

Analyza topologických vlastností dopravných sietí

(Bakalárska práca)

Martin Kopecký

1. Abstrakt

Cieľom bakalárskej práce bolo vypracovať dostatočný prehľad o najrôznejších štatistických ukazovateľoch určených pre rôzne topológie sietí a následne tieto štatistiky aplikovať na dostupných GIS dátach. Snahou bolo pokúsiť sa nájsť spoločné prípadne odlišné body, ktoré charakterizujú tieto siete. Použili sme pri tom rôzne programové nástroje a dostupné knižnice umožňujúce spočítať štatistické ukazovatele. Priblížili sme si postup spracovania dostupných dát a zároveň bližšie rozobrali niekoľko vlastností sietí, ktoré sme sa neskôr snažili skúmať. Následne sme z dostupných dopravných sietí spracovaných do dátovej podoby vytvorili grafy, na ktoré sme aplikovali viaceré metódy pre zisťovanie vlastností grafov.

2. Použité siete



Cestná sieť Európskych štátov

Štatistické ukazovatele sme aplikovali na cestnej a železničnej sieti 23 štátov Európy.

3. Ukážky štatistických ukazovateľov použitých v práci

Betweenness centralita - ukazovateľ je založený na hypotéze, že väčší počet trás, na ktorých sa vrchol alebo hrana zúčastňuje znamená zvýšenú dôležitosť daného vrcholu alebo hrany. Interakcie medzi vrcholmi existujú iba po najkratšej ceste medzi každou dvojicou uzlov.

$$B_u = \sum_{ij} \frac{\sigma(i, u, j)}{\sigma(i, j)}$$

$\sigma(i, u, j)$ – počet najkratších ciest medzi bodmi i a j , ktoré prejdú cez vrchol alebo hranu

$\sigma(i, j)$ – je celkový počet najkratších ciest medzi bodmi i a j

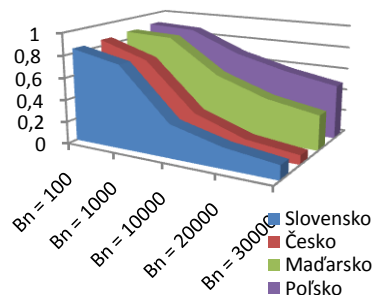
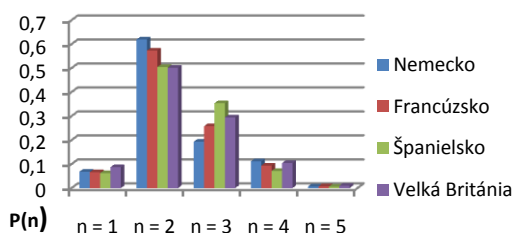
Ukazovatele odolnosti - sieť považujeme za odolnú, ak si je schopná udržať svoju celistvosť aj v tom v prípade, ak niektoré jej časti už nie sú použiteľné. Veľmi častým prístupom pri analýze odolnosti siete je porovnanie určitej vybranej vlastnosti vypočítanej v grafe odpovedajúcom pôvodnému grafu a v grafe, z ktorého boli niektoré časti vymazané. Náhodne sme vymazávali hrany sekvencne po jednej a popritom sme porovnávali vlastnosť zvanú **efektivita**.

$$E(G) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j \in G} \frac{1}{d_{ij}}$$

N – počet vrcholov v sieti

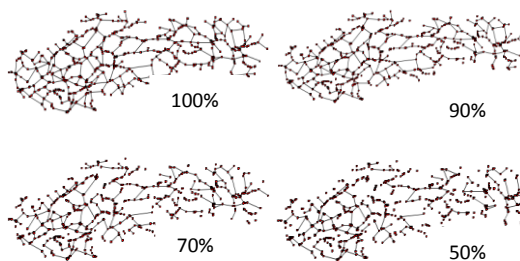
d_{ij} – dĺžka najkratšej cesty medzi 2 vrcholmi

4. Histogram vrcholov pre stupeň vrcholov a betweenness centrality



Kumulatívna distribučná funkcia pre hodnoty betweenness centrality v cestnej sieti.

5. Skúmanie odolnosti siete



Ilustrácia postupného vymazávania hrán v cestnej sieti Slovenska.

Efektivita siete vymazávaním hrán postupne klesá.

Globálna efektivita v cestnej sieti

