

Spracovanie a vizualizácia tokov cestujúcich verejnou osobnou dopravou

Spracovanie a vizualizácia tokov cestujúcich verejnou osobnou dopravou

Ing. Stanislav Piecka, PhD.

Ing. Tomáš Brůna

Ing. Marek Víglas

TransData s.r.o.

Abstrakt

Tento článok navrhuje vhodné metódy vizualizácie tokov cestujúcich vo verejnej doprave a predstavuje nový nástroj vyvinutý spoločnosťou TransData s.r.o. na podporu prevádzkovateľov verejnej dopravy a miestnych orgánov pri optimalizácii ich služieb. Tento nástroj poskytuje užívateľsky prívetivé rozhranie, ktoré umožňuje dispečerom a zamestnancom miestnych orgánov jednoduchý prístup a vizualizáciu údajov o tokoch cestujúcich, čo im umožňuje prijímať rozhodnutia o plánovaní cestovných poriadkov a trás na základe reálnych informácií. Metódy použité na vytvorenie nástroja zahŕňajú zber a spracovanie údajov, vizualizačné techniky a návrh používateľského rozhrania. Článok prezentuje výsledky prípadovej štúdie uskutočnenej s prevádzkovateľom verejnej dopravy, ktorá demonštruje efektívnosť nástroja pri zlepšovaní kvality služieb a znižovaní prevádzkových nákladov. Navrhované metódy a nástroje ponúkajú cenný prínos pre oblasť verejnej dopravy a majú potenciál byť prínosom pre cestujúcich aj prevádzkovateľov.

Kľúčové slová: verejná doprava, toky cestujúcich, vizualizačný nástroj, plánovanie trasy

Abstract

This article proposes appropriate methods for visualizing passenger flows in public transport and presents a new tool developed by the company TransData s.r.o. to support public transport operators and local authorities in optimizing their services. The tool provides a user-friendly interface that allows dispatchers and local authority employees to easily access and visualize data on passenger flows, enabling them to make informed decisions about scheduling and route planning. The methods used to create the tool include data collection and processing, visualization techniques, and user interface design. The article presents the results of a case study conducted with a public transport operator, demonstrating the effectiveness of the tool in

Spracovanie a vizualizácia tokov cestujúcich verejnou osobnou dopravou

improving service quality and reducing operational costs. The proposed methods and tool offer a valuable contribution to the field of public transport and have the potential to benefit both passengers and operators.

Keywords: public transport, passenger flows, visualization tool, route planning

Úvod

Verejná doprava zohráva kľúčovú úlohu v mestskej mobilite a optimalizácia jej prevádzky je rozhodujúca pre zabezpečenie efektívnej dopravy pre cestujúcich. Na dosiahnutie tohto cieľa potrebujú prevádzkovatelia verejnej dopravy a miestne orgány prístup k údajom, ktoré poskytujú prehľad o tokoch a správaní cestujúcich. S pomocou technológií je dnes možné vytvárať nástroje, ktoré umožňujú dispečerom a pracovníkom miestnych úradov jednoducho pristupovať, spracovávať a vizualizovať dopravné dáta. Takéto nástroje môžu poskytnúť spôsob, ako získať cenné informácie pre podporu zlepšovania kvality dopravy. Možno ich použiť na optimalizáciu cestovných poriadkov vozidiel verejnej dopravy, zlepšenie celkovej skúsenosti cestujúcich a zníženie prevádzkových nákladov. V tomto článku predstavujeme nový softvérový nástroj na spracovanie a vizualizáciu tokov cestujúcich, ktorý má potenciál na zlepšovanie služieb prevádzkovateľov verejnej dopravy a samosprávy.

Metodika

V tejto štúdii sme sa zaoberali zberom, spracovaním a rôznorodou vizualizáciou údajov s cieľom vyvinúť spomínaný nástroj pre prevádzkovateľov verejnej dopravy a miestne orgány v úlohe objednávateľov dopravy. Zber údajov zahŕňal použitie automatizovaných systémov, ako sú štatistiky z predaja hotovostných a elektronických cestovných lístkov, automatické počítadlá cestujúcich (APC) a globálne polohovacie systémy (GPS). Tieto systémy nám poskytli hodnoverné informácie o tokoch cestujúcich a pohybe vozidiel verejnej dopravy. Zozbierané údaje, v prípade jász dopravou kartou aj so známymi prestupmi, boli následne spracované pomocou nástrojov a osvedčených metód na analýzu údajov (Demissie 2013). To umožnilo tvorbu vierohodnej vizualizácie údajov, ktorá poskytuje prehľad o správaní a pohybe cestujúcich. Nástroj bol vyvinutý za použitia štandardných princípov (Zeng 2013 a 2014) návrhu

používateľského rozhrania, čím sa zabezpečilo jednoduché a intuitívne používanie. Nakoniec bola vykonaná prípadová štúdia nad reálnymi údajmi, aby sa preukázala účinnosť nástroja pri získavaní cieľových informácií, ktoré prispievajú k zvyšovaniu kvality služieb verejnej dopravy.

Vizualizačné techniky

Analýza a vizualizácia tokov cestujúcich

Táto kapitola sa zameriava na analýzu a vizualizáciu prepravných tokov. Nástroj umožňuje vizualizovať dáta rôznymi technikami, vďaka čomu sme schopní sledovať toky cestujúcich v rôznych situáciách a objavovať tak trendy vznikajúce v daných obdobiach, ako sú napríklad rozdielne dni v týždni, mesiace v roku, sviatky a krízy, ako je práve v dobe vývoja nástroja pandémie COVID-19. Pomocou historických údajov je možné predikovať budúce situácie a prijať tak vhodné opatrenia, ktorými môže byť posilnenie dopravných spojení alebo zrušenie nedostatočne využívaných služieb.

Okrem toho, schopnosť monitorovať prichádzajúce a odchádzajúce toky na zastávkach prispieva k povedomiu o ich využívaní cestujúcimi. To môže viesť k investíciám do renovácie a technologických vylepšení, s cieľom zabezpečiť maximálny komfort a spokojnosť cestujúcich. Do úvahy prichádza aj modernizácia služieb alebo ich nahradenie službami s vyššou kapacitou a lepším technickým vybavením (napríklad Wi-Fi a klimatizácia).

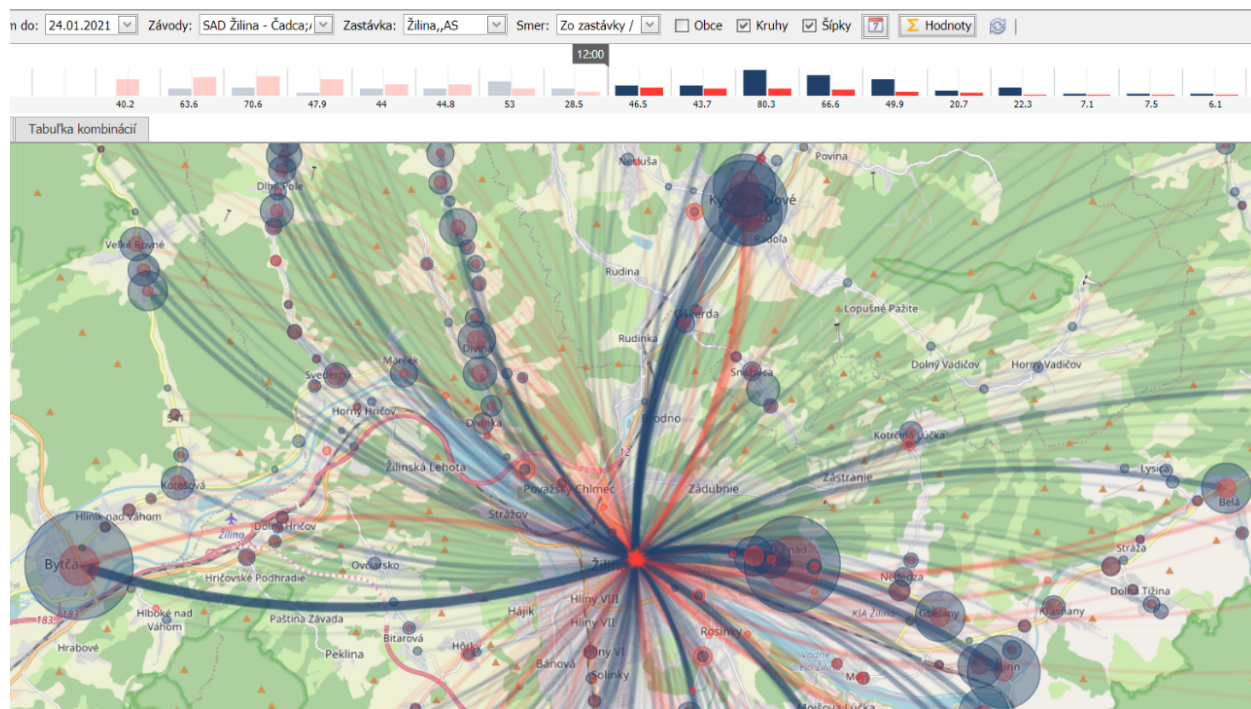
Údaje o preprave je možné použiť aj na marketingové účely, ako je zobrazovanie reklamy na najčastejšie používaných trasách a zastávkach alebo efektívne umiestňovanie predajných automatov na dopravné produkty. Porovnaním vzdialenosti a času potrebného na cestovanie je možné identifikovať a upraviť neefektívne trasy a časy. Predpovedanie časov cestovania a času príchodu na zastávkach na základe historických údajov môže prispieť k identifikovaniu kritických oblastí, ako sú prestupné uzly alebo trasy s najvyššou intenzitou cestujúcich.

Spracovanie a vizualizácia tokov cestujúcich verejnou osobnou dopravou

Sledovaním variability cestovného času medzi zastávkami je možné identifikovať dopravnú špičku a podľa toho upravovať trasy. Na základe intenzity tokov možno zaviesť aj efektívnejšie kontroly revízorov. Pre vyhodnotenie efektívnosti služieb nástroj poskytuje možnosť porovnania dostupnosti času medzi zastávkami pri použití hromadnej dopravy a iných dopravných prostriedkov, ako je chôdza alebo jazda autom. K potrebe zvyšovania efektívnosti dopravy je možné analyzovať aj ďalšie faktory, a síce porovnanie doby jazdy s dobou čakania alebo státím na zastávkach.

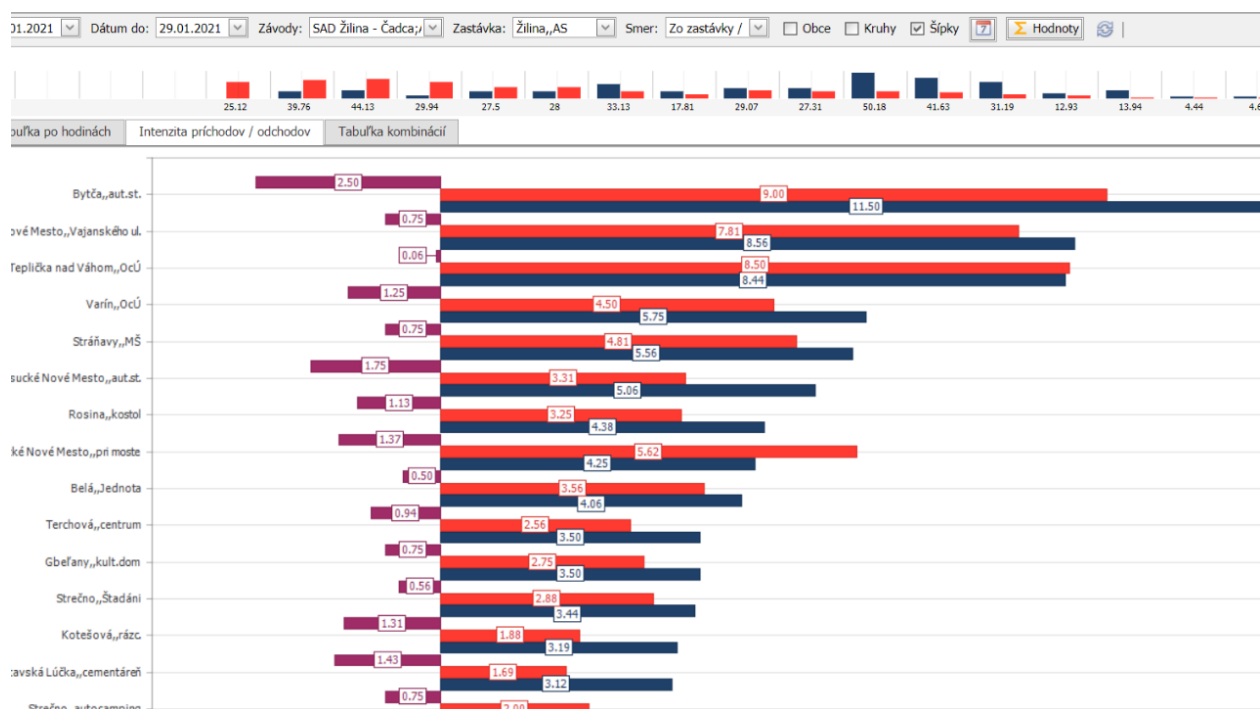
Všetky vyššie uvedené aspekty je možné vyhodnotiť pomocou grafického zobrazenia a tabuľkových prehľadov. Nástroj poskytuje rôzne typy máp, diagramov a štatistických prehľadov umožňujúcich porovnávanie štatistických hodnôt a objavovanie trendov s využitím grafickej vizualizácie.

Ukážka výstupu z nástroja na údajoch zvoleného dopravcu



Obr. 1: Kombinovaná vizualizácia priamych tokov cestujúcich

Spracovanie a vizualizácia tokov cestujúcich verejnou osobnou dopravou



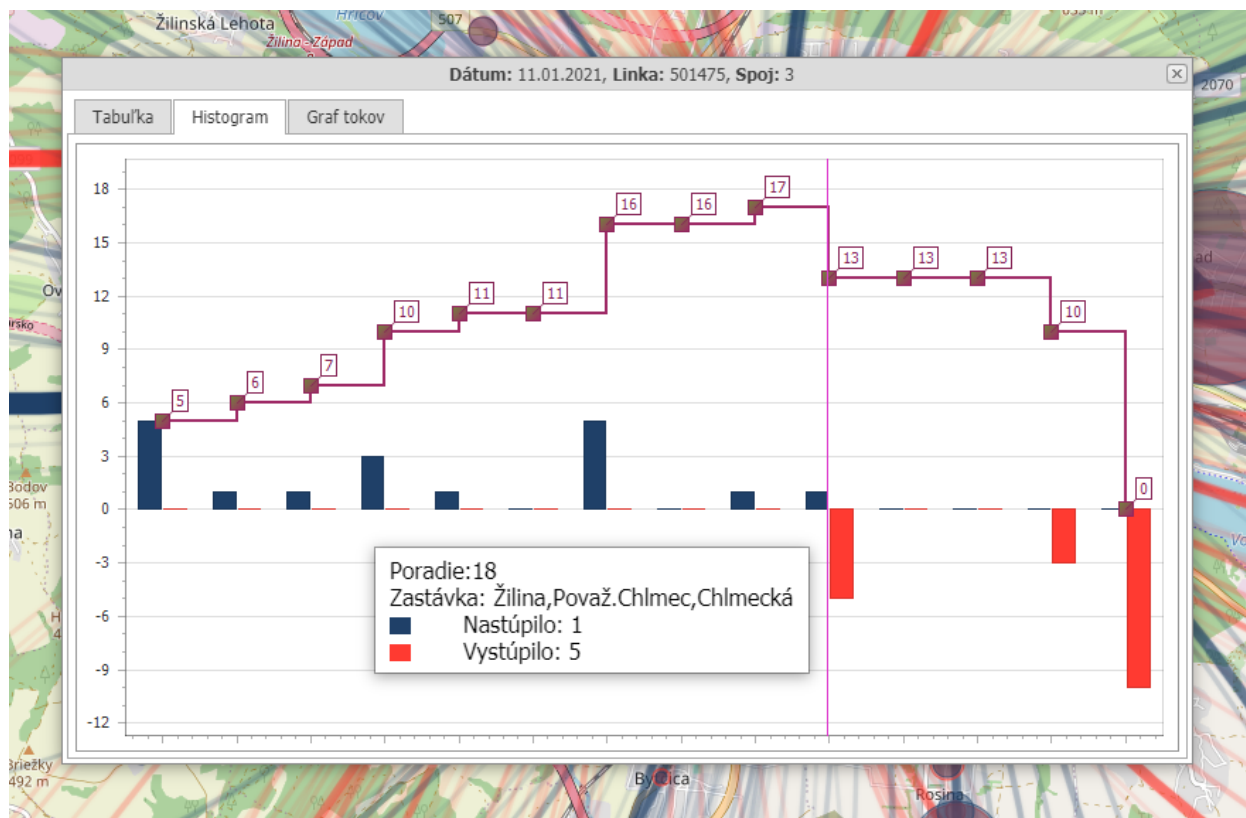
Obr. 2: Histogram intenzity príchodov / odchodov na zastávkach

Mapa | Tabuľka po hodinách | Príchody / Odchody | Tabuľka kombinácií

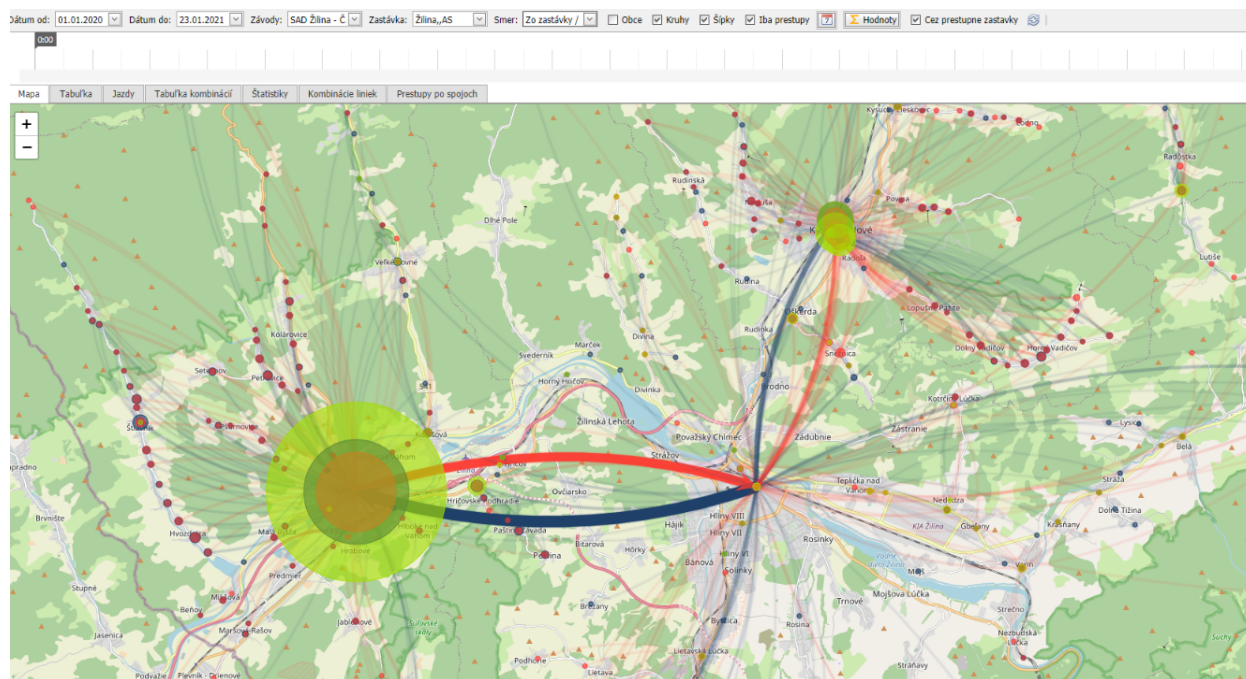
Name	Direction	Σ Cestujúcich	49	50	51	52	53	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Belá	Späť	4984	528	688	670	202	147	32	235	372	410	446	419	430	394	11
Bitarová	Späť	2014	220	267	268	108	58	15	112	153	171	153	173	153	163	
Brezany	Späť	1958	205	242	233	107	66	19	130	158	151	144	170	173	160	
Bytča	Späť	16743	1874	2321	2191	722	549	132	899	1176	1330	1347	1394	1512	1296	
Čadca	Späť	305	34	48	32	7	9		15	14	18	25	34	40	29	
Čičmany	Späť	239	29	21	28	20	8	7	24	13	16	20	17	15	21	
Divina	Späť	10255	1040	1288	1214	468	356	64	556	853	855	835	878	1008	840	
Divinka	Späť	4174	441	566	515	191	158	26	234	327	358	340	344	337	337	
Dlhé Pole	Späť	7535	779	946	874	299	242	68	451	621	640	644	664	656	651	
Dolná Tižina	Späť	1880	184	213	224	57	55	9	116	161	177	167	178	176	163	
Dolný Hričov	Späť	2729	268	345	349	104	80	19	178	239	236	232	230	232	217	
Dolný Kubín	Späť	173	21	28	26	8		1	4	9	15	12	11	18	17	3
Dolný Vadičov	Späť	120	13	14	18	8	7		3	6	4	15	12	12	8	
Fačkov	Späť	337	37	46	51	12	14	4	24	31	17	19	25	27	30	
Gbeľany	Späť	3128	373	459	442	137	89	24	186	215	221	235	250	269	228	
Hlboké n.Váhom	Späť	958	91	135	113	42	31	9	44	59	79	83	91	89	92	
Hôrky	Späť	2260	227	310	295	92	77	18	131	188	178	199	187	198	160	
Horný Hričov	Späť	1450	147	187	182	58	26	3	61	112	130	150	130	137	127	
Horný Vadičov	Späť	1021	80	109	91	42	44		58	92	94	102	102	111	96	
Hričovské Podhradie	Späť	1394	157	177	167	50	44	4	95	118	107	122	114	107	132	
Σ Cestujúcich		466047	48437	60364	58080	19671	15465	3418	26886	36735	38285	39673	40120	41798	37077	38

Obr. 3: Ukážka granularity v týždňoch

Spracovanie a vizualizácia tokov cestujúcich verejnou osobnou dopravou

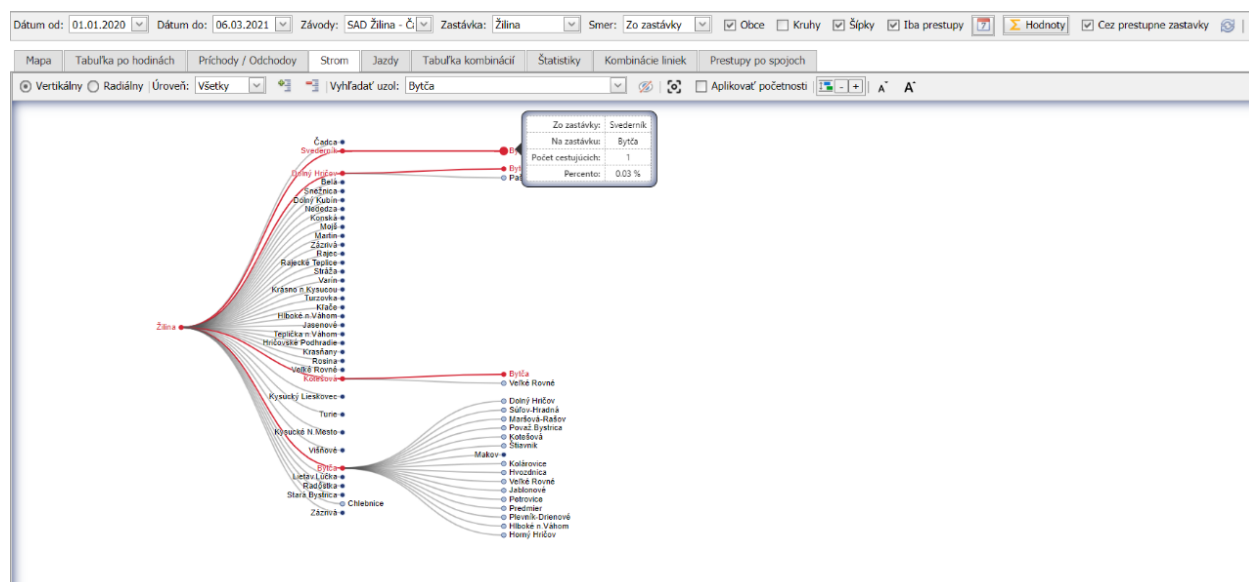


Obr. 4: Histogram tokov cestujúcich na zastávkach spoja

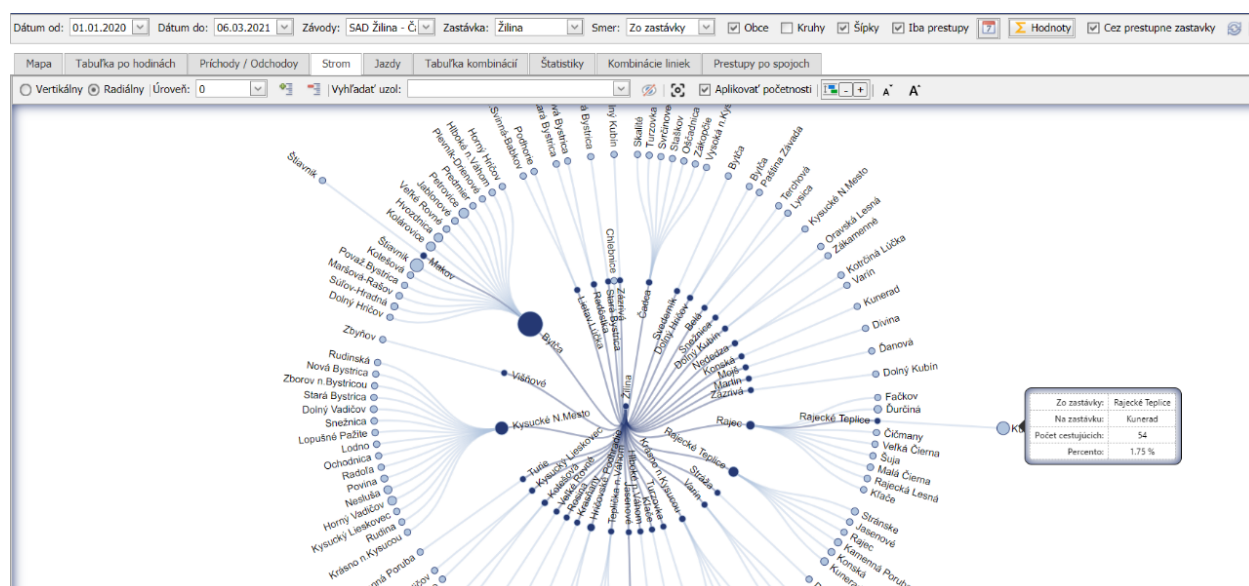


Obr. 5: Prestupy – kombinované zobrazenie cez prestupné zastávky

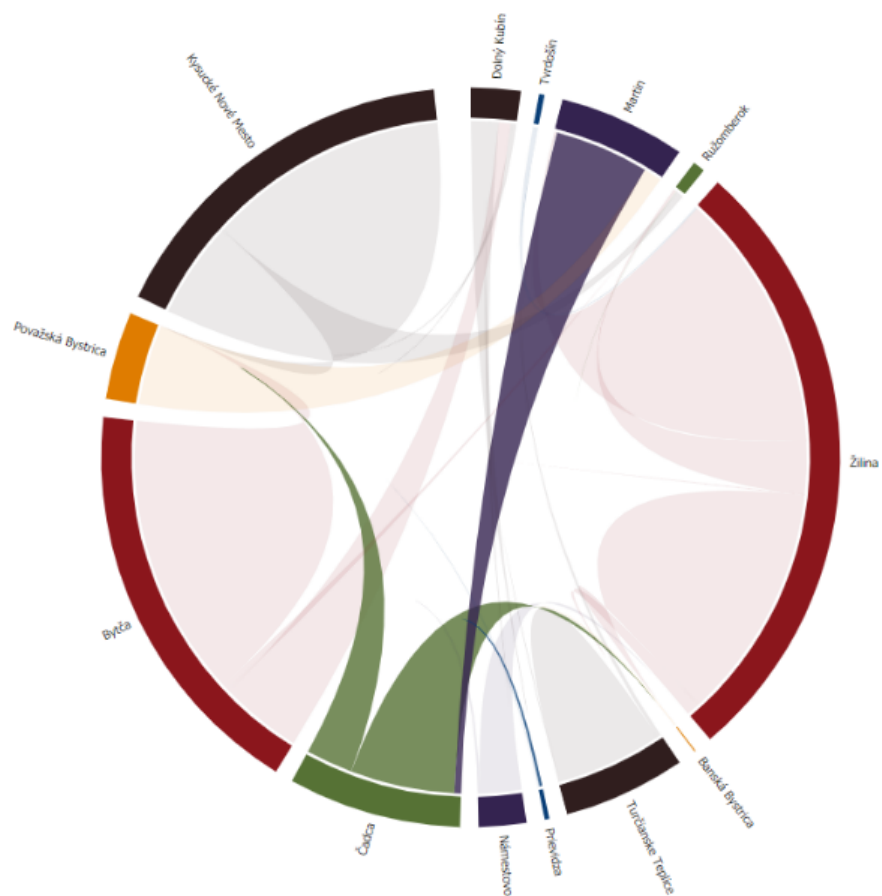
Spracovanie a vizualizácia tokov cestujúcich verejnou osobnou dopravou



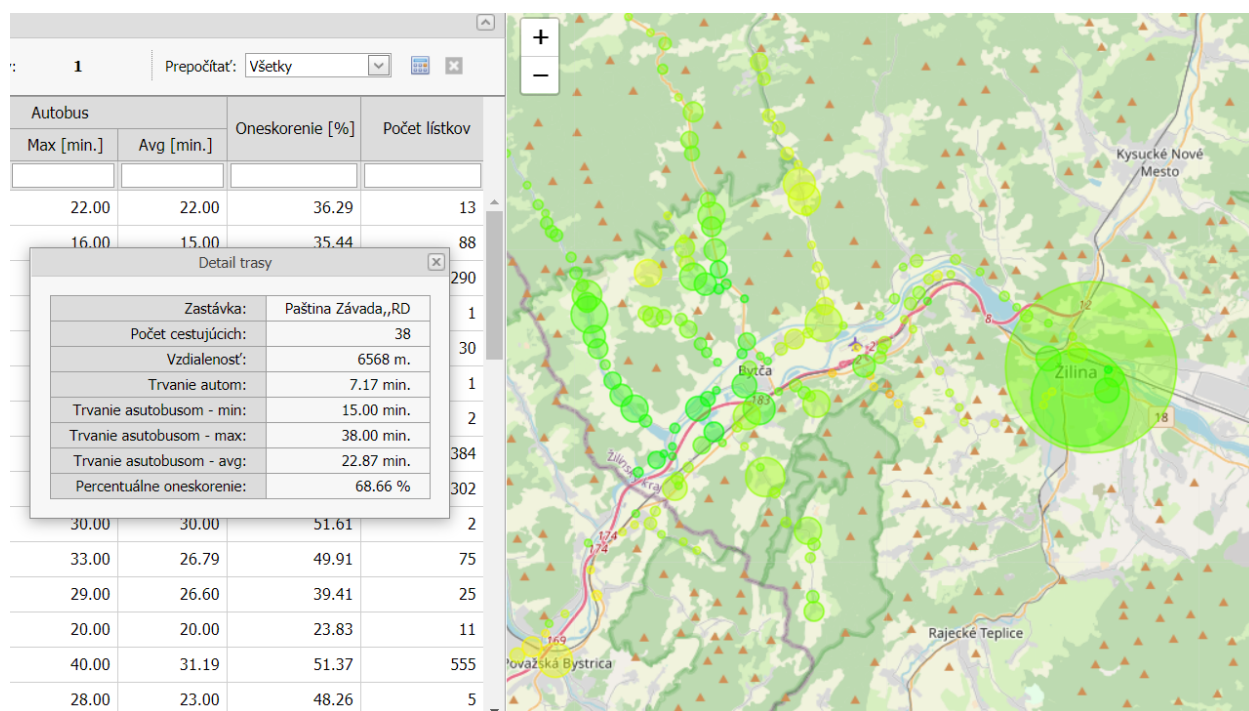
Obr. 6: Podpora interakcie – vyhľadavanie, zoom



Obr. 7: Radiálne zobrazenie



Obr. 8: Interaktívne zvýraznenie tokov zvoleného okresu



Obr. 9: Porovnanie času cestovania autom voči autobusom s podporou vizualizácie na mape

Možnosti budúceho rozvoja

V tejto kapitole opíšeme, ako by bolo možné vyvinutý nástroj využiť na mapovanie tokov cestujúcich do nových cestovných poriadkov. Vyžaduje si to aplikovanie získaných informácií o tokoch cestujúcich pri návrhu úpravy cestovných poriadkov a následnú vizualizáciu očakávaných zmien, ktoré potenciálne nastanú. Nástroj by tak umožnil identifikovať pozitívne a negatívne vplyvy na toky cestujúcich vyplývajúce zo zmien prepravných poriadkov na jednotlivé oblasti, v ktorých sa predikuje zvýšenie resp. zníženie tokov cestujúcich.

Zmysluplná je aj možnosť testovať viaceré návrhy zmien v cestovných poriadkoch a vyhodnotiť ich vplyv na predpokladané výsledky. Nástroj už dnes poskytuje možnosť porovnať viaceré zobrazenia tokov cestujúcich vedľa seba, čo používateľom umožňuje rýchlo identifikovať zmeny, ku ktorým by došlo úpravou cestovných poriadkov. Tak by sa stal prostriedkom umožňujúcim vyhodnotenie a porovnávanie efektívnosti alternatívnych cestovných poriadkov, aby boli efektívne a zmysluplné ešte pred ich samotnou implementáciou.

Identifikáciou efektívnejších riešení prostredníctvom úprav pôvodných cestovných poriadkov by nástroj umožňoval ešte viac zlepšiť kvalitu služieb a optimalizovať zdroje.

Záver

Výsledky našej štúdie demonštrujú efektivitu nového nástroja vyvinutého spoločnosťou TransData s.r.o. na spracovanie a vizualizáciu tokov cestujúcich vo verejnej doprave. Nástroj ponúka rôzne metódy spracovania dát a ich vizualizácie prostredníctvom rozličných techník, vrátane diagramov a dynamických máp zobrazujúcich pohyb cestujúcich so skutočnými súradnicami, smerom a intenzitou tokov. Okrem toho nástroj umožňuje zobrazenie údajov o cestujúcich podľa miest alebo užívateľom definovaných regiónov. Samozrejmosťou sú histogramy zobrazujúce počty cestujúcich v na niekoľkých úrovniach časovej granularity (od minút po mesiace a roky), počty cestujúcich na trase, trvanie cesty, čakacie doby a miery obsadenosti. Nástroj obsahuje aj heat mapy, ktoré znázorňujú intenzitu tokov cestujúcich a využitie dopravných uzlov, ako aj ďalšie typy zobrazení vo forme máp tokov cestujúcich, koláčových grafov, čiarových grafov, špirálových grafov a stromových štruktúr. Identifikácia kritických a menej vytážených oblastí dopravných služieb je taktiež jednou z možností, ktorú nástroj podporuje, a teda môže pomôcť dopravcom a obstarávateľom dopravy optimalizovať cestovné poriadky a trasy obslužných vozidiel. Celkovo tento nástroj poskytuje cenné informácie o správaní a pohybe cestujúcich, čo umožňuje optimalizáciu služieb verejnej dopravy a zlepšenie skúseností cestujúcich.

Referencie

- Víglaš, Marek. ZENG2021. Softvérový informačný systém pre spracovanie a vizualizáciu tokov cestujúcich verejnou autobusovou dopravou. Diplomová práca. Žilina: UNIZA, FRI. 95 s.
- Zeng, W. (2015). Visual analytics for massive urban public transport data. Doctoral thesis, Nanyang Technological University, Singapore.
- Sharpley, Richard. 2006. Travel and Tourism. London. United Kingdom: SAGE Publications, 2006. ISBN 10 1-4129-2294-1.
- Doantam Phan, Ling Xiao, R. Yeh and P. Hanrahan. 2005. Flow map layout, in IEEE Symposium on Information Visualization, INFOVIS 2005. Minneapolis, MN, USA. p. 219-224.
- Ho, Quan & Nguyen, Phong & Åström, Tobias & Jern, Mikael. 2011. Implementation of a Flow Map Demonstrator for Analyzing Commuting and Migration Flow Statistics Data. In Procedia - Social and Behavioral Sciences. vol. 21, ISSN 1877-0428, p. 157-166.
- Demissie, Merkebe & Homem de Almeida Correia, Gonçalo & Bento, Carlos. 2013. Exploring cellular network handover information for urban mobility analysis. In Journal of Transport Geography. ISSN 0966-6923, vol. 31, p. 164-170.
- Zeng, Wei & Fu, Chi-Wing & Arisona, Stefan & Qu, Huamin. 2013. Visualizing Interchange Patterns in Massive Movement Data. In Computer Graphics Forum. vol. 32, no. 3, p. 271-280.
- W. Zeng, C. Fu, S. M. Arisona, A. Erath and H. Qu, 2014, Visualizing Mobility of Public Transportation System, In IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 20, no. 12, p. 1833-1842.