

# Klubu učiteľov geografie

---

## Vizualizácia O-D dát pomocou online mapovej aplikácie Flowmap.blue

27. 10. 2023

Mgr. Loránt Pregi, PhD.

## Študijný program

## Geografia a geoinformatika

## Ukážka z predmetu

## Metódy tematickej kartografie

## Anotácia

Vhodná kartografická interpretácia a vizualizácia priestorových tokov sú kľúčovými zložkami výskumu priestorových procesov. Dynamicky sa rozvíjajúce GIS technológie a nástroje vytvárajú vhodné podmienky na vznik inovatívnych spôsobov a metód kartografického zobrazenia týchto procesov. Obsah prednášky bude venovaný vybraným kartografickým a geopriestorovým metódam na vizualizáciu priestorových procesov.

**1**

**Kartografická vizualizácia O – D dát**

**2**

**Vizualizácia O – D dát pomocou Flowmap.blue**

**3**

**Využitie Flowmap.blue**

priestorovými procesmi sa zaoberá viacero vedných disciplín

—————→ **existencia niekoľkých rôznych prístupov chápania a vymedzenia tohto pojmu**

priestorové procesy možno vo všeobecnosti definovať **ako zmeny priestorovej lokalizácie ľudí, hmoty či informácií z jedného miesta na druhé, bez ohľadu na periodicitu, účel, smer alebo vzdialenosť týchto pohybov**

niektoré údaje o priestorových procesoch ako **každodenné ľudské aktivity** (dochádzka do zamestnania, do školy, za službami), **migrácia, pohyb vozidiel** sú vďaka moderným technológiám zohľadňujúcich polohu pomocou GPS dát čoraz dostupnejšie

—————→ **v súčasnosti pomocou údajov od mobilných operátorov vieme pomerne detailne a presne identifikovať pohyb ľudí alebo dopravné toky**

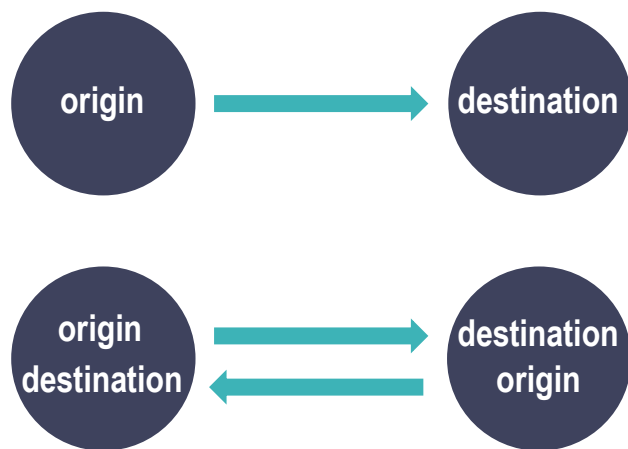
analýza údajov o priestorových procesoch sú veľmi dôležité pre lepšie pochopenie zložitých systémov a ich dynamiky, a to v rôznych oblastiach ako **urbánne plánovanie, plánovanie dopravných sietí, analýza dopravných tokov, logistika a dodávateľské reťazce, výskum migrácie a dochádzky do zamestnania alebo núdzový manažment**

okrem analýzy priestorových procesov je **v geografickom výskume dôležité tieto procesy kartograficky vhodným spôsobom interpretovať a vizualizovať**, keďže zrozumiteľnosť rozsiahlych dát v tabuľkovej podobe je limitovaná

Priestorový proces môžeme z geografického hľadiska chápať ako dvojstranný proces spájajúci priestorové jednotky, z ktorých určité toky vychádzajú (**origin**) a jednotky, do ktorých tieto toky smerujú (**destination**).

V medzinárodnej literatúre sa preto pri popise priestorových dát štandardne používa označenie **origin – destination (O-D) toky**, resp. **origin – destination (O-D) matica**.

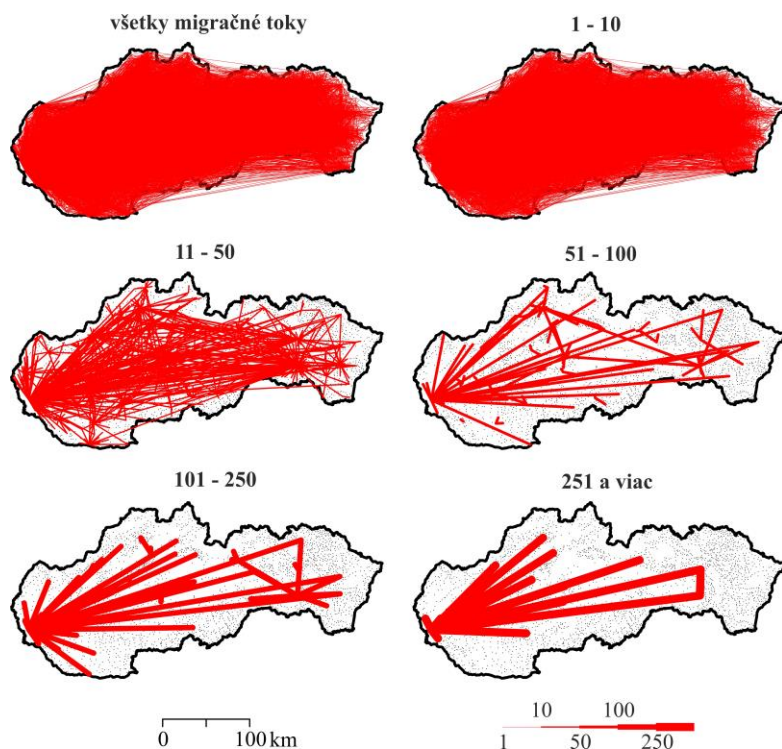
Súbory O-D údajov, ktoré sa často nazývajú aj **“flow data”**, obsahujú údaje o priestorových tokoch medzi dvoma priestorovými jednotkami alebo geografickými bodmi, ktoré sú vyjadrené formou geografických súradníc.



“Long form” podoba O-D údajov			
Origin	Destination	počet tokov	doplňujúce atribúty
$o_1$	$d_1$	x	y
$o_1$	$d_2$	x	y
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$o_n$	$d_n$	x	y

Origin – destination matica tokov				
Destination/Origin	Origin 1	Origin 2	...	Origin n
Destination 1	$o_1 \rightarrow d_1$	$o_2 \rightarrow d_1$	...	$o_n \rightarrow d_1$
Destination 2	$o_1 \rightarrow d_2$	$o_2 \rightarrow d_2$	...	$o_n \rightarrow d_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
Destination n	$o_1 \rightarrow d_n$	$o_2 \rightarrow d_n$	...	$o_n \rightarrow d_n$

- umiestnenie viacerých alebo všetkých tokov do jednej mapy by išlo na úkor jej čitateľnosti
- väčšina štúdií pri mapovom zobrazení priestorového pohybu buď pracuje iba s malým súborom údajov alebo zobrazuje len najdôležitejšie toky, čo spôsobí nielen značnú stratu informácií, ale môže tiež vytvoriť zavádzajúce mapy

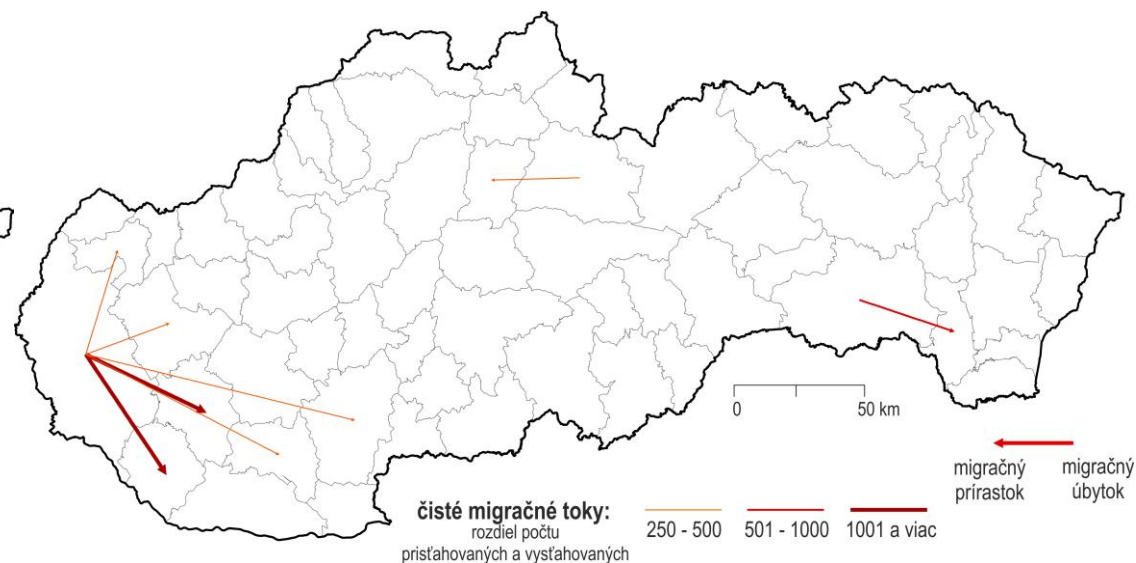
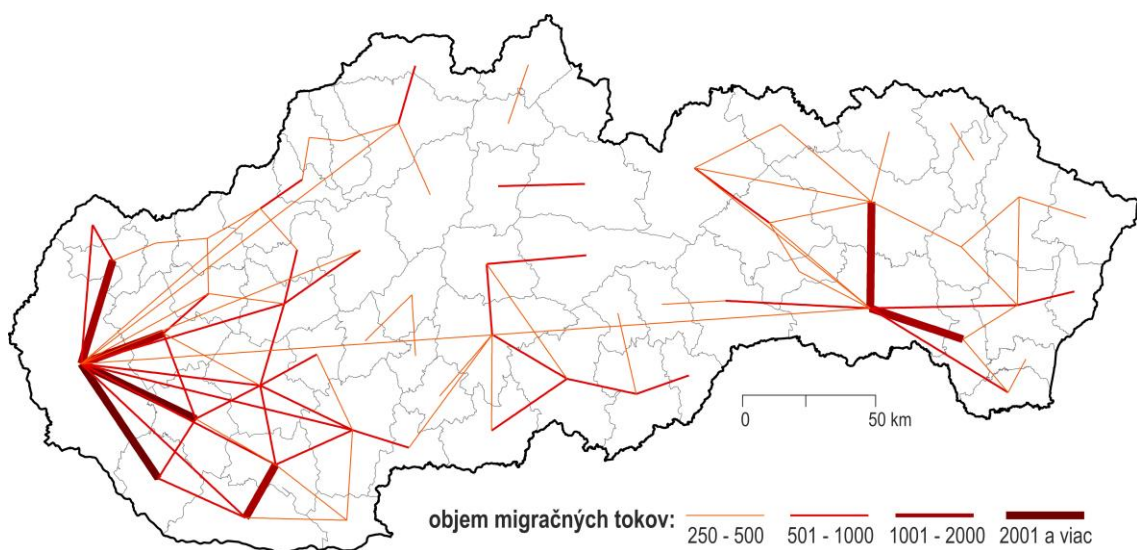


Vyššiu čitateľnosť môžeme dosiahnuť nasledovnými úpravami:

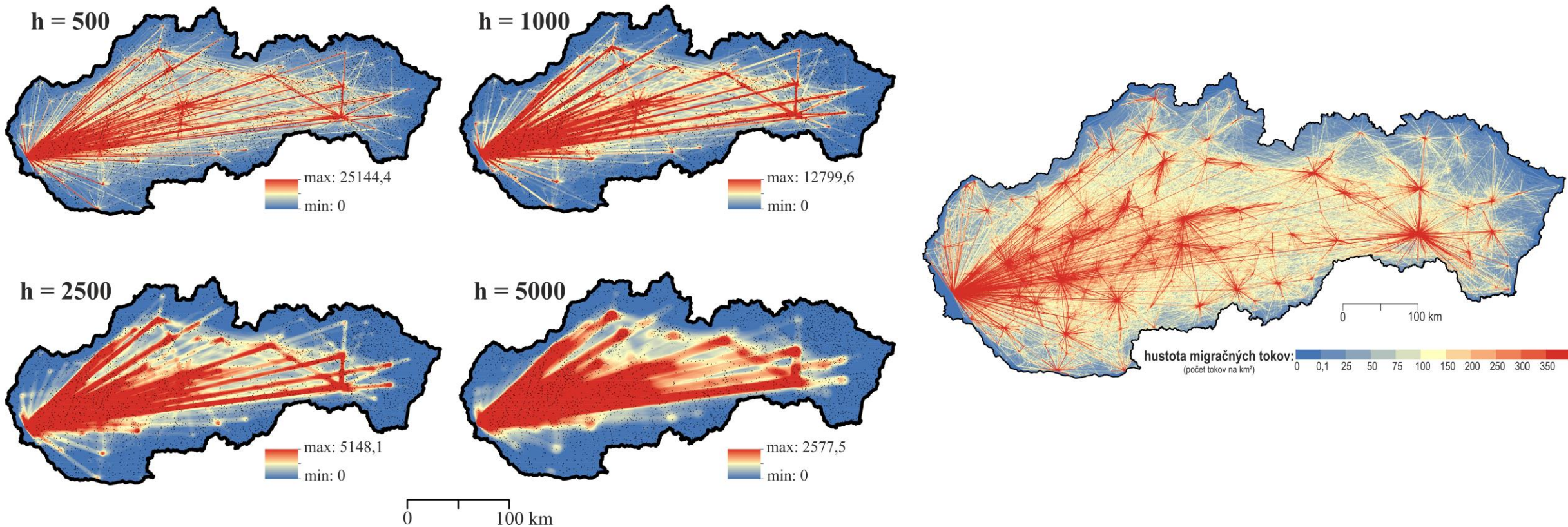
- a) významnejšie migračné toky presunúť pred menej významné migračné toky, aby sme zabránili ich prekryvaniu,
- b) použiť sytejšie a výraznejšie farby a hrubšie čiary pre významnejšie migračné toky,
- c) pre migračné toky s nižšími hodnotami použiť vyššie nastavenie prehľadnosti,
- d) na zvýraznenie významnejších migračných tokov použiť obrysy,
- e) nezobrazovať malé toky (napr. migračné toky s menej ako 10 migráciami), aby sme upriamili pozornosť na dôležitejšie toky veľkého objemu.

## metóda prúdových diagramov (metóda čiarových diagramov)

- nástroj XY to line (ArcMap, QGIS)
- veľkosť tokov medzi dvoma bodmi je znázornená pomocou pruhov alebo čiar rôznej šírky

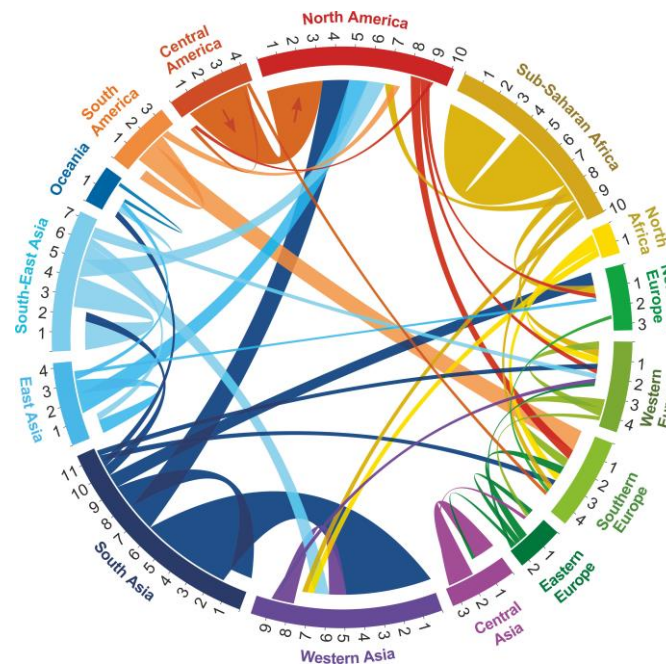
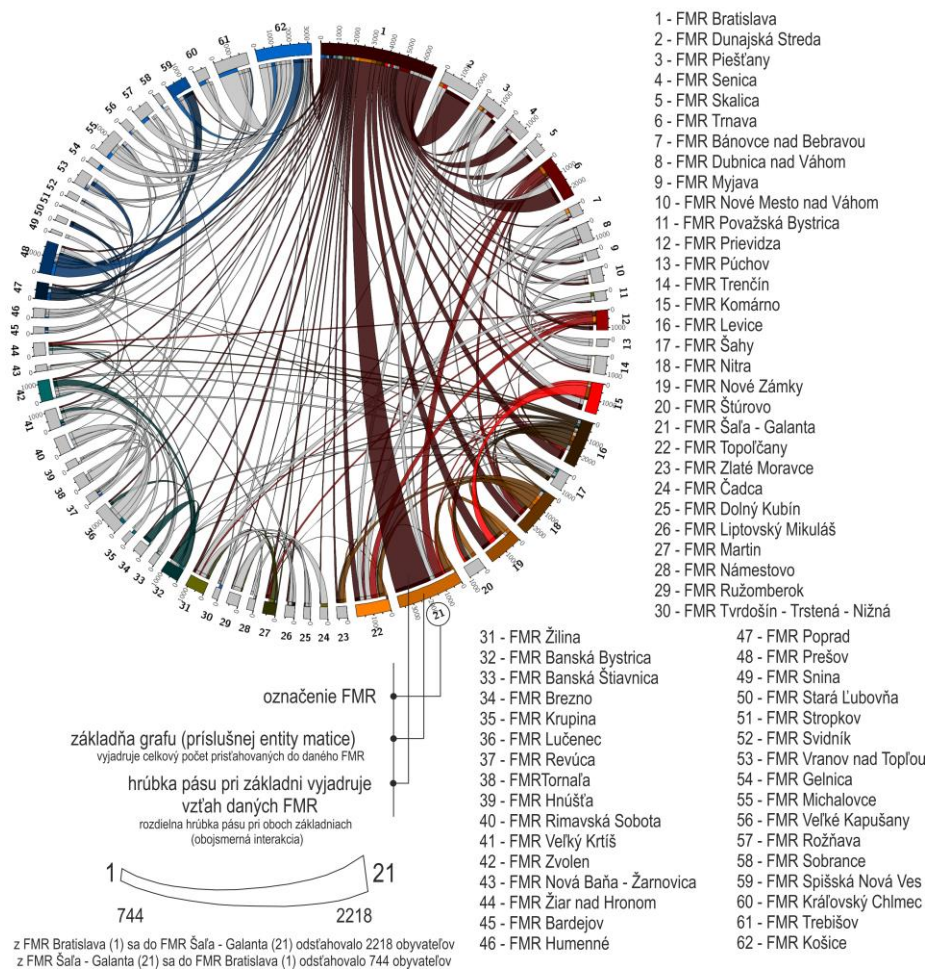


## nástroj Line density (ArcMap)





## cirkulárna vizualizácia

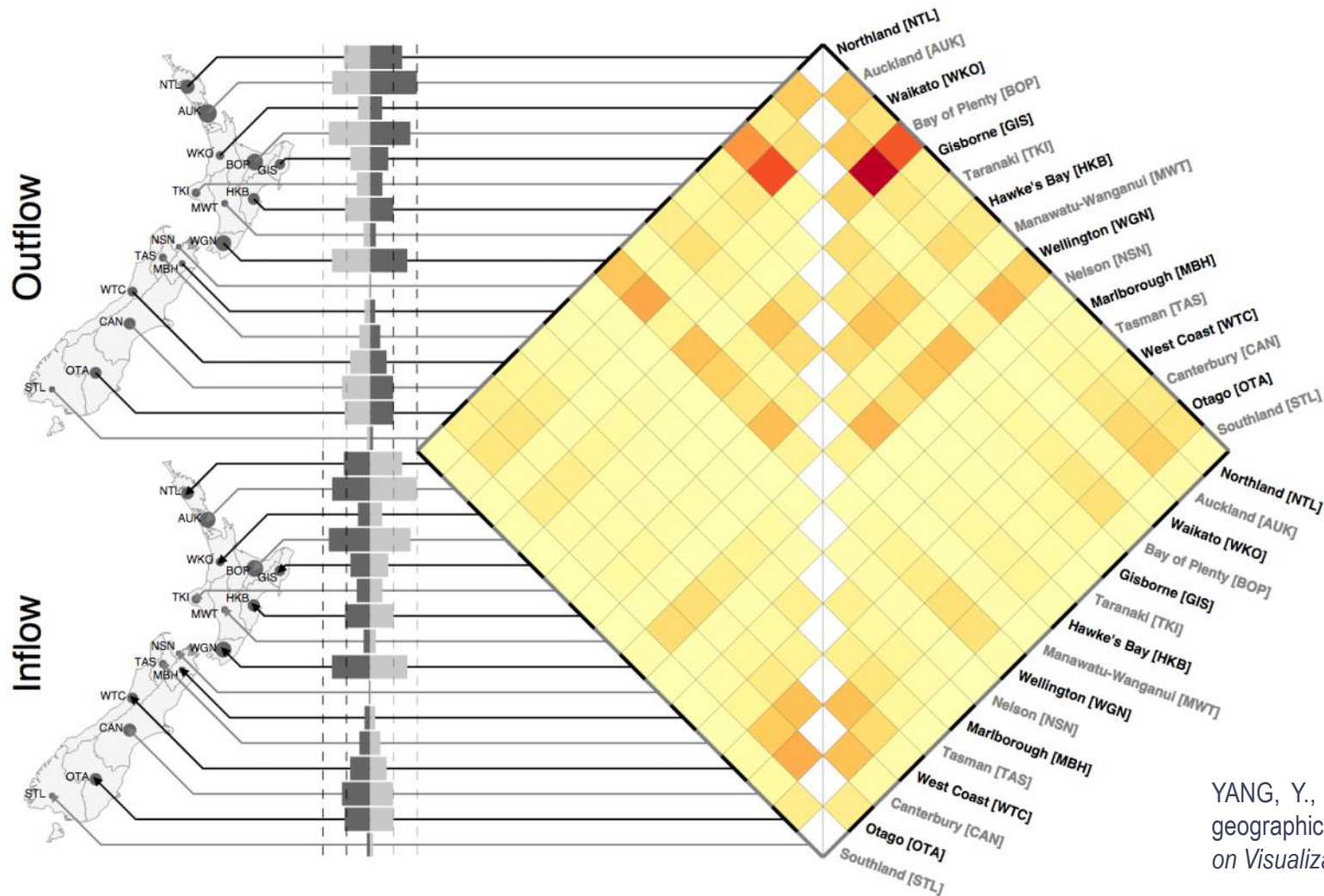


ABEL, G. J., SANDER, N. (2014). Quantifying global international migration flows. *Science*, 343(6178), 1520-1522.

[http://download.gsb.bund.de/BIB/global\\_flow/](http://download.gsb.bund.de/BIB/global_flow/)

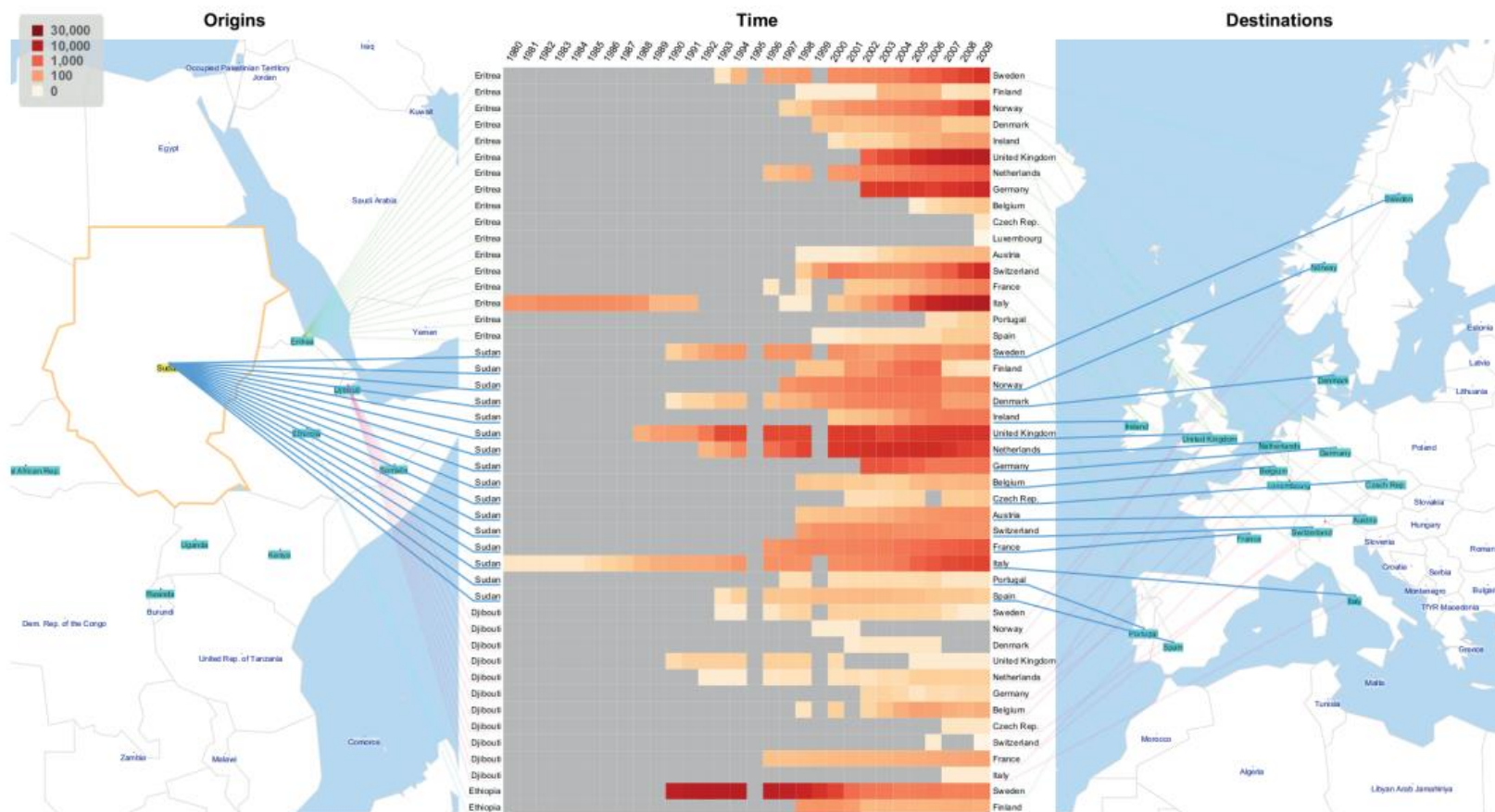
- online aplikácia CIRCOS (<http://circos.ca>)
- nástroj pracuje s dátami, ktoré sú zapísané v podobe štvorcovej matice vo formáte txt., pričom jednotlivé hodnoty musia byť oddelené tabulátormi
- chord diagramy sú vytvorené so vzájomnou interakciou vstupných dát, čo znamená, že diagramy znázorňujú migračné toky z miesta A do miesta B, a zároveň aj v opačnom smere, z miesta B do miesta A
- hodnoty migračných tokov sú zobrazené rôznou hrúbkou pruhu pri základni
- hrúbka pásu na oboch koncoch vyjadruje reálne hodnoty migračných tokov

## metóda Maptrix



YANG, Y., DWYER, T., GOODWIN, S., MARRIOTT, K. (2017). Many-to-many geographically-embedded flow visualisation: An evaluation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(1), 411-420.

## metóda Flowstrates



BOYANDIN, I., BERTINI, E., BAK, P., LALANNE, D. (2011). Flowstrates: An approach for visual exploration of temporal origin-destination data. *Computer Graphics Forum*, 30(3), 971–980.

CartoMap



Gephi



Power BI



Teralytics



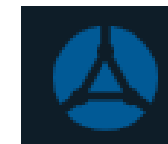
Tableau



Flowmap.blue



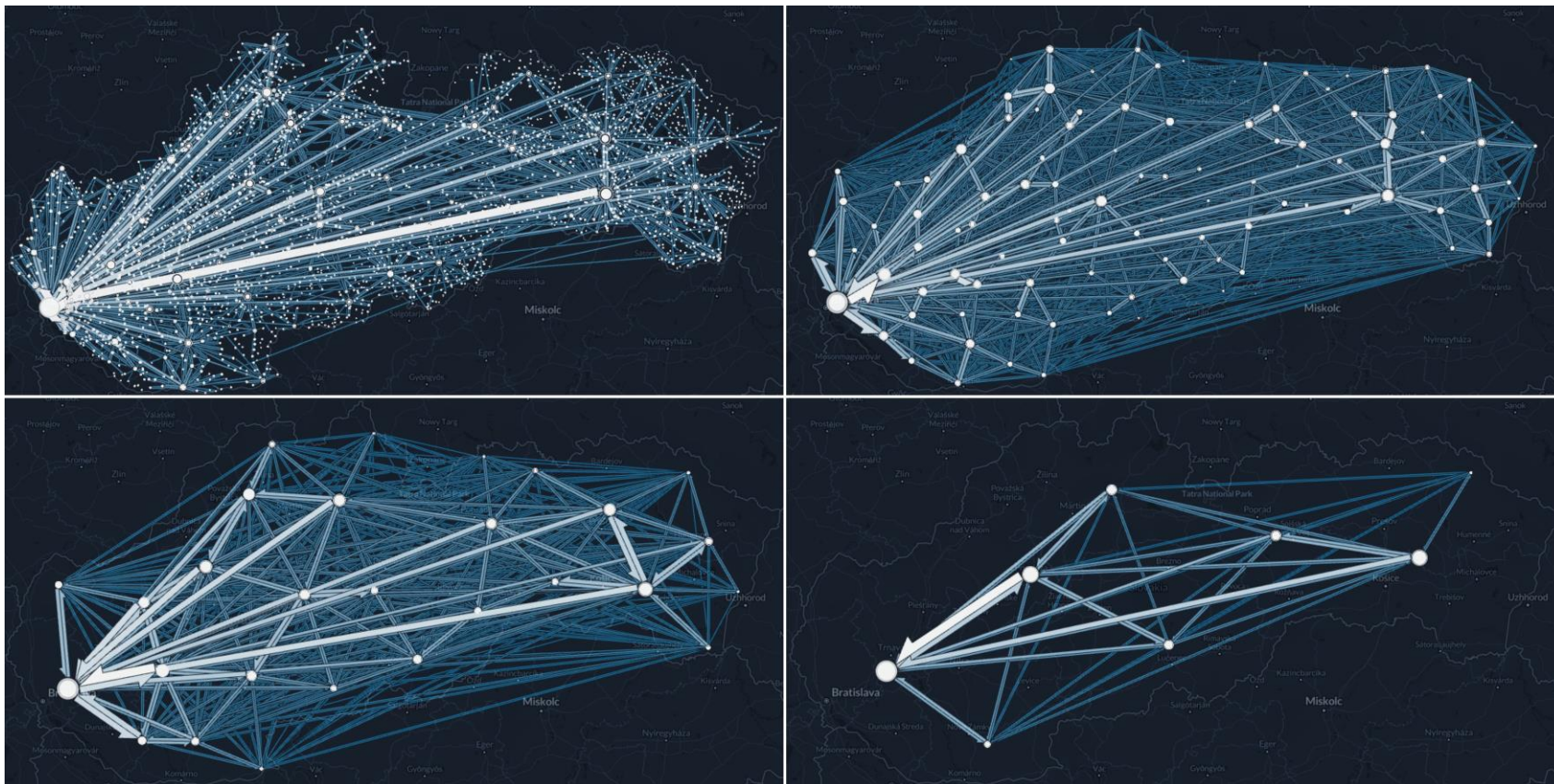
Flowmap City



- súbory s O-D údajmi v závislosti od počtu východiskových a cieľových bodov a množstva interakcií medzi týmito bodmi môžu mať aj desiatky tisíc riadkov
- takéto veľké súbory údajov nie je možné úplne vizualizovať na jednom obrázku
- aby bol akýkoľvek nástroj alebo akákoľvek metóda na vizualizáciu O-D údajov užitočná, musí spĺňať základnú požiadavku, a to, aby výsledná mapa bola dostatočne čitateľná a informatívna
- jednou z možností, ako túto požiadavku zachovať, je vizualizácia priestorových procesov pomocou mapovej aplikácie Flowmap.blue

# Vizualizácia O – D dát pomocou Flowmap.blue

## Flowmap.blue



- Flowmap.blue je voľne dostupná interaktívna webová aplikácia vytvorená v jazyku JavaScript na vizualizáciu priestorových údajov
- tvorcom mapovej aplikácie je ruský softvérový inžinier **Ilya Boyandin**
- aplikácia okrem statickej kartografickej interpretácie umožňuje aj **dynamickú simuláciu**, resp. **animáciu O-D tokov** v rôznych časových obdobiach, a taktiež zobrazí aj najmenšie O-D toky, ktoré by mohli ostať v statickej mapovej podobe skryté

Loránt Pregi

[Vnútrotná migrácia na Slovensku v období 2010 - 2014](#)

# Využitie Flowmap.blue

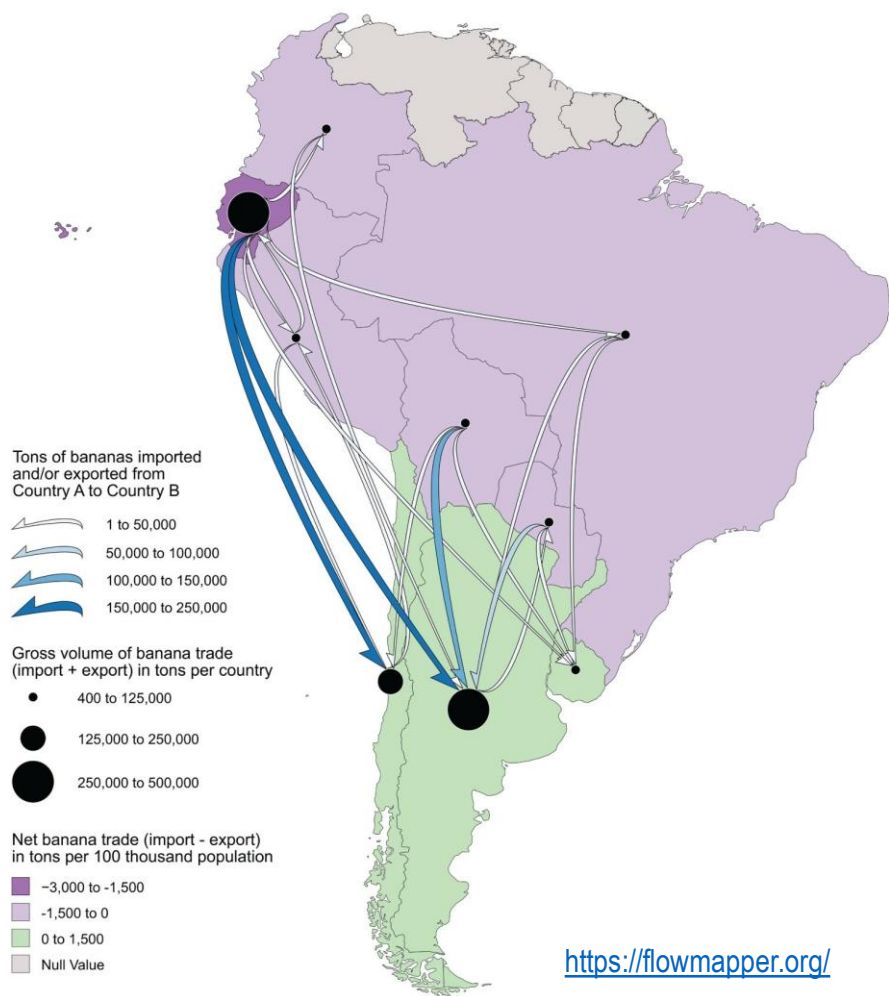
- najčastejšie sa Flowmap.blue využíva na vizualizáciu **migračných tokov**
  - vo výskume migrácie okrem procesov a trendov vzťahujúcich sa na konkrétnu priestorovú jednotku, je dôležité identifikovať a kartograficky interpretovať aj **smer** a **objem migračných tokov**, teda poznať **odkiaľ a kam smerujú migračné toky** a **aké početné skupiny sa presúvajú**
  - charakteristiky migračných tokov poskytujú nielen informáciu týkajúcu sa určitej priestorovej jednotky, ale navyše informujú aj **o priestorových väzbách** (objeme, intenzite alebo smeroch) medzi konkrétnymi priestorovými jednotkami
  - pri kartografickej interpretácii migračných tokov sa najčastejšie využíva **agregácia údajov na základe priestorových jednotiek** alebo **na základe samotných tokov**
    - agregačná metóda usporiada priestorové jednotky do väčších oblastí alebo zhlukuje toky, čo podstatne znižuje počet tokov
    - výsledné mapy však zobrazujú len najdôležitejšie migračné toky alebo toky medzi vybranými priestorovými jednotkami, tým pádom dochádza k významnej strate informácií
    - vzhľadom na to, že Flowmap.blue umožňuje kartografickú interpretáciu všetkých migračných tokov na jednej mape, túto aplikáciu možno považovať za veľmi vhodný nástroj na vizualizáciu migračných väzieb, predovšetkým na lokálnej úrovni
- Flowmap.blue sa často využíva aj na kartografickú interpretáciu **dochádzkových tokov do zamestnania**
  - podobne ako pri analýze migračných tokov aj vo výskume dochádzky do zamestnania je dôležité identifikovať dochádzkové väzby medzi jednotlivými priestorovými jednotkami
  - pomocou Flowmap.blue možno prehľadnou formou vizualizovať smer a objem dochádzkových tokov, poukázať na zmeny v priestorovom rozložení dochádzkových centier a dochádzkových tokov.



- potenciál vo využití tejto aplikácie možno vidieť okrem vedeckých výskumov a výstupov aj v **komerčnej sfére**.
  - vďaka možnosti zobrazenia veľkého množstva O-D tokov je Flowmap.blue vhodný mapový nástroj na analýzu a **vizualizáciu dopravných tokov**, či už **medzinárodných** (napr. vizualizácia leteckej dopravy), **vnútroštátnych** (napr. vizualizácia individuálnej dopravy) ale aj **vnútromestských** (napr. vizualizácia bikesharingu)
    - zvyšujúci sa podiel individuálnej dopravy spôsobuje stále väčšie kapacitné problémy na pozemných komunikáciách
    - prudký nárast cestujúcich a globalizáciu dopravy sledujeme v leteckej doprave ako aj vo využití služieb zdieľanej mobility
    - pomocou Flowmap.blue je možné tieto zložité priestorové vzorce dopravných tokov identifikovať a prehľadne vizualizovať
- okrem dopravných tokov je pomocou Flowmap.blue možné vizualizovať napríklad aj **šírenie informácií, finančných** (napr. remitencie) alebo **obchodných tokov**
- vďaka jednoduchému použitiu možno Flowmap.blue využiť aj vo **vzdelávacom procese**
  - prostredníctvom tejto mapovej aplikácie môže vyučujúci podávať žiakom informácie o rôznych priestorových procesoch pútavou formou a interaktívne ich zapájať do priebehu vzdelávacieho procesu
  - aplikácia ponúka možnosti využitia vo vzdelávacom procese na rôznych stupňoch štúdia a na rôznych predmetoch ako geografia, biológia alebo dejepis
  - študenti sa okrem nadobudnutia základných poznatkov z učebných textov pomocou tejto aplikácie môžu sa naučiť vyhľadať, spracovať a jednoduchým spôsobom aj kartograficky vizualizovať rôzne priestorové procesy
  - v zmysle využitia jednotlivých organizačných foriem vyučovania môžu študenti vytvárať vlastné mapové výstupy a tak lepšie pochopiť základné trendy niektorých priestorových procesov, ako napríklad súčasné migračné trendy na Slovensku alebo vo svete, rôzne migračné vlny v minulosti alebo migráciu živočíchov

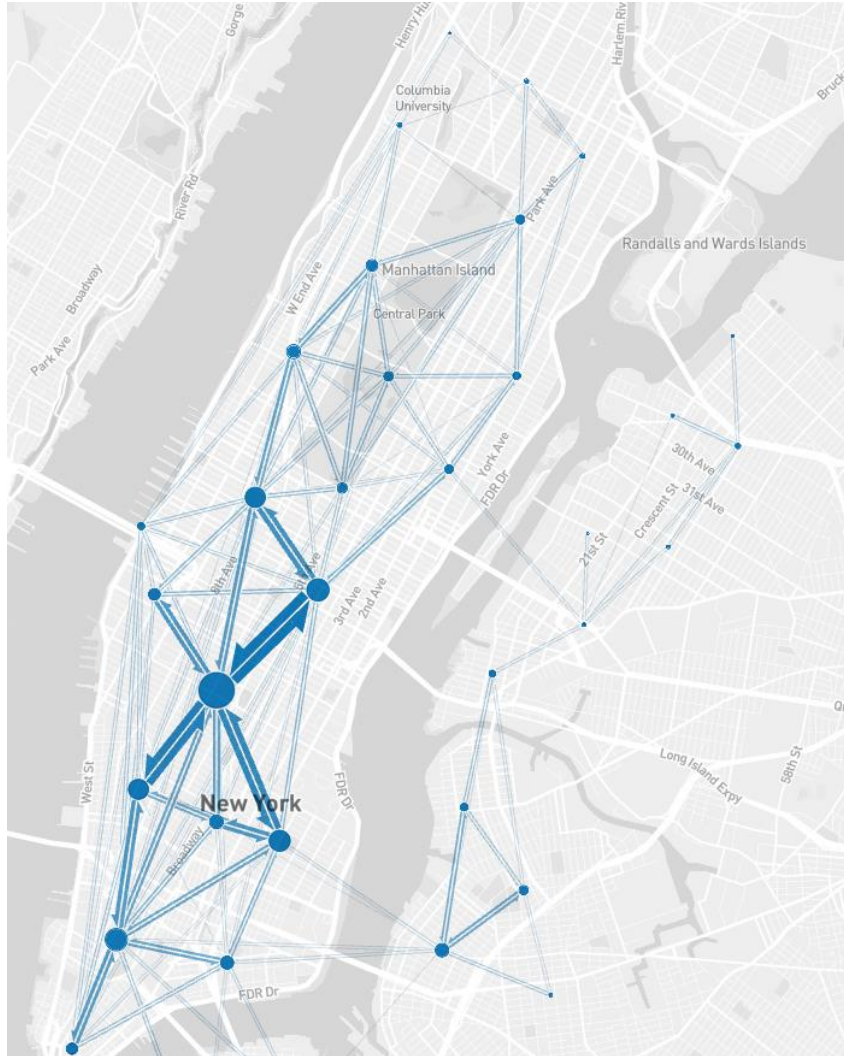
## Flowmapper

### Banana trade between countries in South America



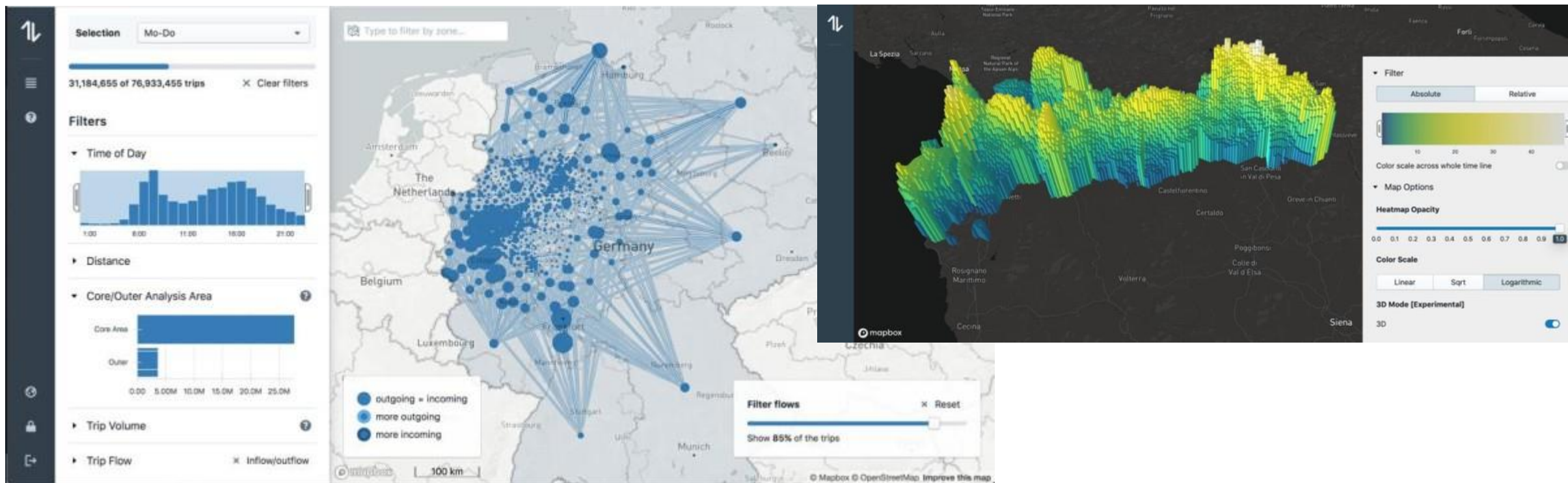
KOYLU, C., TIAN, G., WINDSOR, M. (2022). FlowMapper.org: A web-based framework for designing origin-destination flow maps. *Journal of Maps*, 19(1).

query.flowmap.blue

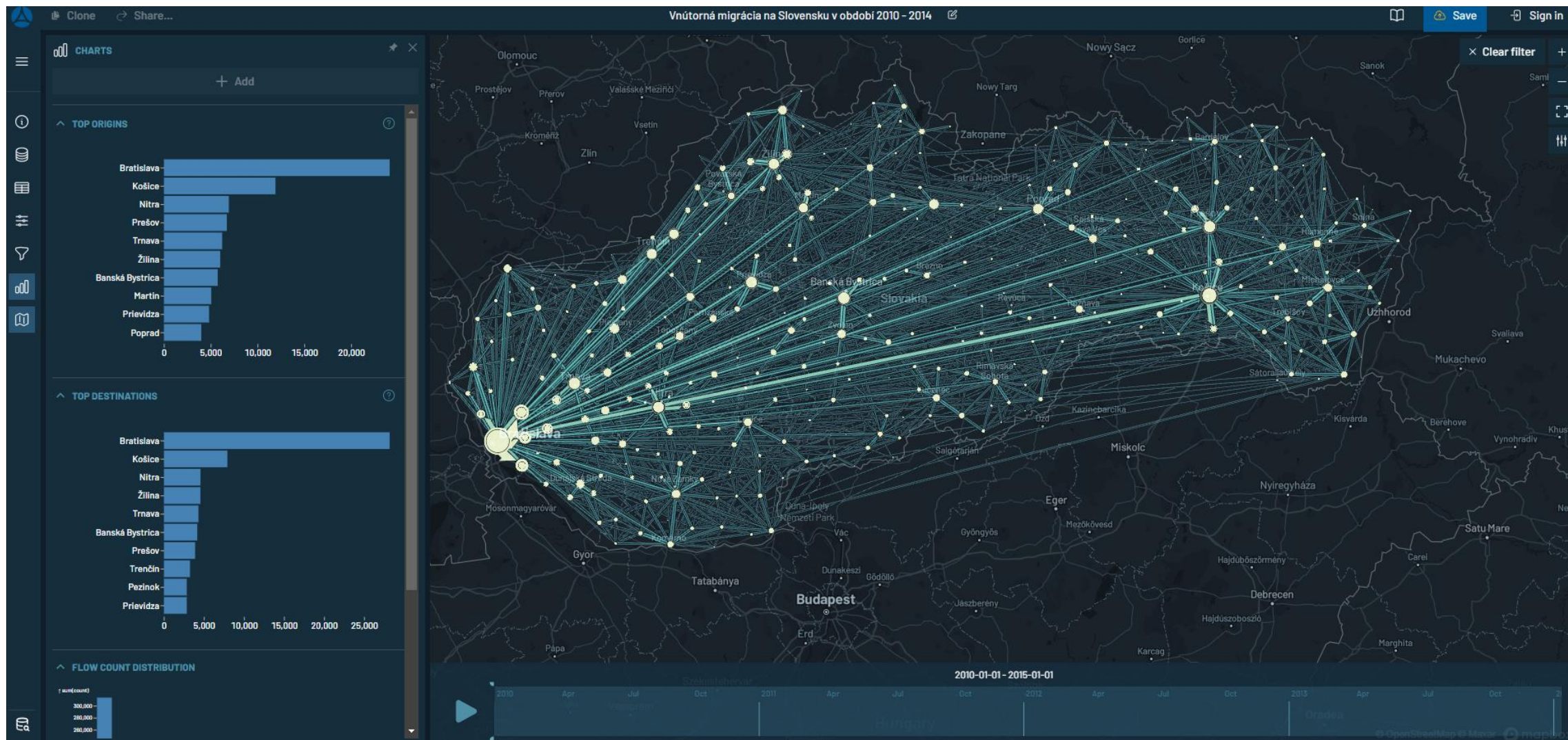


NYC Citibike trips 2018

## TERALYTICS



## Flowmap City



## priestorové interakcie a procesy sa dynamicky menia a sú čoraz zložitejšie

- ➔ dôležitou a aktuálnou výzvou pre geografiu je preto popri analýze dostupné dáta aj primerane a zrozumiteľne kartograficky interpretovať
- ➔ vizualizáciu zložitých priestorových tokov umožňuje široká škála karto 34 grafických metód, mapových aplikácií a softvérov

## oproti tradičným kartografickým metódam a mapovým softvérom je technológia Flowmap.blue **efektívnejšia a flexibilnejšia** vo viacerých smeroch

- ➔ mapová aplikácia je pre používateľov voľne dostupná na stránke Flowmap.blue
- ➔ okrem internetového prehliadača sa nevyžaduje inštalácia žiadneho ďalšieho softvéru alebo špecifického doplnku
- ➔ aplikácia je intuitívna, používateľsky nenáročná a vďaka svojmu jednoduchému použitiu umožňuje efektívnym spôsobom vytvárať a zdieľať interaktívne O-D mapy priamo z tabuliek Google
- ➔ Flowmap.blue tak výrazne urýchľuje a zjednodušuje vizualizáciu dát o rôznych priestorových procesoch
- ➔ prínosom tejto mapovej aplikácie je predovšetkým možnosť vizualizácie veľkého množstva O-D údajov, a to vo veľmi efektívnej vizuálnej podobe
- ➔ za nevýhodu aplikácie možno považovať predovšetkým to, že priestorové toky je možné vizualizovať iba na základe jedného vybraného parametra a nemožno ich kombinovať, navyše použitie aplikácie limituje aj to, že okrem interaktívnej mapy sú zverejnené aj zdrojové údaje

- ABEL, G. J., SANDER, N. (2014). Quantifying global international migration flows. *Science*, 343(6178), 1520-1522.
- BOYANDIN, I., BERTINI, E., BAK, P., LALANNE, D. (2011). Flowstrates: An approach for visual exploration of temporal origin-destination data. *Computer Graphics Forum*, 30(3), 971–980.
- KOYLU, C., TIAN, G., WINDSOR, M. (2022). FlowMapper.org: A web-based framework for designing origin-destination flow maps. *Journal of Maps*, 19(1).
- PREGI, L., NOVOTNÝ, L., GÁBOR, Š. (2022). Vizualizácia priestorových procesov pomocou online mapovej aplikácie Flowmap.blue. *Kartografické listy*, 30(1), 2138.
- YANG, Y., DWYER, T., GOODWIN, S., MARRIOTT, K. (2017). Many-to-many geographically-embedded flow visualisation: An evaluation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(1), 411-420.



[www.uge.science.upjs.sk](http://www.uge.science.upjs.sk)



### Kontakt

+421 55 2342590

[ug@upjs.sk](mailto:ug@upjs.sk)

### Adresa

Ústav geografie

Jesenná 5

040 01 Košice

LinkedIn 

SC 57189989330

iD 0000-0003-4921-4977

### Kontakt

+421 55 2342353

[lorant.pregi@upjs.sk](mailto:lorant.pregi@upjs.sk)

Mgr. Loránt PREGI, PhD.

**Ďakujem za pozornosť**