PJ)
- Eliminácia faktorov brániacich analýze a priamej komparácii štatistických dát v čase a priestor (harmonizácia geografických dát)
 - A. **Územná platnosť dát** - problém ekologickej chyby a modifikovateľnosti areálových územných jednotiek (MAUP)
 - B. **Definícia štatistických premenných** – definičné rámce atribútov/premenných, klasifikácií, obsahu a významu otázok cenzu
 - C. **Prostredie zberu a publikácie dát** - sociálny a politický kontext
 - D. **Prístupový mechanizmus k dátam** – organizačné a technické nástroje a procedúry
- Štandardizácia priestorového systému
 - stabilizácia histórie (spätná rekonštrukcia PJ v čase - NUTS 5, resp. LAU 2)
 - aktualizácia do súčasného systému štatistických územných jednotiek
 - konštrukcia modelových zón (nezávislé od administratívnych zmien – ZIP, komunikačné, environmentálne a iné koridory/buffers)
 - geokódovanie individuálnych dát (domácností cez PSČ, adresy, ...)

História populačných rastrov



North and Latin America Medium Resolution Population Database							Data Summary Sheet									
Nurr	Abb	UN Code	Country	Level used	Num of year units	Ref Source	Country population (in 000)			Abs % diff.	Annual rates of change			Mean resolution pop in km	Mean pop per unit (in 000)	Area in sqkm
							in ref yr (source)	in 1994 (proj.)	in 1994 (UN est)		80-85	85-90	90-95			
1	AI	660	Anguilla	0	1	92 2	8	9	8	15.10	0.60	1.42	1.32	9.5	9	91
2	AG	28	Antigua & Barbuda	0	1	91 2	64	65	67	2.67	0.89	0.68	0.71	21.0	05	442
3	AR	32	Argentina	1	23	91 19	32,616	33,797	33,875	0.23	1.43	1.27	1.17	347.5	1469	2,777,815

[Global Demography Project](#), 1995

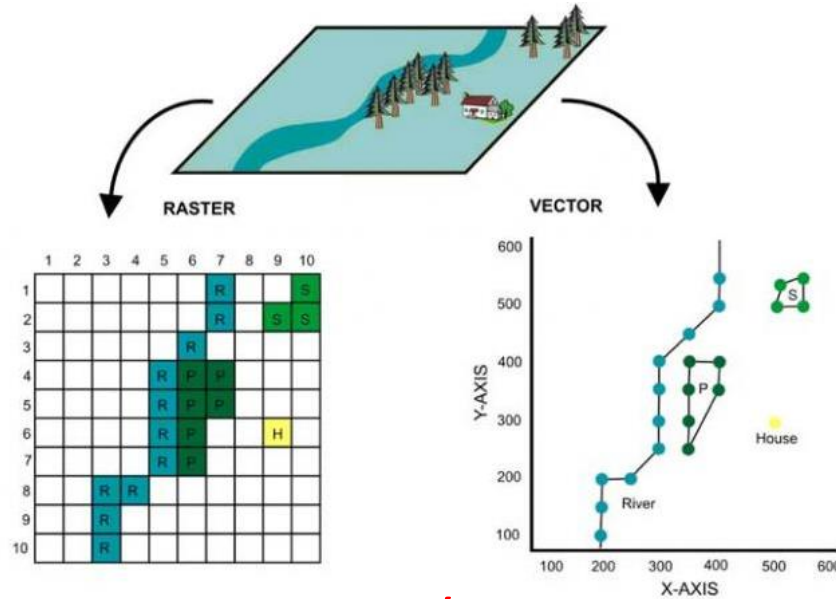
Autori: Waldo Tobler, Uwe Deichmann, Jon Gottsegen, Kelly Maloy

Inštitúcia: National Center for Geographic Information and Analysis Department of Geography
University of California Santa Barbara, USA

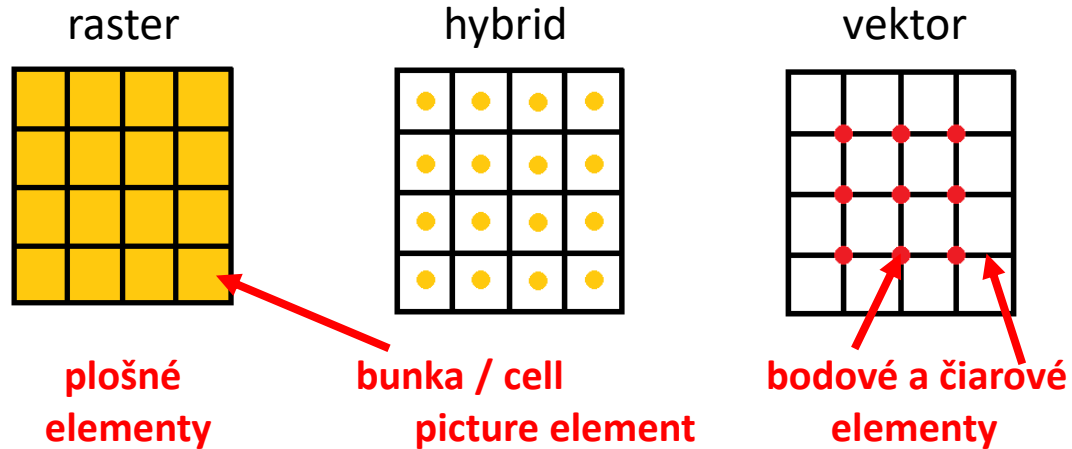
Terminológia

MRIEŽKA / GRID [ISO 19123 geografická informácia]

sieť zložená z dvoch alebo viacerých množín kriviek, v ktorej sa člen každej množiny pretína s členmi ostatných množín podľa **nejakého algoritmu**



pravidelná sieť = raster = grid



Terminológia

population grid / cell

[*Glossary – Statistics Explained EUROSTAT*]

„**mriežka** zložená z pravidelnej **siete** (**grid**) štvorcových **buniek** (**cells**) obsahujúce veľkosť populácie (population), resp. počet obyvateľov“

populačný grid

[*Český statistický úrad, Závěrečná správa z testovania INSPIRE, 2013*]

„štatistické jednotky tvoriace priestorový rámec pre štatistické dáta, „

„pravidelné polygónové **siete** (**grid**) dopĺňujúce nepravidelné priestorové jednotky (NUTS)“

[*Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2007/2/ES/ – INSPIRE dátové špecifikácie*]

geographical grid systems

„harmonizovaná **sieť** (**grid**) s viacúrovňovým rozlíšením so spoločným počiatočným bodom a štandardizovanou polohou a veľkosťou **buniek siete** (**grid cells**)“

statistical units

„jednotkou na šírenie alebo využívanie štatistických informácií, člení priestor/územie do **siete štvorcov** (**grid cells**) rôznej veľkosti v harmonizovanom súradnicovom INSPIRE“

population distribution

„**sieť** (**grid**) podľa ktorej sa zoskupuje geografické rozmiestnenie obyvateľstva vrátane charakteristík obyvateľstva a úrovni činností spolu s regiónom, administratívnou jednotkou alebo inou analytickou jednotkou“

Terminológia

Statistical-geospatial framework

Geospatial reference framework
Geospatial information
Thematic geospatial information
Infrastructure for spatial information
Geospatial core information
Geospatial reference information
Spatial feature

Integration of statistical and geospatial information

Linking
Geographic differencing
Geographic differencing
Geocoding and georeferencing
Georeferencing of statistics
Geocoding of statistics
Geospatial enabling
Geocode
Location information

Spatial statistics

Grid statistics

Aggregated statistical

Regional statistics

Geographical classifications

Degree of Urbanisation
Spatial unit
Locality
Region
Statistical area
Dissemination geography
Statistical geography
Functional geography
Administrative geographies
Enumeration geography

Spatial analysis

Grid statistics are spatial statistics geocoded to rectangular grid cells. Each grid cell as the same size and carries a unique code. Ideally the code carries also geocoding information, e.g. of the lower left corner of the grid cell.

Aggregated statistical information is aggregated from geocoded unit record level data into the dissemination geography, as **opposed to disaggregated** statistical information that is created using a spatial distribution model and larger statistical geographies as source data.

The process of examining the locations, attributes, and relationships of spatial features in spatial information through **overlay, distances, spatial selection, intersection, aggregation and other analytical techniques** in order to address a question or gain useful knowledge ... extracts or creates new information from geospatial information

Integration of statistical and geospatial information describes the use of geospatial information for the production and dissemination of statistics. Integration can take place at any stage of the statistical production process, as described by the GSBPM. The integration includes geocoding of statistics, spatial analysis, and creating statistical maps ...



Populačný raster – INSPIRE

SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2007/2/ES

zo 14. marca 2007

ktorou sa zriaďuje **Infraštruktúra pre priestorové informácie** v Európskom spoločenstve

PRÍLOHA I

TÉMY PRIESTOROVÝCH ÚDAJOV UVEDENÉ V ČLÁNKU 6 PÍSM. a), ČLÁNKU 8 ODS. 1 A ČLÁNKU 9 PÍSM. a)

2. | **Geografické systémy sietí** | Harmonizovaná sieť s viacúrovňovým rozlíšením so spoločným počiatočným bodom a štandardizovanou polohou a veľkosťou buniek siete.

PRÍLOHA III

TÉMY PRIESTOROVÝCH ÚDAJOV UVEDENÉ V ČLÁNKU 6 PÍSM. b) A ČLÁNKU 9 PÍSM. b)

10. | **Rozmiestnenie obyvateľstva – demografia** | Geografické rozmiestnenie obyvateľstva vrátane charakteristík obyvateľstva a úrovni činností **zoskupené podľa siete**, regiónu, administratívnej jednotky alebo inej analytickej jednotky.

DIRECTIVE 2007/2/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL

of 14 March 2007

establishing an **IN**frastructure for **SP**atial **InfoR**mation in the European Community (**INSPIRE**)

ANNEX I

SPATIAL DATA THEMES REFERRED TO IN ARTICLES 6(A), 8(1) AND 9(A)

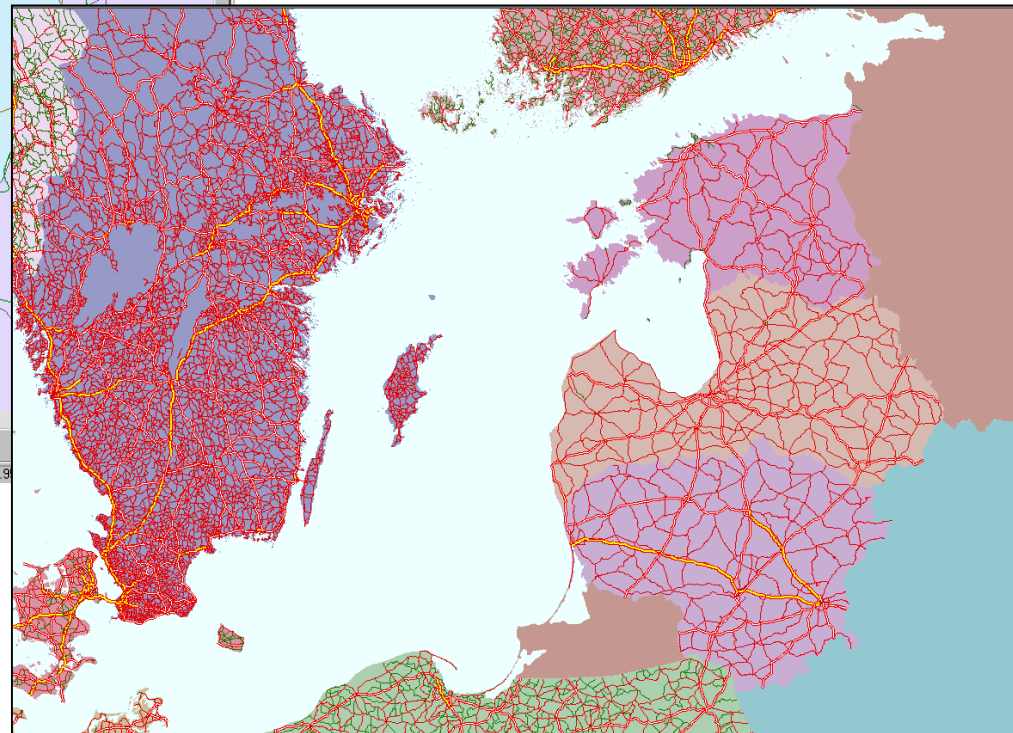
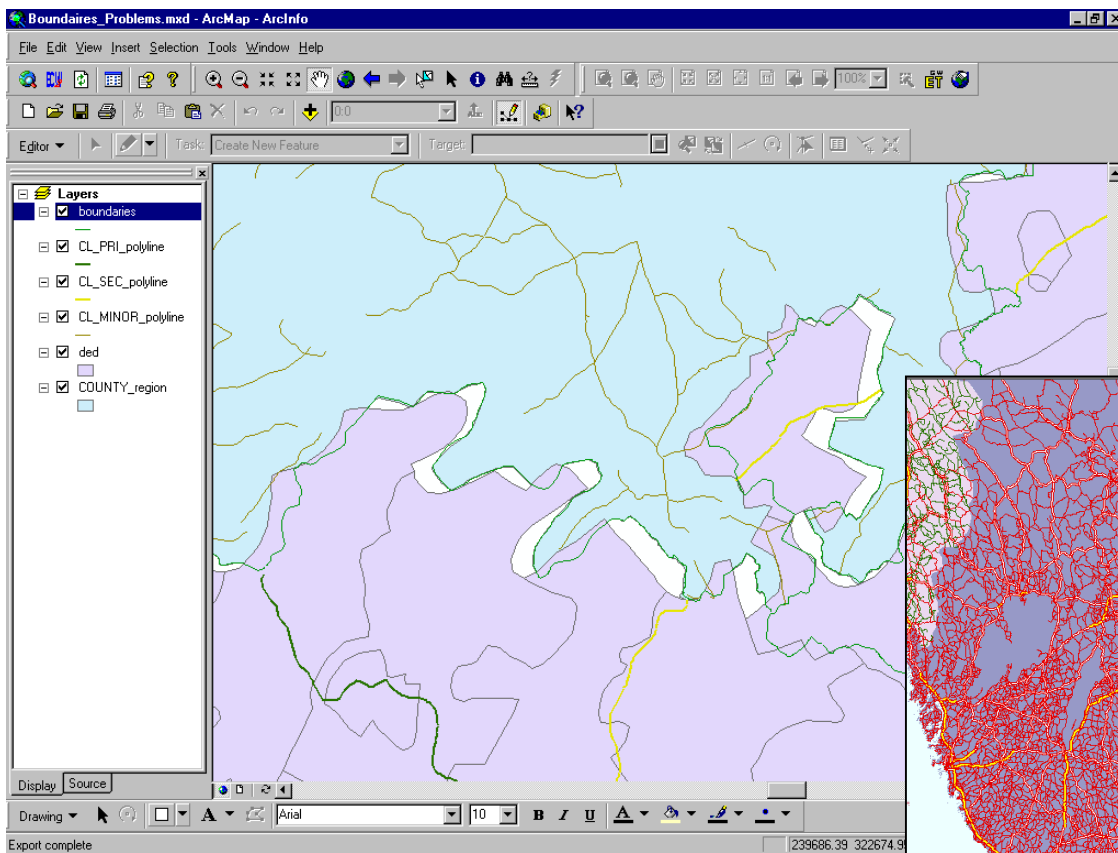
2. | Geographical grid systems | Harmonised multi-resolution grid with a common point of origin and standardised location and size of grid cells.

ANNEX III

SPATIAL DATA THEMES REFERRED TO IN ARTICLES 6(B) AND 9(B)

10. | Population distribution — demography | Geographical distribution of people, including population characteristics and activity levels, **aggregated by grid**, region, administrative unit or other analytical unit.

Prečo INSPIRE?



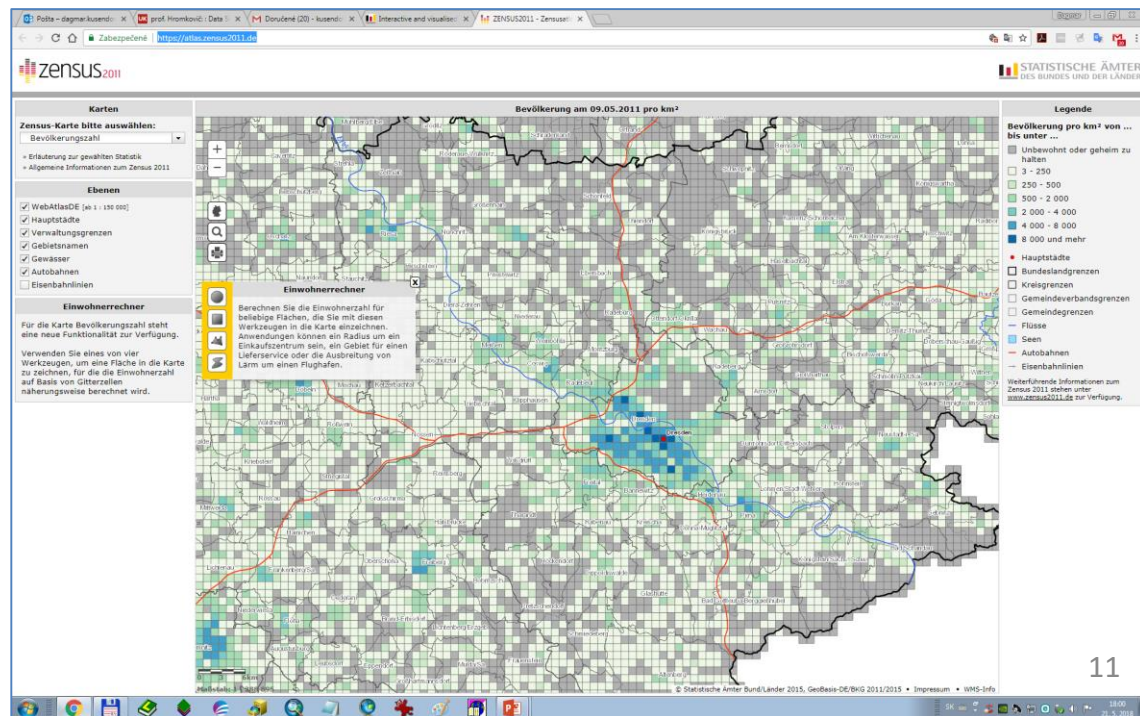
Mierka populačných rastrov

- globálne
 - [Socioeconomic Data and Applications Center \(SEDAC\)](#)
 - Population Density, v4.10 (2000, 2005, 2010, 2015, 2020)
 - 71 dátových sád
 - [LandScan](#)TM LandScan 1998, 2000-2015
- európske
 - Population density grid of EU 2001 (Gallego 2010, JRC 2001) - GMES, INSPIRE, SEIS
 - **GEOSTAT** 2006, 2011,

- národné

- Švédsko (od roku 1998)
- Nórsko
- Fínsko
- Rakúsko
- Dánsko Estónsko
- Írsko,
- Nemecko

<https://atlas.zensus2011.de/>



Projekt GEOSTAT

- zahájený na začiatku roka 2010 z podnetu Eurostat-u v spolupráci s Európskym fórom pre geografiu a štatistiku (EFGS)
- podpora a prienik geoinformačných techník a geopriestorových dát do štatistiky s využitím pravidelných geografických sietí (**grid statistics**)
- všeobecné snahy o integráciu štatistikov a geoinformatikov pri tvorbe spoločnej informačnej infraštruktúry pre EÚ (INSPIRE)
- cieľ = vypracovať spoločné usmernenia pre zber, spracovanie a poskytovanie priestorových „grid“ štatistík v rámci Európskeho štatistického systému (ESS)

GEOSTAT population grid

GEOSTAT 1 celoeurópsky referenčný rámec, tvorba a optimalizácia metodík

GEOSTAT 1a Európa - pokrytie celého územia v sieti 1km

- hybridný grid počtu obyvateľov k r. 2006, open-data <http://www.efgs.info/data>

GEOSTAT 1b populačný grid s dátami z cenzu 2011 - počet obyvateľov podľa veku a pohlavia, domácností, bytov/domov

- on-line webové aplikácie EUROSTAT, INSPIRE, <http://ec.europa.eu/eurostat/statistical-atlas/gis/viewer/>
- vyššia kvalita – adresné body, „bootom-up“ postupy

GEOSTAT 1c Európa- pokrytie celého územia v sieti 1km – cenzus 2011

- ďalšie dátové sady, webové služby na národných geoportáloch

<https://geoportal.gov.cz/>

GEOSTAT 2 (2015-2017)

- lepšia integrácia štatistických a geopriestorových informácií pre kvalitnejšie a detailnejšie analýzy spoločnosti, ekonomiky a životného prostredia krajín EÚ

GEOSTAT 3 (2015 -

- Global Statistical Geospatial Framework (SGF)

<https://www.efgs.info/geostat/geostat-3/>

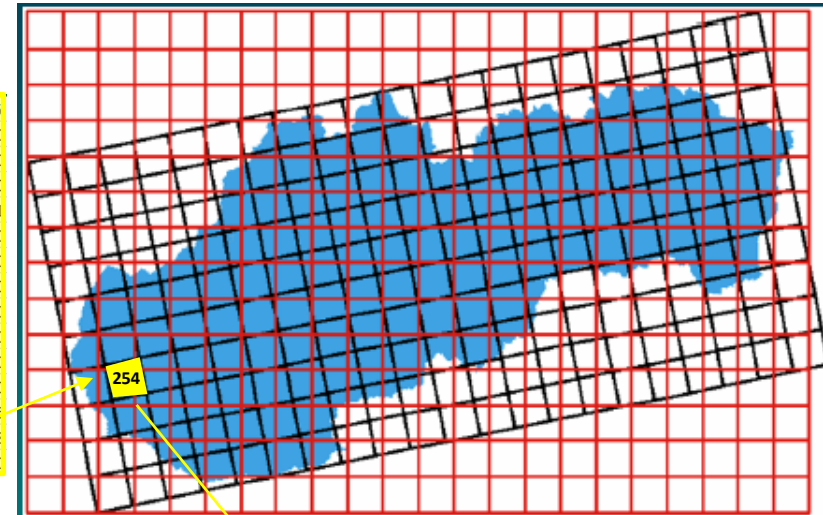
Dátová štruktúra populačného rastra

Geografické referenčné dáta

Štatistické dáta

	GRD_NEWID	METHD_CL	YEAR	CNTR_CODE	DATA_SRC	KRAJ_ID	OKRES_ID	OBEK_ID	TOT_P	TOT_F	TOT_M	F_00_14	F_15_64	F_65
2	1kmN2828E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1kmN2829E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1kmN2830E4826	A	2011	SK	SK	1	106	508365	0	0	0	0	0	0
5	1kmN2831E4826	A	2011	SK	SK	1	106	508365	154	73	81	6	56	11
6	1kmN2836E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1kmN2837E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1kmN2838E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1kmN2839E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1kmN2827E4827	A	2011	SK	SK	1	106	508349	0	0	0	0	0	0
11	1kmN2828E4827	A	2011	SK	SK	1	106	508349	0	0	0	0	0	0
12	1kmN2829E4827	A	2011	SK	SK	1	106	508365	0	0	0	0	0	0
13	1kmN2830E4827	A	2011	SK	SK	1	106	508365	548	289	259	45	198	46
14	1kmN2831E4827	A	2011	SK	SK	1	106	508241	254	130	124	19	83	28
15	1kmN2832E4827	A	2011	SK	SK	1	106	508241	0	0	0	0	0	0

Geografická referenčná sieť



1 - 500 obyvateľov

1kmN2831E4827

Georeferencia

veľkosť bunky / „N“ zemepisná dĺžka a /„E“ šírka ľavého dolného rohu

Metódy tvorby populačného rastra

GEOSTAT_grid_POP_1K_SK_2011_Obce_out - Excel

SÚBOR DOMOV VLOŽIŤ ROZLOŽENIE STRANY VZORCE ÚDAJE REVÍZIA ZOBRAZIŤ POWERPIVOT

A1 : X ✓ fx GRD_NEWID

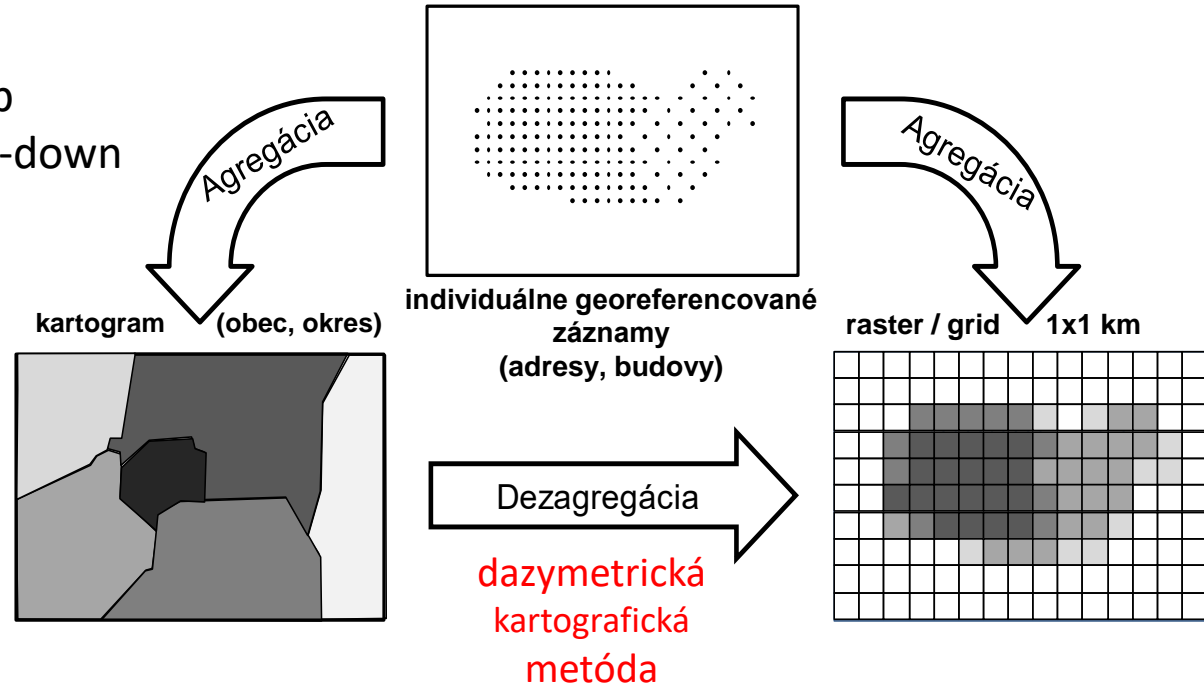
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	GRD_NEWID	METHD_CL	YEAR	CNTR_CODE	DATA_SRC	KRAJ_ID	OKRES_ID	OBEC_ID	TOT_P	TOT_F	TOT_M	F_00_14	F_15_64	F_65	M_00_14	M_15_64	M_65	TOT_00_14	TOT_15_64	TOT_65	
2	1kmN2828E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1kmN2829E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1kmN2830E4826	A	2011	SK	SK	1	106	508365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1kmN2831E4826	A	2011	SK	SK	1	106	508365	154	73	81	6	56	11	9	66	6	15	122	17	
6	1kmN2836E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1kmN2837E4826	A	2011	SK	SK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

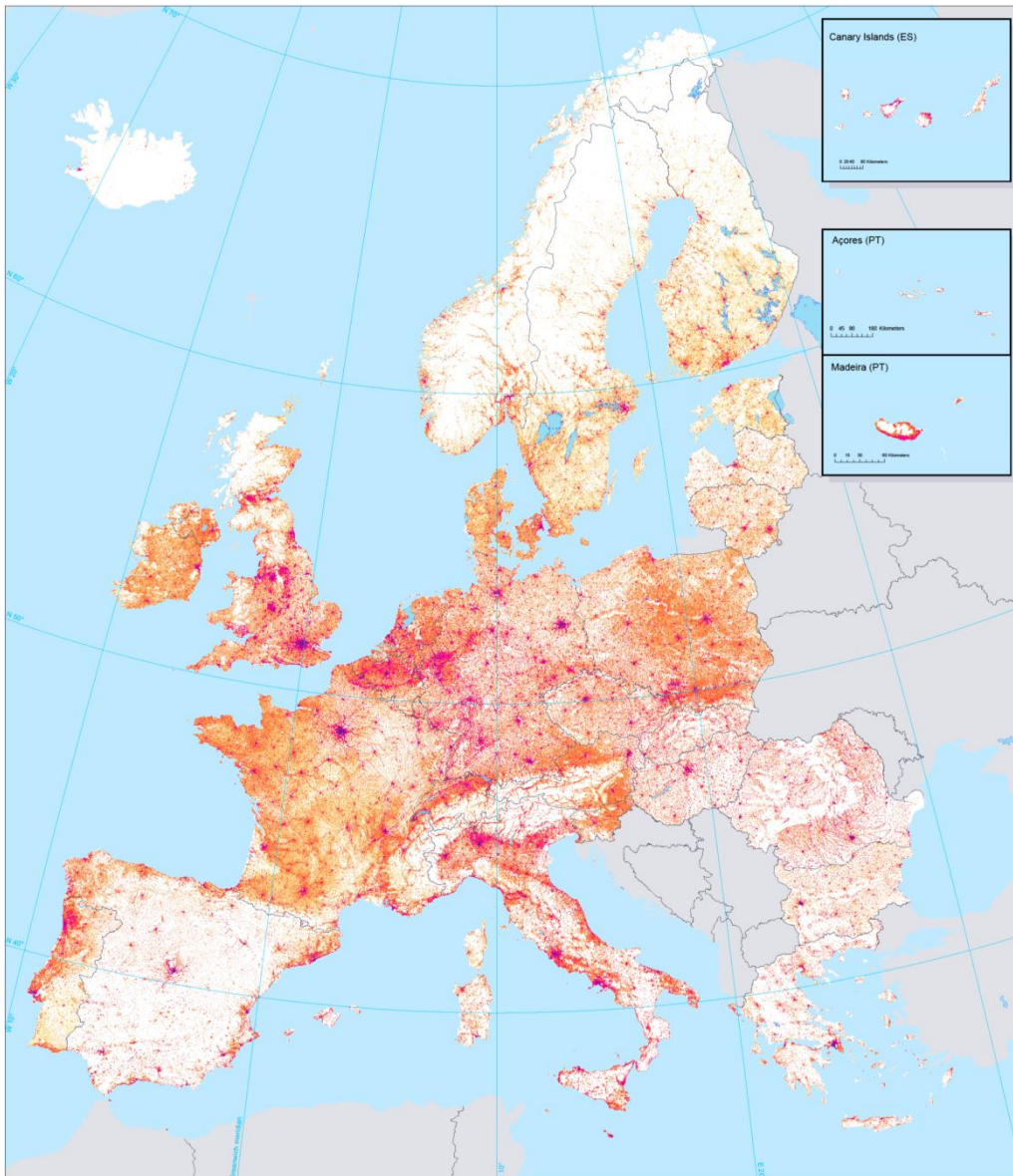
METHO_CL

A – agregáčn/upscaling/bottom-up

D – dezagregačná/downscaling/top-down

H – hybridn





Hybrid map combining:

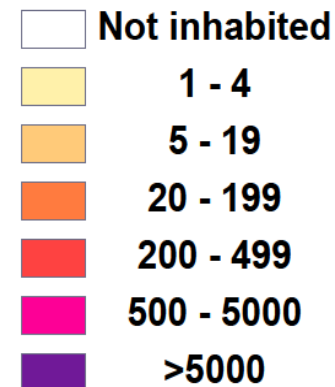
Aggregated: AT, DK, FI, NE, NO, SI, SE

National Estimates: EE, FR, PL, PO, UK (E&W)

Disaggregated: BE, CH, CZ, GE, GR, HU, IE, IS, IT, LI, LT, LUX, MT, RO, SL, UK (S&NI) :
AIT using EEA's Degree of Soil Sealing

ES: University of Valencia/IVIE &
Polytechnic University of Valencia

**Total residential population
per km²**

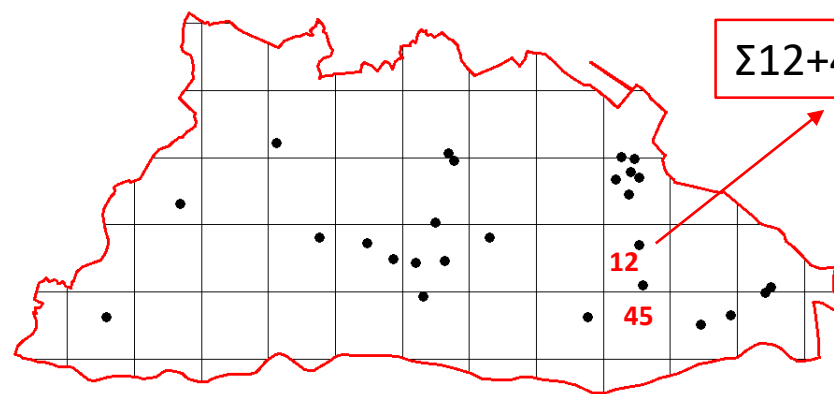
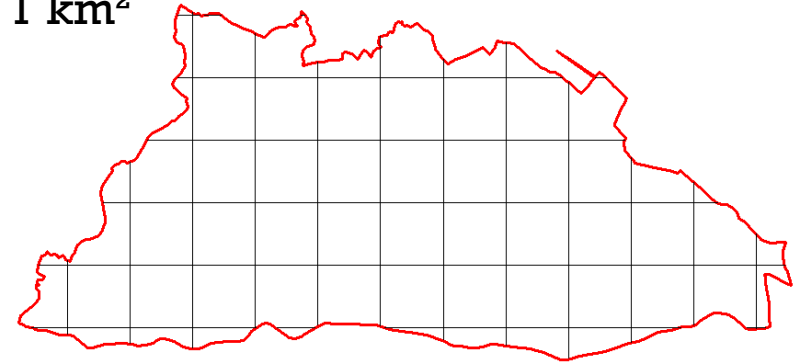


Agregačná metóda

Postup

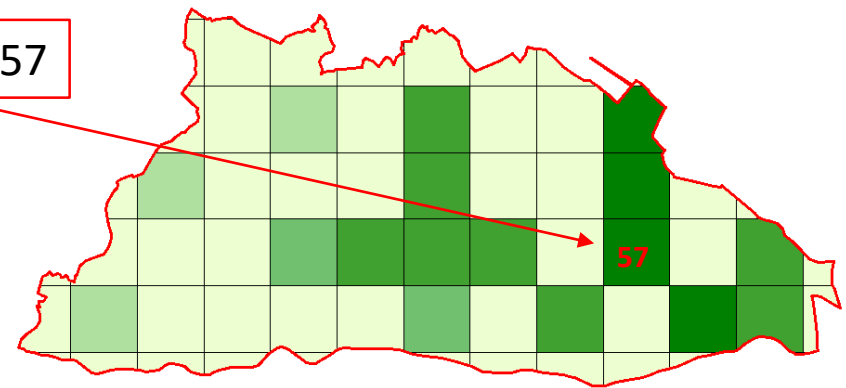
1. Tvorba geografickej siete
2. Vyhraničenie územia
3. Priestorový „overlay“ vrstvy adresných bodov a siete
4. Geografický výber a sumácia hodnôt adresných bodov „spadnutých“ do bunky siete
5. Vizualizácia výsledných súm v bunkách rastra (intervalová škála farieb)

geografická sieť
1 km²



• adresný bod

$$\Sigma 12 + 45 = 57$$



Kvalita populačných rastrov

ochrana dát – zaokrúhľovanie dát

grid 1 km

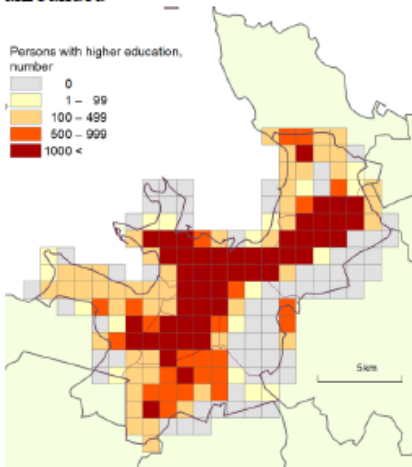
grid 250 m

Densely populated study area

Number of people with higher education, unrounded

Persons with higher education, number

0
1 – 99
100 – 499
500 – 999
1000 <

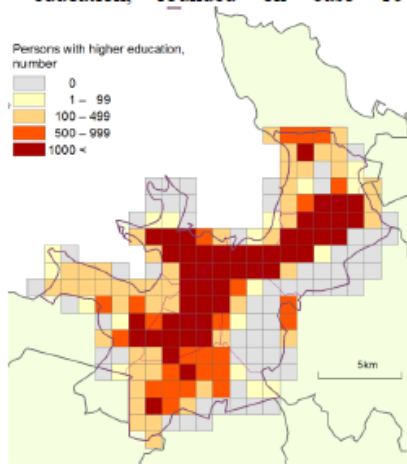


bez zaokrúhľenia

Number of people with higher education, rounded on base 10

Persons with higher education, number

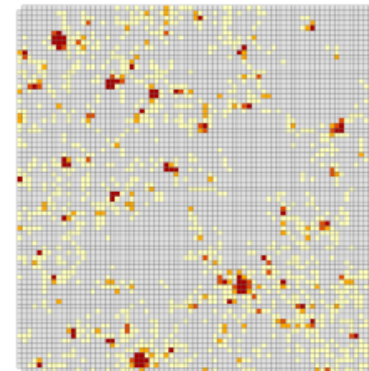
0
1 – 99
100 – 499
500 – 999
1000 <



so zaokrúhľením na 10

Sparsely populated area

Number of people with higher education, unrounded

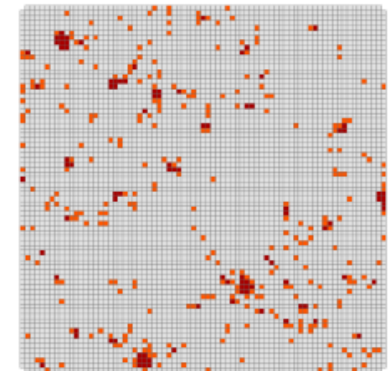


Persons with higher education, number

0	10 – 19
1 – 4	20 – 459
5 – 9	

bez zaokrúhľenia

Number of people with higher education, rounded on base



Persons with higher education, number

0	10	20 – 460
---	----	----------

so zaokrúhľením na 10

Výhody a nevýhody populačného rastra

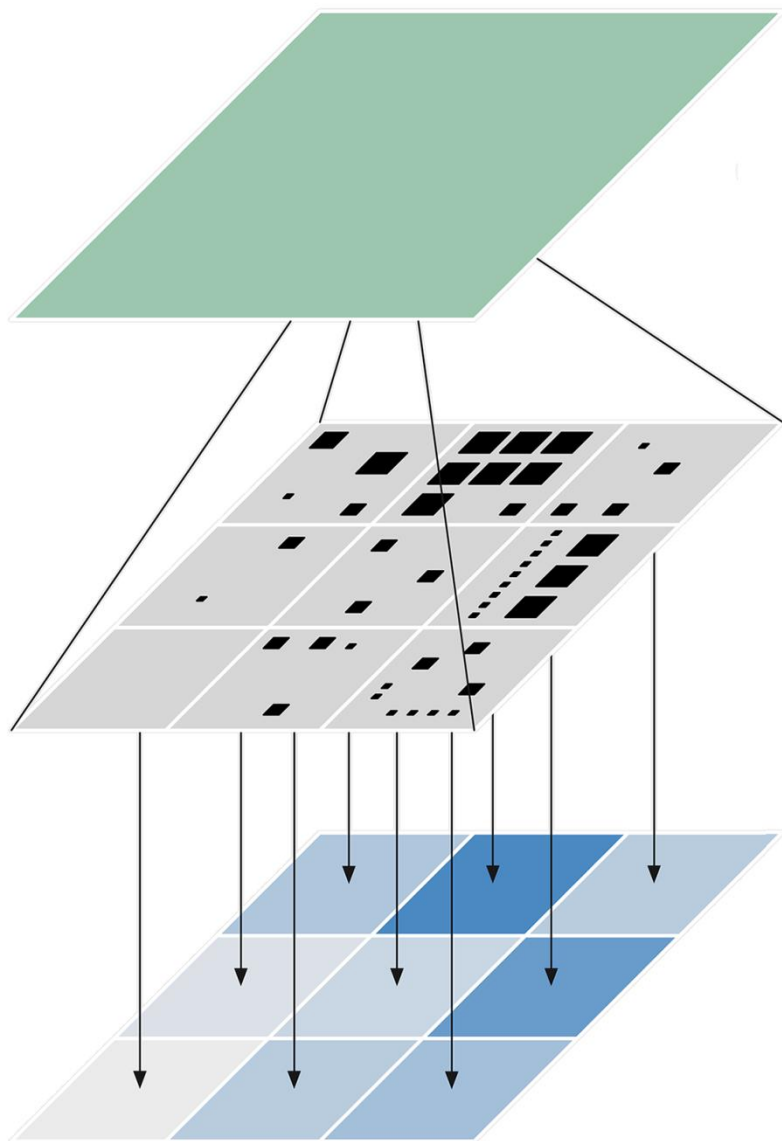
Výhody

- Hierarchická variabilita v priestore
 - úplná skladobnosť hierarchií
 - nezávislosť mierkovej úrovne (globálne aj lokálne analýzy v území)
- Vzájomná porovnateľnosť pri harmonizovaní parametrov
 - polohy
 - veľkosti
- Stabilita v čase
 - veľkosť buniek a rastra sa v čase nemení
- Integrácia a harmonizácia s inými rastrovými databázami
 - fyzicko-geografické, sociálne, ekonomické, environmentálne, ...
- Možnosť aplikácie na nepravidelné areálové jednotky (NUTS)
 - ich pokrytie rastrom je neobmedzené

Nevýhody

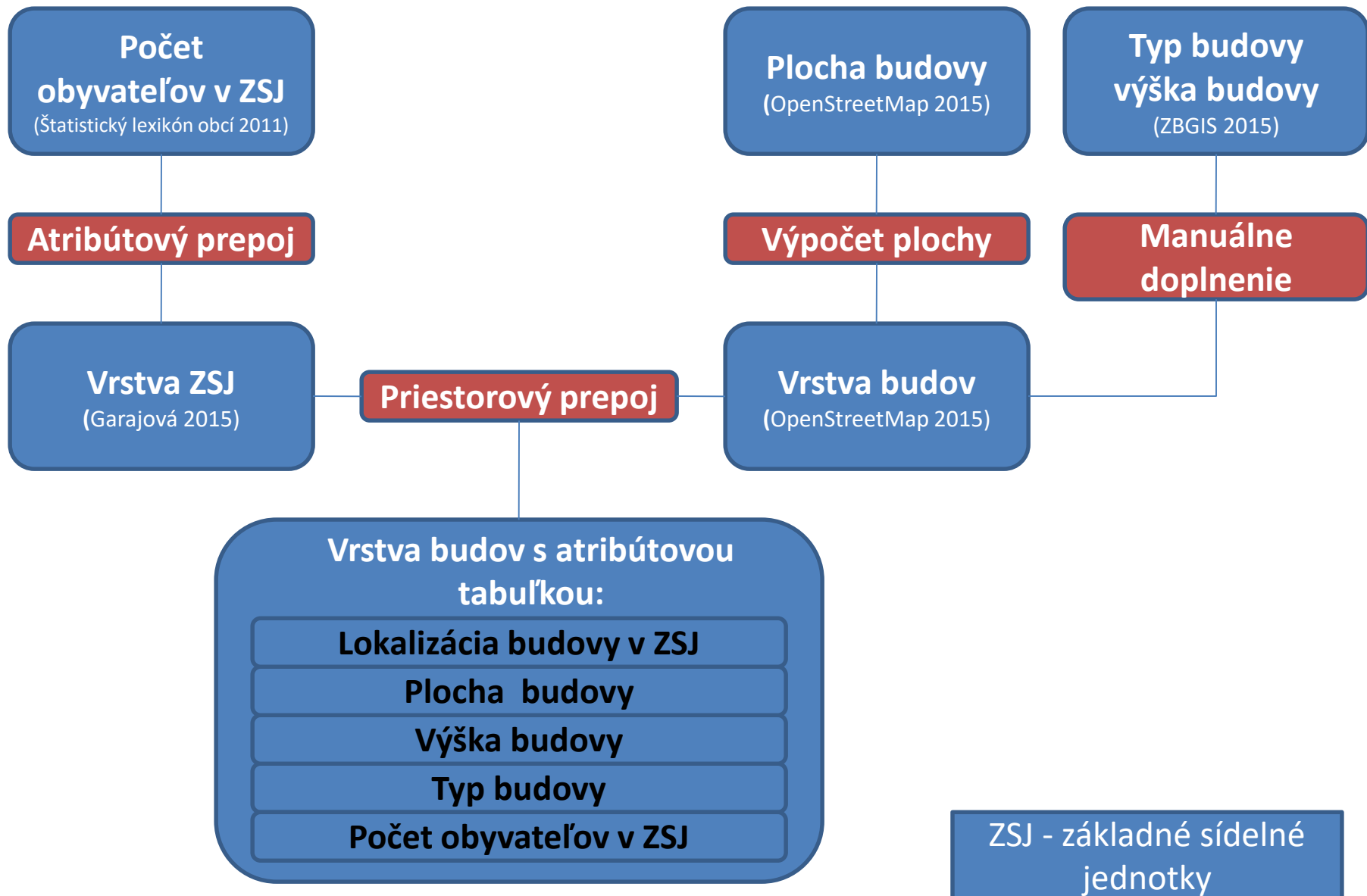
- Absencia sofistikovanejších demografických ukazovateľov
 - GEOSTAT, len základné štruktúry obyvateľstva
- Zabezpečenie dôvernosti a ochrany osobných údajov
 - bunky s nízkym počtom/hodnotami, strata informácie

Princíp fungovania dazymetrickej metódy



- Vyššia územná jednotka so známym počtom obyvateľov
- Obývané budovy (obytná kapacita)
- Výsledok - populácia prerozdelená v sieti (rastri) na základe obývaných budov

Schéma tvorby pracovnej databázy



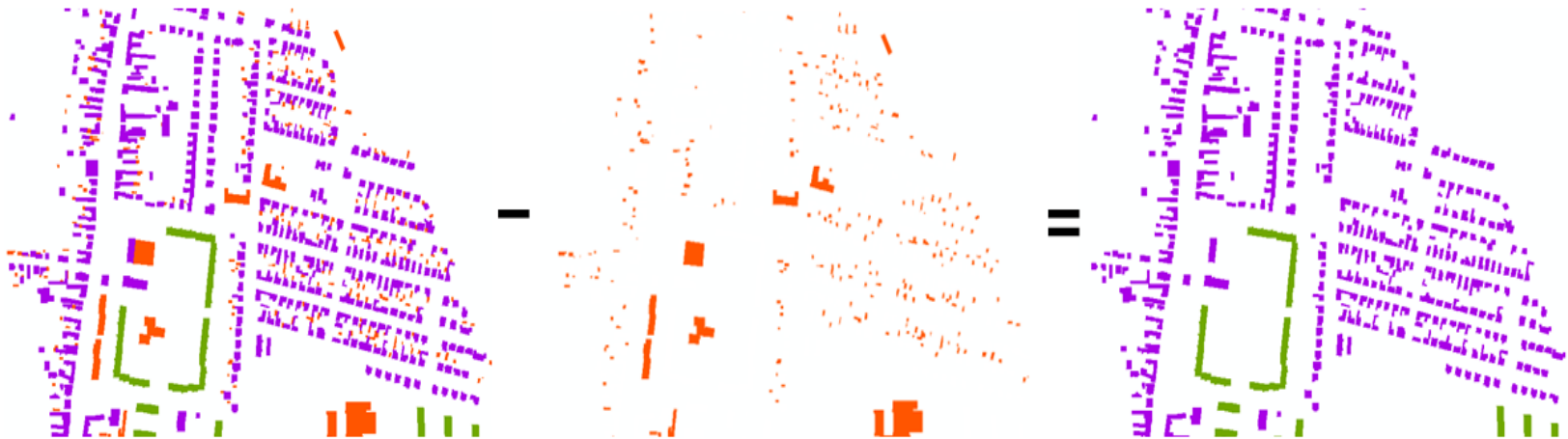
Určenie „adres“ bývania

- Určenie budov obývaných budov

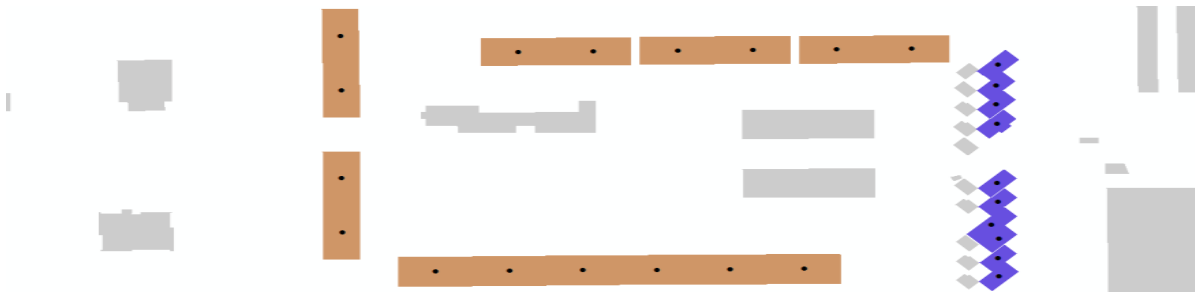
Všetky budovy

Neobývané budovy

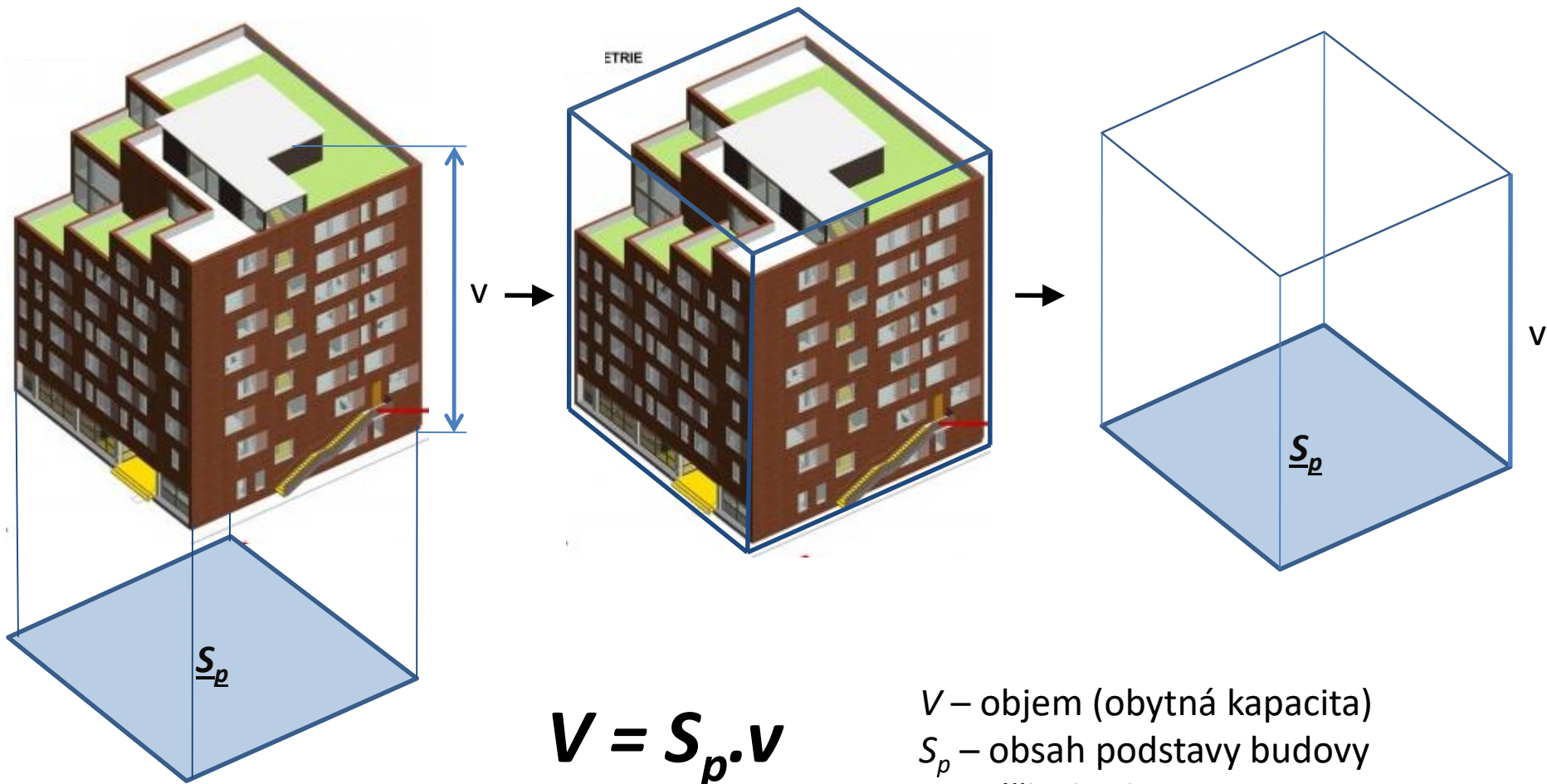
Obývané budovy



- Určenie „adres“ – centroidy obývaných budov



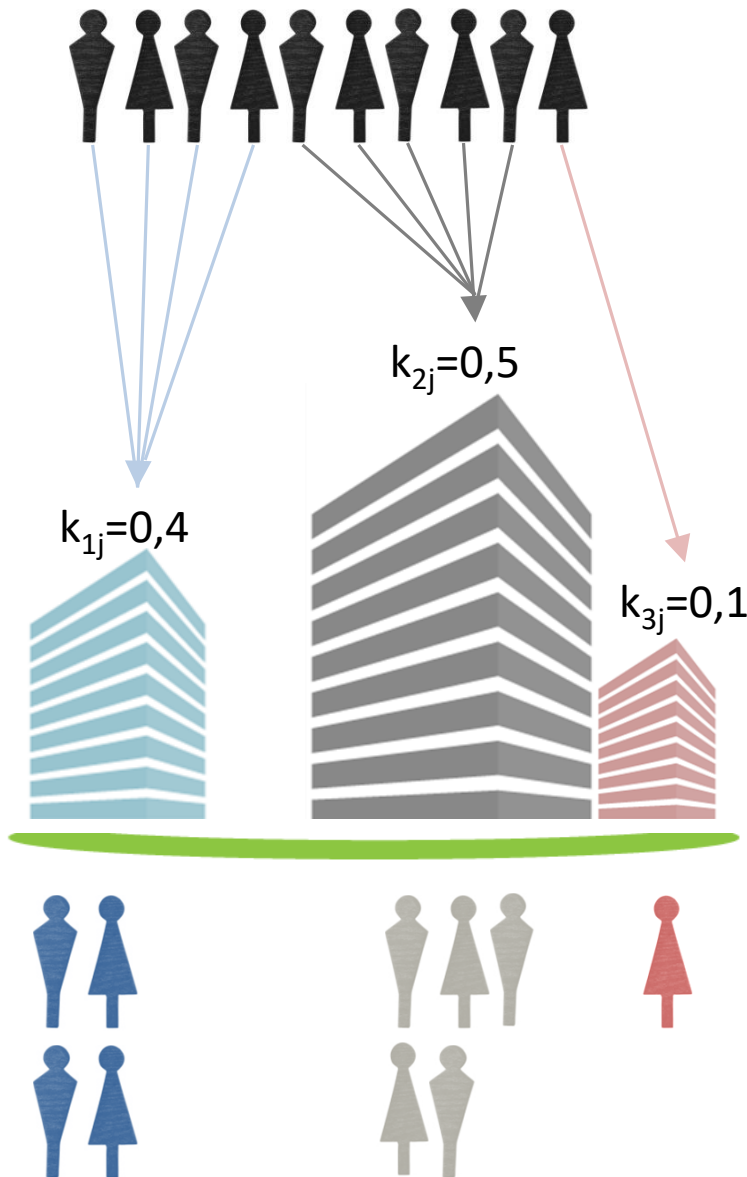
Obytná kapacita – objem budovy



$$V = S_p \cdot v$$

V – objem (obytná kapacita)
 S_p – obsah podstavy budovy
 v – výška budovy

„Prerozdelenie“ obyvateľov k adresám



$$PO_{ij} = k_{ij} \cdot PO_j$$

PO_{ij} – Počet obyvateľov v budove i
v základnej územnej jednotke j

k_{ij} – Váha budovy i , ktorá sa nachádza
v základnej sídelnej jednotke j

PO_j – Počet obyvateľov v základnej
územnej jednotke j

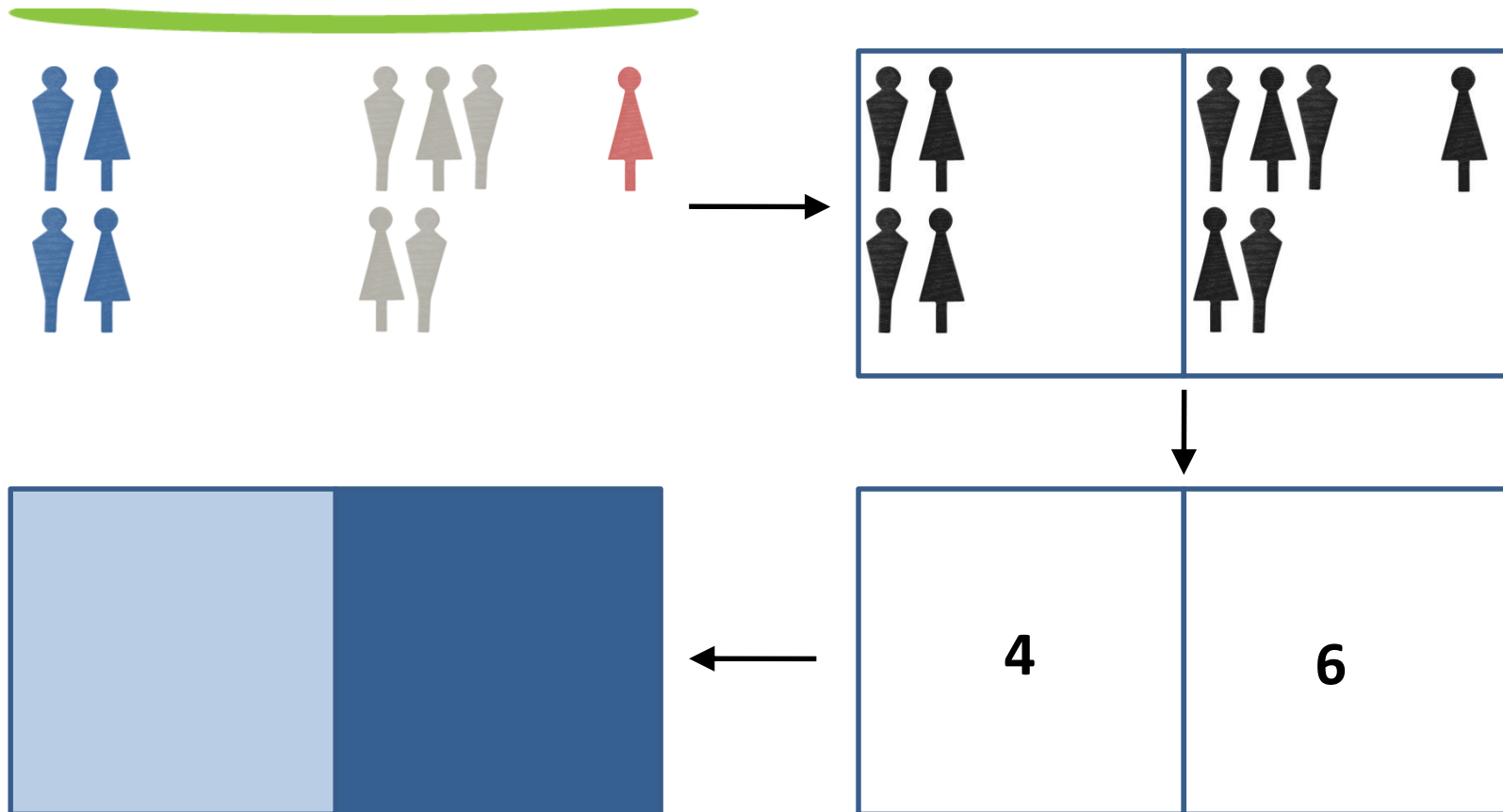
$$k_i = V_{ij} / V_j$$

V_{ij} – Objem budovy i nachádzajúci sa
v sídelnej územnej jednotke j

V_j – Objem všetkých budov nachádzajúcich
sa v sídelnej územnej jednotke j

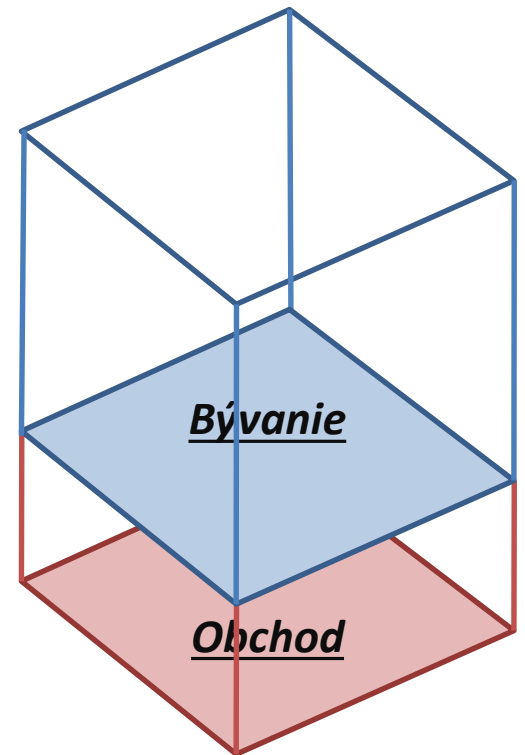
Vytvorenie rastra

- Testovacia agregácia do siete: Grid_ETRS89_LAEA_SK_1K
- Výsledná agregácia do siete: Grid_ETRS89_LAEA_SK_0,1K



Testovanie presnosti

- Problém polyfunkčných budov
 - Časť budovy slúži na bývanie a ďalšia časť na iné aktivity
 - Parameter podielu obytných priestorov v polyfunkčných objektoch (B)
- Testovanie na verejných dátach
 - Vytvorenie rastra 1000 x 1000 m
 - Porovnanie s oficiálnym rastrom 1000 x 1000 m vypracovaným Štatistickým úradom (ŠÚ) SR

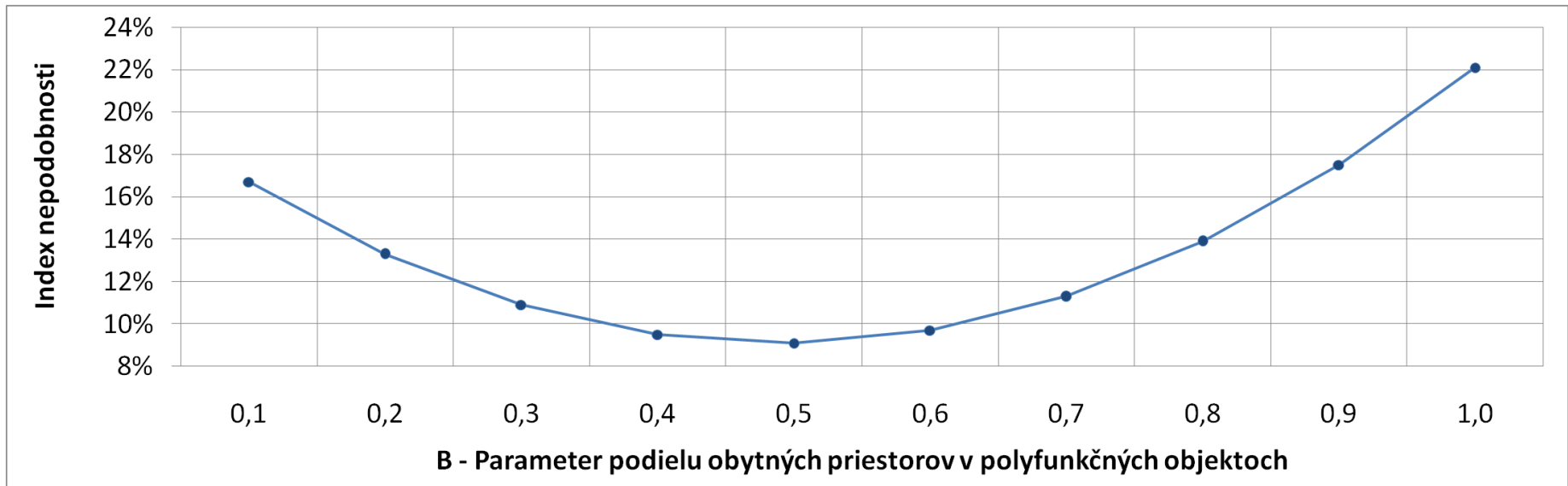


Index nepodobnosti (D)

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n |x_{i(DURCEK)} - x_{i(SUSR)}|}{n}$$

$x_{i(DURCEK)}$ Počet obyvateľov v jednotke i v rastri 1000 x1000 m – autorský

$x_{i(SUSR)}$ Počet obyvateľov v jednotke i v rastri 1000x1000 m – ŠÚ SR

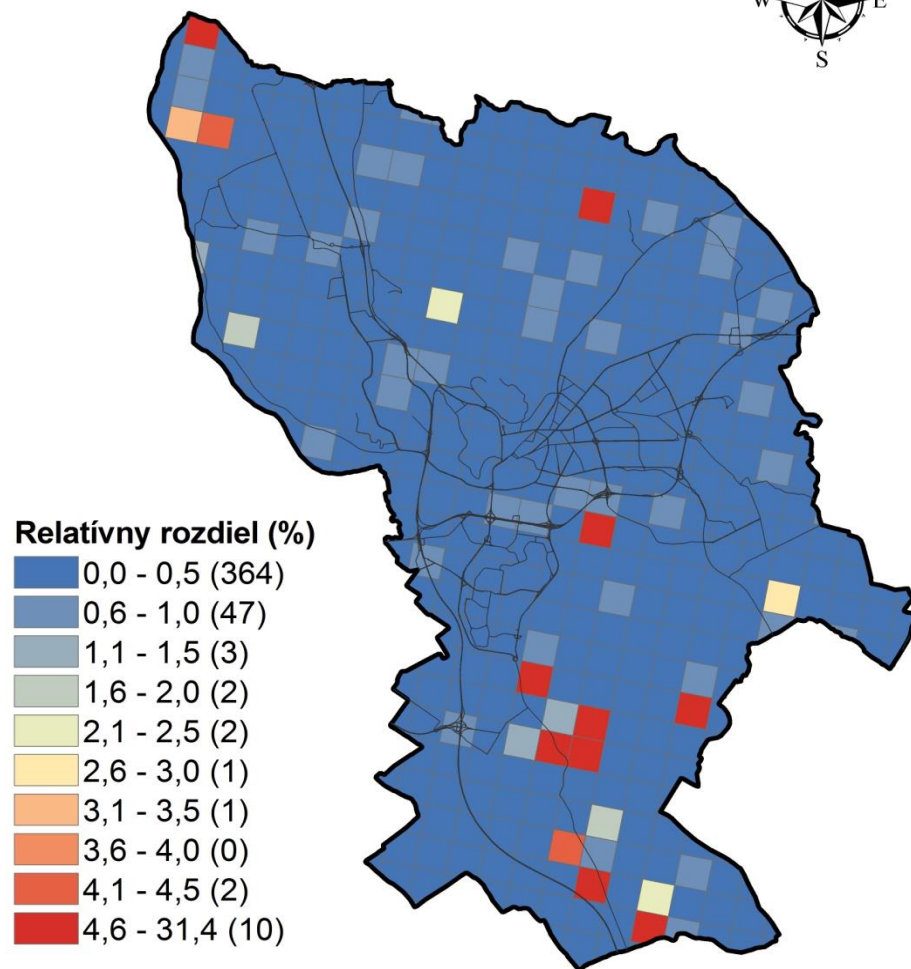
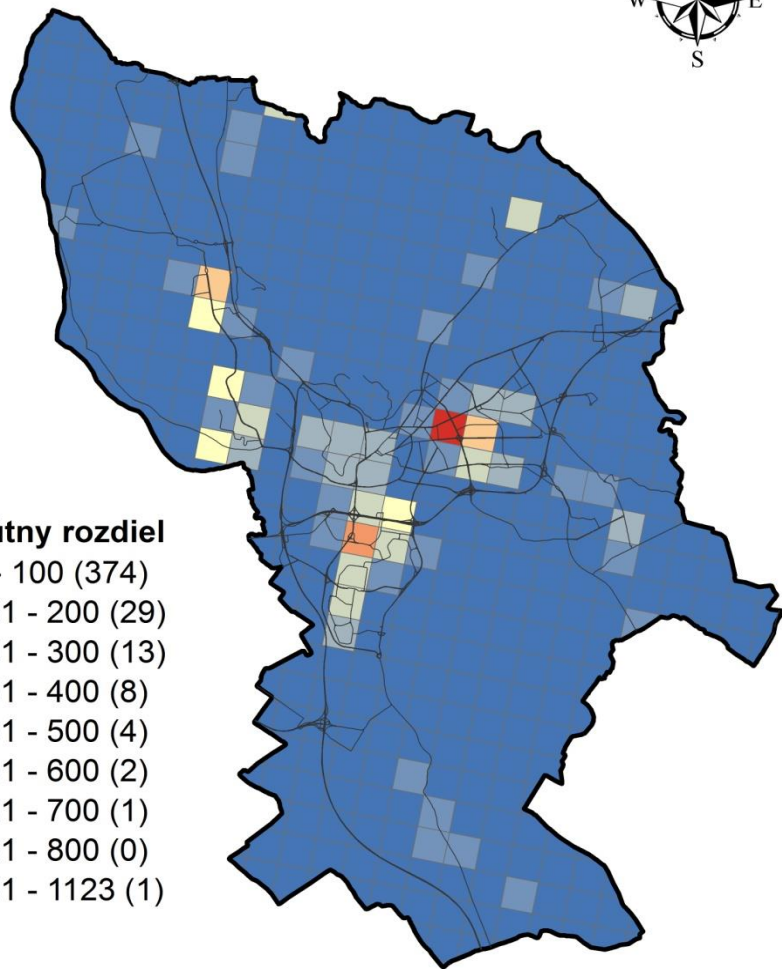


Porovnanie s oficiálnym rastrom 1km x 1km ak parameter B=0,5

0 2 4 8 km



0 2 4 8 km



Celkový absolútny rozdiel: 27107 obyvateľov
Priemer: 63 obyvateľov
Štandardná odchýlka: 183 obyvateľov

Celkový relatívny rozdiel: 9,23%
Priemer: 0,38%
Štandardná odchýlka: 2,19%

Populačný raster mesta Bratislava



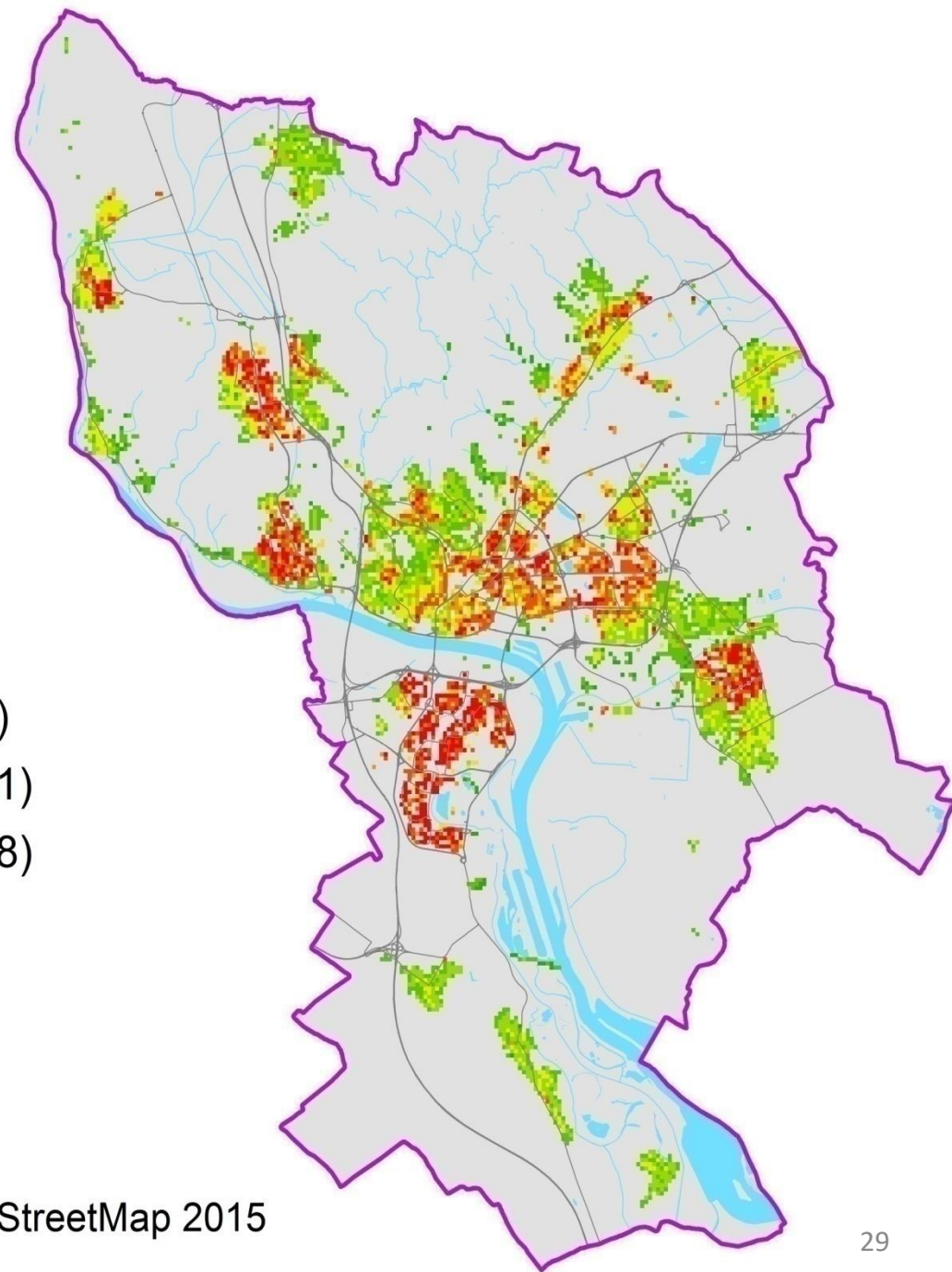
Počet obyvateľov



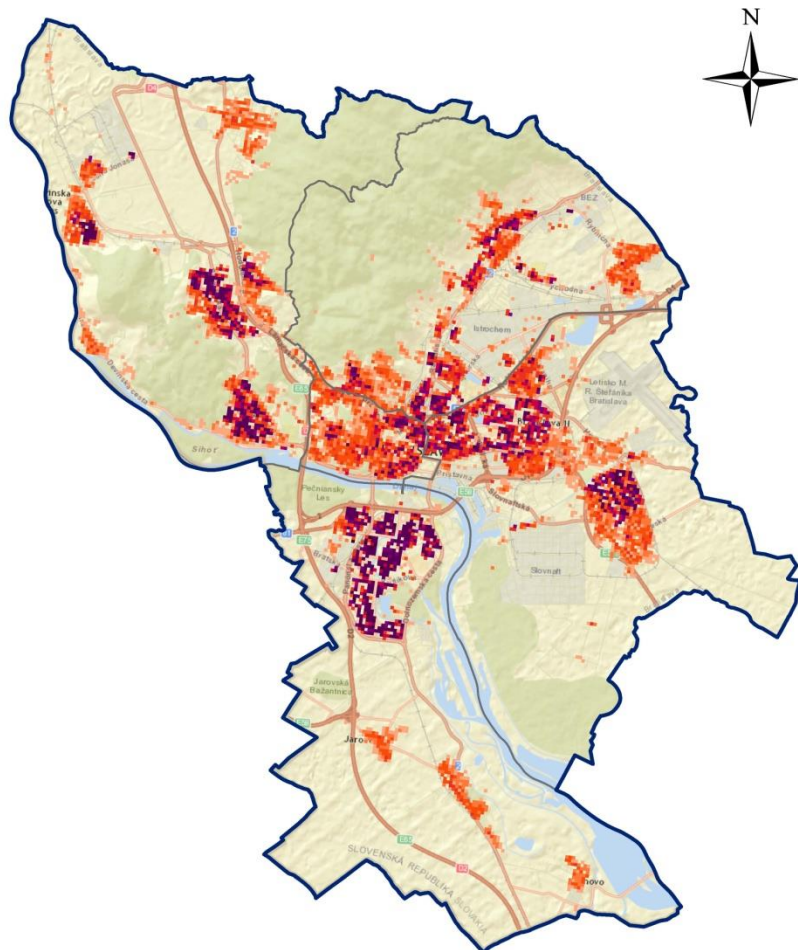
 vodné toky

 cesty

Zdroj: ŠÚSR 2014, Garajová 2015, OpenStreetMap 2015



Neoficiálne poskytnutý populačný raster 100 x 100 m
(vo forme obrázka)



Počet obyvateľov
The total number of population



1 - 10
11 - 25
26 - 50
51 - 100
101 - 150
151 - 200
201 - 500
500 <

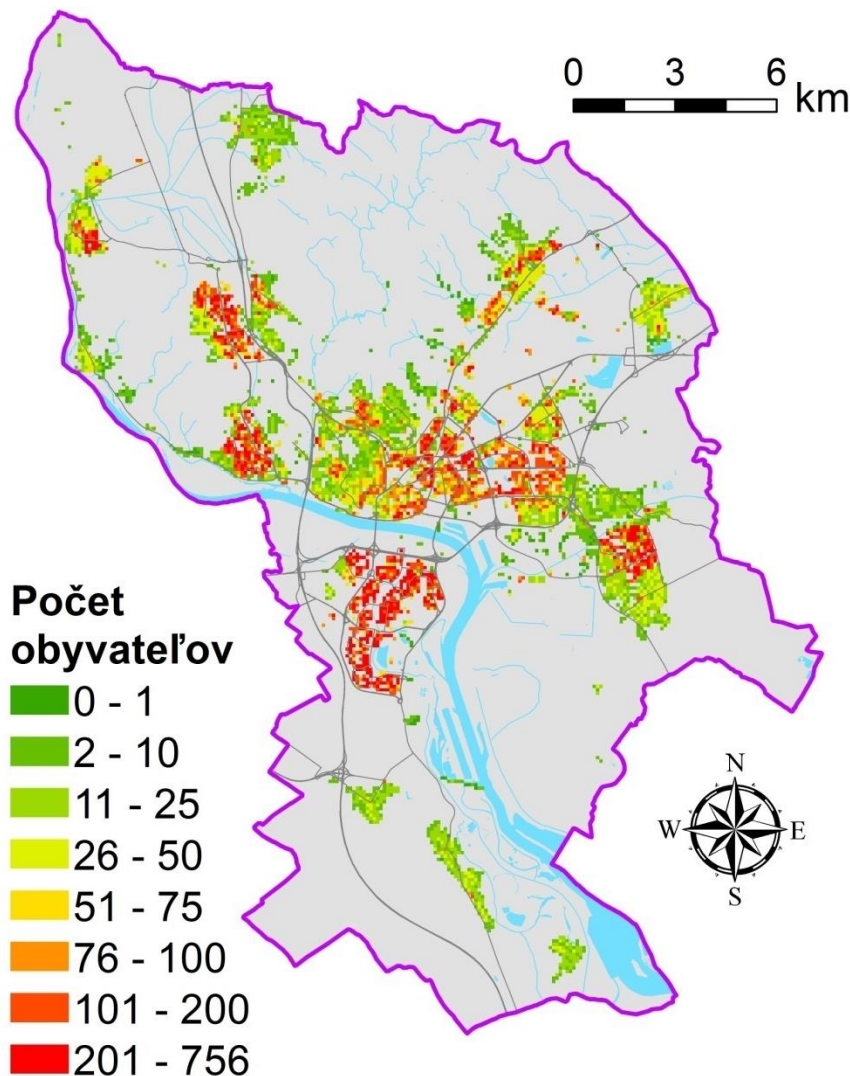
Bratislava

Okresy (LAU 1)

© EFGS 2013, ŠÚ SR 2017, ÚGKK SR 2012
© EFGS 2013, SO SR 2017, GCCA SR 2012
© Oddelenie Sčítania obyvateľov, domov a bytov a priezrezových štatistik, 2017



Naše spracovanie 100 x 100 m



Počet obyvateľov

0 - 1
2 - 10
11 - 25
26 - 50
51 - 75
76 - 100
101 - 200
201 - 756

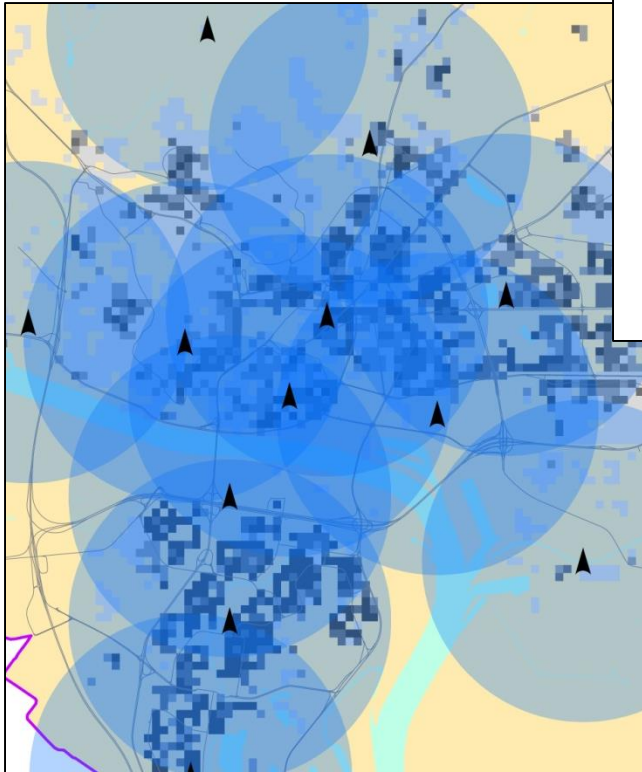


Prečo vznikli chyby

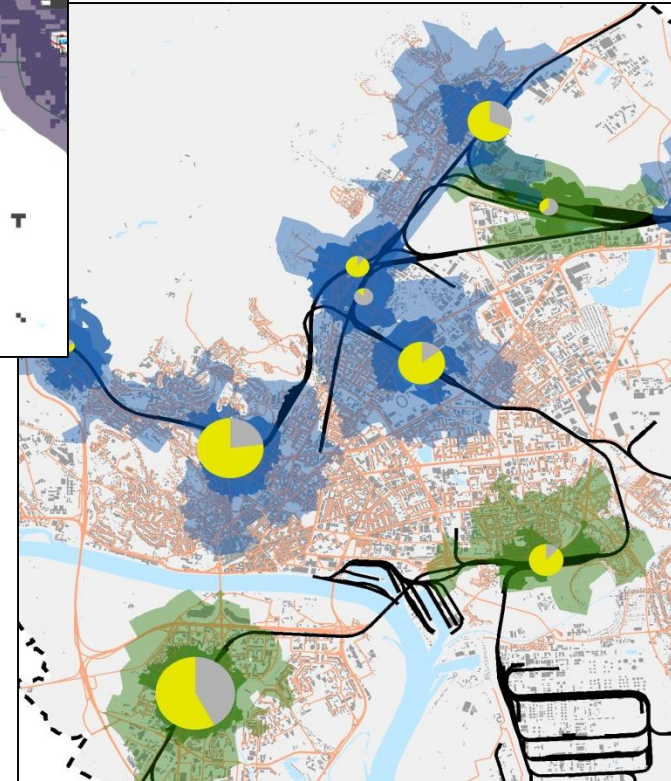
- Oficiálny zdroj - nezverejňovanie (zlučovanie) dôverných údajov v prípade malej početnosti hodnôt
- Prítomné obyvateľstvo (oficiálny raster) vs. obyvateľstvo s trvalým pobytom (naša štúdia)
- Centroidy vs. adresné body
- Nepresnosti v databáze obývaných budov
- Členitosť budov
- Nepresný parameter podielu obývanosti pri polyfunkčných budovách
- Terénne charakteristiky pri určovaní výšky budovy
- Časový nesúlad databáz
- Náhodné chyby a ľudský faktor pri manuálnom dopĺňaní databázy

Ukážky využiteľnosti

Dosah mobilného signálu



Potenciál železničných staníc



Zóny
rýchlej zdravotnej pomoci



pavol.durcek@uniba.sk
dagmar.kusendova@uniba.sk