

Inštitút dopravnej politiky

Ministerstvo dopravy SR / www.mindop.sk/idp / idp@mindop.sk

IDP Interactive

Statické a smerové intenzity
vozidiel

Apríl 2025

Manuál 2025/1

Abstrakt

Materiál je sprievodným manuálom k prídavným modulom [aplikácie](#) IDP Interactive (Kováč, IDP Interactive, 2023). Prepracované bolo prostredie aj pozadie aplikácie, jej obsah bol obohatený o nové dátové zdroje a vizualizácie. Manuál popisuje podstatné zmeny a úpravy. Predstavuje nové moduly a ich funkcionality a využiteľnosť demonštruje na modelovom príklade.

Autori

Lukáš Kováč lukas.kovac@mindop.sk

PodĎakovanie

Ďakujem recenzentom štúdie Danielovi Szabóovi (MUNI), Romanovi Albertymu (NDS) a Matúšovi Rakovi (ÚHP) za hodnotné pripomienky a spätnú väzbu. Ďakujem Ľudovítovi Koreňovi za pomoc pri migrácii aplikácie a podkladových dát na server ministerstva. Ďakujem Slovenskej správe ciest (SSC) a Národnej diaľničnej spoločnosti (NDS) za poskytnutie údajov o intenzitách vozidiel a výskytoch nákladných vozidiel.

Upozornenie

Materiál prezentuje názory autora a Inštitútu dopravnej politiky, ktoré nemusia byť totožné s názormi Ministerstva dopravy SR. Citovanie materiálu by malo preto odkazovať na Inštitút dopravnej politiky, nie na Ministerstvo dopravy SR.

Aplikácia je v štádiu intenzívneho vývoja a jej prostredie, funkcionality a obsah môžu byť v čase publikovania obohatené o prvky neuvedené v tomto materiáli.

Obsah

Úvod.....	3
1. Pôvodná aplikácia	4
1.1. Prostredie	4
1.2. Aktualizácia a úpravy.....	5
1.3. Migrácia aplikácie a dát.....	5
2. Intenzity	7
2.1. Prehľad	7
2.2. Tvorba	8
3. Trasy	9
3.1. Prehľad	9
3.2. Tvorba	10
4. Mosty	10
4.1. Prehľad	10
4.2. Tvorba	12
5. Modelový príklad - Bratislava	12
5.1. Intenzity.....	12
5.2. Mosty	13
5.3. Trasy	14
Záver.....	16
Príloha 1	17
Referencie	20

Úvod

Inštitút dopravnej politiky v roku 2023 zverejnil aplikáciu IDP Interactive (Kováč, IDP Interactive, 2023), ktorá slúži na publikovanie a prezentáciu dopravných údajov grafickou a interaktívnou formou. Umožňuje používateľom vizuálne prehliadať ukazovatele sektora dopravy, vybrať rôzne typy zobrazení a exportovať dáta v tabuľkovej aj grafickej forme. Cieľom aplikácie je zvýšiť záujem verejnosti o dopravné dáta a podporiť efektívne plánovanie a rozhodovanie o investíciach v oblasti dopravy. Aplikácia je navrhnutá tak, aby pomohla odborníkom aj laikom pri analýze a využívaní dopravných údajov. Podrobný manuál k aplikácii s popisom prostredia, funkcionality, zdrojov a metodológie spracovania dát bol publikovaný v októbri 2023 (Kováč, IDP Interactive - manuál, 2023).

Aplikácia medzičasom prešla podstatnými aktualizáciami a úpravami. Zverejnené moduly boli aktualizované o najnovšie dostupné údaje. Užívateľské prostredie a interaktívne prvky boli prepracované na jednotný formát. Zdrojové kódy prešli optimalizáciou výpočtových nárokov a času. Dátové zdroje boli transformované a normalizované a presunuté do SQL relačnej databázy na serveri ministerstva dopravy. Samotná aplikácia prešla migráciou z komerčného verejného servera na interný server ministerstva a zverejnená na novej stránke idp.gov.sk.

Aplikácia bola obohatená aj o nové dátové zdroje, ktoré sú prezentované v troch nových moduloch. Karta *Intenzity* zobrazuje priemerné denné intenzity vozidiel na cestnej sieti podľa kategórie vozidiel. Údaje pochádzajú z posledného celoštátneho sčítania dopravy v rokoch 2022 a 2023 (SSC, 2022). Karta *Trasy* obsahuje informácie o denných intenzitách nákladných vozidiel a ich smerovaní. Dataset vznikol transformáciou dát z mýtného systému. Karta *Mosty* znázorňuje polohy cestných mostov, ich parametre, intenzity a stavebno-technický stav animovaný v čase.

1. Pôvodná aplikácia

Aplikácia vznikla v roku 2023 zhromaždením verejne dostupných údajov publikovaných ministerstvom dopravy a podriadenými organizáciami, štatistickým úradom a ministerstvom vnútra. Dáta boli spracované a transformované do jednotnej štruktúry a graficky reprezentované pomocou interaktívnych tabuliek, grafov a máp. Údaje boli postupne obohacované o nové dátové zdroje a vizualizácie.

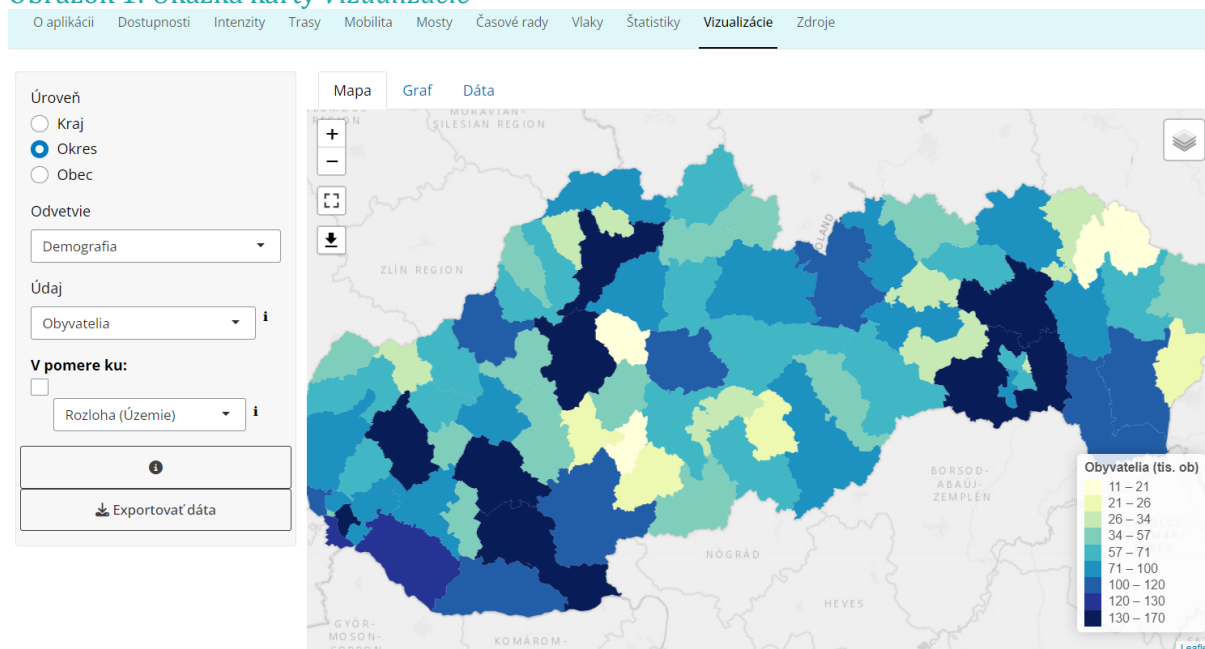
1.1. Prostredie

Aplikácia pozostáva z kariet, z ktorých každá prezentuje odlišné typy dát:

- *Dostupnosti* – Časové vzdialenosti medzi obcami podľa druhu dopravy.
- *Intenzity* – Statické intenzity vozidiel na cestnej sieti.
- *Trasy* – Smerové intenzity a distribúcia nákladných vozidiel.
- *Mobilita* – Mobilitné ukazovatele ciest podľa charakteristiky cestujúcich a parametrov ciest.
- *Časové rady* – Historické ukazovatele v odvetví dopravy.
- *Mosty* – Poloha a atribúty mostov s vývojom ich stavebno-technického stavu.
- *Vlaky* – Grafikon osobných vlakov a ich pohyb na železničnej sieti.
- *Štatistiky a Vizualizácie* – prierezové údaje o území a jeho infraštruktúre, demografii a socio-ekonomickom zložení obyvateľstva.
- *Zdroje* – Pôvod a popis zdrojových dát.

Každá karta sa skladá z bočného a hlavného panela (Obrázok 1). Bočný panel obsahuje ovládacie prvky, umožňuje výber a export údajov a zobrazenie vysvetliviek. Hlavný panel pozostáva z výstupnej vizualizácie, či už grafu, mapy alebo tabuľky. Vizualizácie sú tiež interaktívne, umožňujú priblíženie, export, filter údajov, zmenu podkladovej mapy a pod.

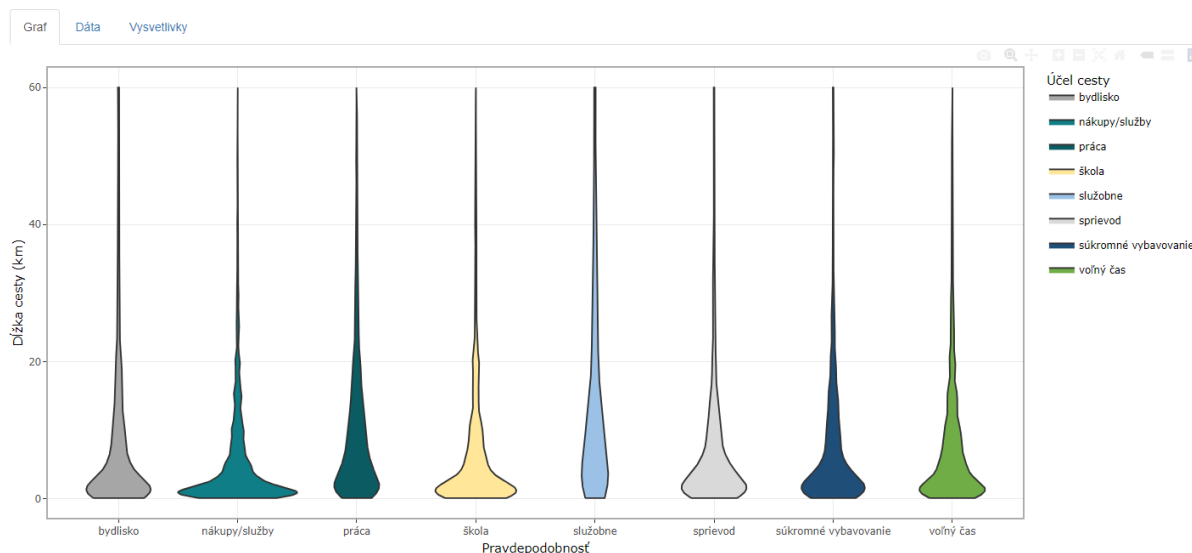
Obrázok 1: Ukážka karty *Vizualizácie*



1.2. Aktualizácia a úpravy

Prostredie a pozadie aplikácie prešli viacerými aktualizáciami. Podkladové dáta boli doplnené o najnovšie zverejnené hodnoty. Prostredie aplikácie bolo upravené do jednotnej štruktúry s bočným a hlavným panelom. Nadbytočné prvky boli odstránené, výber podkladových vrstiev bol vložený priamo do interaktívnych máp. Všetky grafy boli transformované na interaktívne s jednotnou farebnou paletou (Obrázok 2).

Obrázok 2: Dĺžková distribúcia ciest



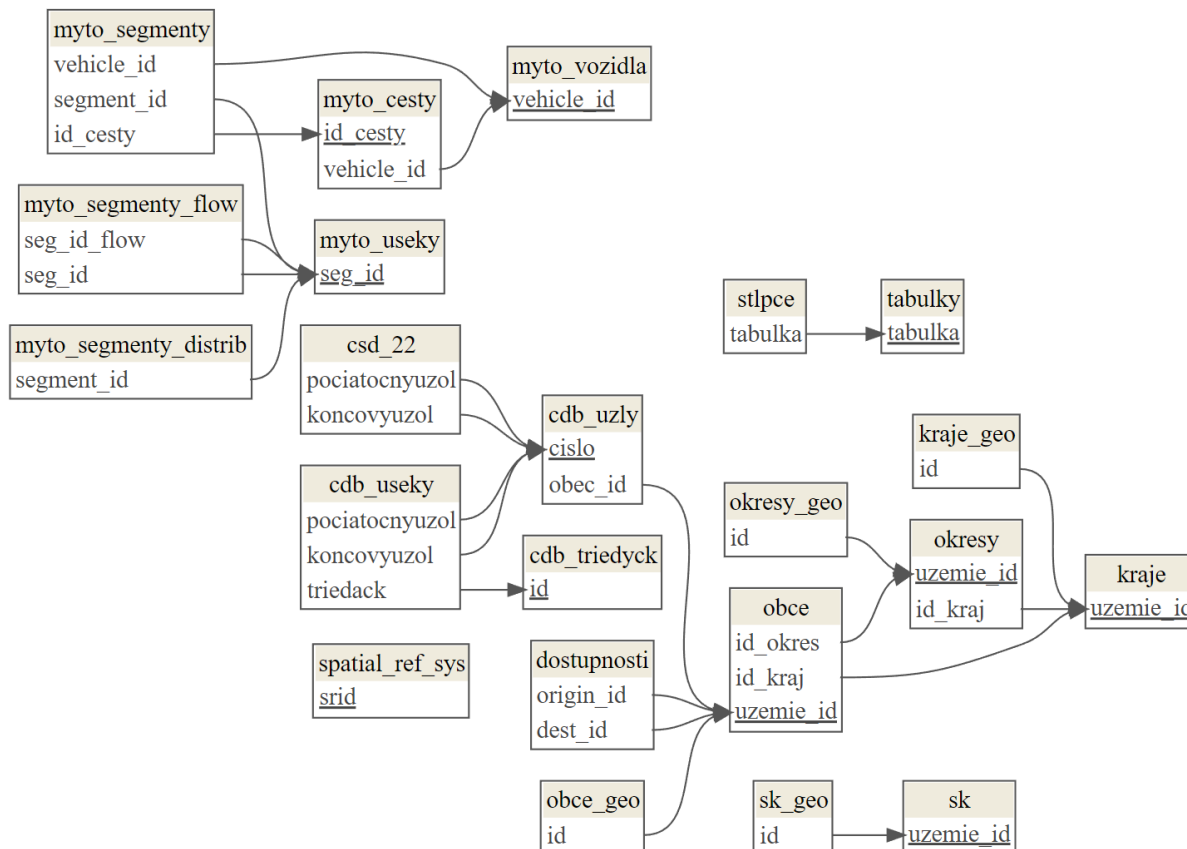
Zdrojový kód aplikácie prešiel celkovou revíziou. Výpočty a načítavanie dát v pozadí boli optimalizované a reakčný a inicializačný čas aplikácie výrazne skrátený. Aplikácia bola obohatená o tri nové moduly - karty *Intenzity*, *Trasy* a *Mosty* spolu s jedinečnými podkladovými databázami.

1.3. Migrácia aplikácie a dát

Aplikácia bola pôvodne zverejnená na verejnom serveri „shinyapps“ (Posit, 2023). Na server bolo potrebné nahráť všetky podkladové dáta, ktoré sa načítavali pri každom spustení aplikácie používateľom.

Začiatkom roka 2024 dostal Inštitút dopravnej politiky k dispozícii virtuálny server v rámci ministerstva. Zriadený bol SQL server na prevádzkovanie relačných databáz, do ktorého boli postupne pridávané všetky údaje (Obrázok 3). Relačná databáza využíva softvér PostgreSQL s rozšírením PostGIS pre geopriestorové údaje. Databáza bola sprístupnená všetkým zamestnanom ministerstva.

Obrázok 3: Schéma relačnej databázy



Okrem SQL bol zriadený aj Shiny server, ktorý umožňuje prevádzkovanie aplikácii typu shiny¹. Na shiny server boli presunuté zdrojové kódy a aplikácia bola napojená priamo na relačnú databázu. Priame pripojenie umožnilo dopytovanie databázy na konkrétne údaje namiesto načítavania všetkých podkladových dát (BOX 1).

BOX 1: Príklad optimalizácie

Podkladové dáta pre kartu *Dostupnosti* obsahujú cestovné časy, rýchlosti a počty prestupov pre každú kombináciu obcí. Pri každom spustení aplikácie používateľom sa načítalo vyše $5 \cdot 10^7$ údajov (cca 0,5 GB). Po napojení na relačnú databázu sa údaje o dostupnostiach načítavajú až po kliknutí užívateľom na konkrétnu obec. Dopytované sú iba časy zvoleným dopravným prostriedkom do ostatných obcí (cca 6000 údajov).

¹ Interaktívne aplikácie v jazyku html, ktoré v pozadí využívajú výpočtový server v jazyku R.

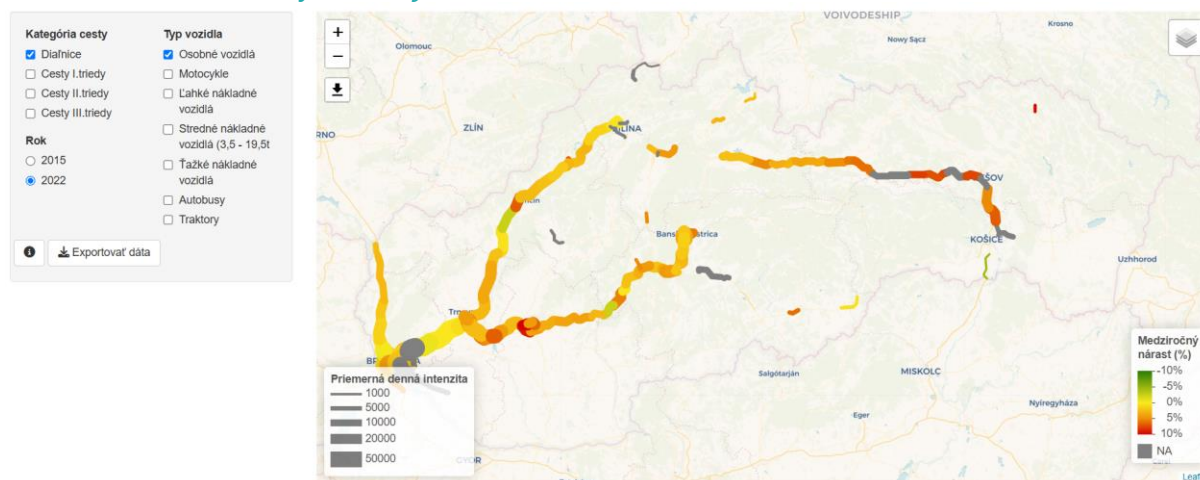
2. Intenzity

Aplikácia bola obohatená o kartu *Intenzity*, ktorá prezentuje statické objemy vozidiel na cestách a ich vývoj.

2.1. Prehľad

Karta *Intenzity* umožňuje zobraziť priemerné denné intenzity (RPDI) vozidiel na cestnej sieti s filtrom podľa typu vozidla, kategórie cesty a roku merania. Na interaktívnej mape sú následne zobrazené zvolené typy komunikácií² pomocou pentlogramu, pričom hrúbka čiar predstavuje priemerný počet vozidiel daného typu v danom roku (Obrázok 4). Farebná škála úsekov prezentuje priemerný medziročný nárast intenzít, kde zelená farba znamená úbytok dopravy a červená farba prírastok³.

Obrázok 4: Ukážka karty *Intenzity*

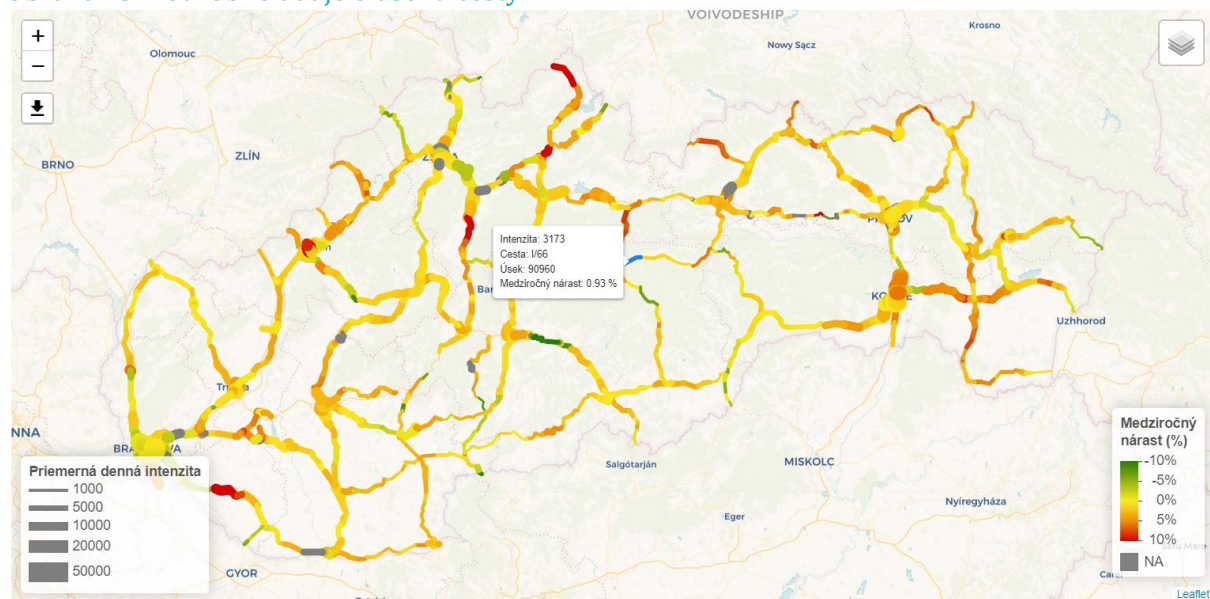


Podržaním kurzora myši nad úsekom sa zobrazí počet vybraných vozidiel na úseku a ich medziročný prírastok, číslo úseku a názov cesty. Po kliknutí na úsek sa zobrazí tabuľka s podrobnými počtami vozidiel podľa typu, smeru jazdy a roku merania (Obrázok 5). Podrobné údaje o úseku je možné stiahnuť po kliknutí na tlačidlo „Exportovať dáta“ (Obrázok 4).

² Cesty kategórie II. a III. triedy sú početnejšie a ich vykresľovanie môže trvať niekoľko sekúnd.

³ Šedá farba predstavuje novo postavené úseky, ku ktorým neexistujú predchádzajúce údaje o intenzitách.

Obrázok 5: Podrobné údaje o úseku cesty



Úsek 90960 cesty I/66

Smer	Osobné vozidlá	Motocykle	Ľahké nákladné vozidlá	Stredné nákladné vozidlá	Ťažké nákladné vozidlá	Autobusy	Traktory	Spolu	Rok
v smere trasy CK	1487	9	91	45	108	25	7	1772	2015
proti smeru trasy CK	1487	8	91	44	106	24	6	1766	2015
v smere trasy CK	1587	21	155	43	84	33	5	1928	2022
proti smeru trasy CK	1586	20	155	42	82	32	5	1922	2022

2.2. Tvorba

Podkladové údaje pre kartu *Intenzity* pochádzajú z celoslovenských sčítaní dopravy v rokoch 2015 (SSC, 2015) a 2022 (SSC, 2022). Údaje z roku 2022 (Obrázok 6) boli spárované so zjednodušenou verziou ⁴ geopriestorových údajov o sčítacích úsekoch. K úsekom boli dohľadované intenzity z predchádzajúceho sčítania, spracované kategórie a čísla ciest. Podrobná kategorizácia vozidiel bola agregovaná do súčasnej podoby (Obrázok 5).

Obrázok 6: Ukážka podkladových dát

ScitaciUsek	SmerPK	T	O	M	C	S	N1	N2	PN2	N3	PN3	NSA	NSB	A	PA	TR
80100	v smere tr	399	2924	31	3	3354	171	65	1	64	5	35		55	1	2
80100	proti smer	394	2924	31	2	3349	171	64	1	63	5	34		54	0	2
80107	v smere tr	382	2974	40	2	3396	170	52	1	34	2	67		55	0	1
80107	proti smer	378	2974	39	1	3391	169	52	0	34	2	66		54	0	1
81580	v smere tr	444	6979	68	17	7491	288	63	8	17	0	5		19	40	4
81580	proti smer	440	6979	67	17	7486	288	63	7	17	0	4		19	39	3
84113	v smere tr	752	####	76	4	####	436	108	10	62	6	23		58	47	2
84113	proti smer	749	####	75	3	####	436	108	10	61	6	22		58	46	2
84871	v smere tr	1745	####	144	1	####	1246	188	8	95	14	126		63	4	1
84871	proti smer	1839	####	154	2	####	1250	189	13	110	14	121		73	66	3

Aplikácia na pozadí počíta priemerný medziročný nárast vozidiel μ ako:

$$\mu = \left(\frac{I_{r_2}}{I_{r_1}} \right)^{\frac{1}{r_2 - r_1}} - 1,$$

kde I_{r_i} je intenzita zvolených vozidiel v roku sčítania r_i .

⁴ Z dôvodu optimalizácie času kreslenia mapy.

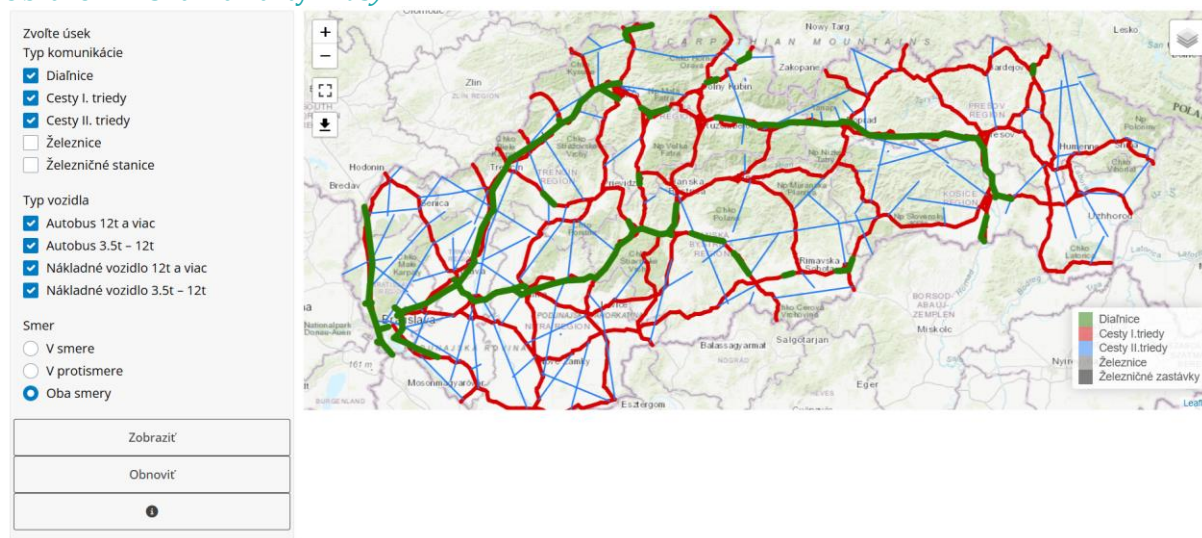
3. Trasy

Karta *Trasy* obsahuje prehľad o stave a pohybe nákladných vozidiel.

3.1. Prehľad

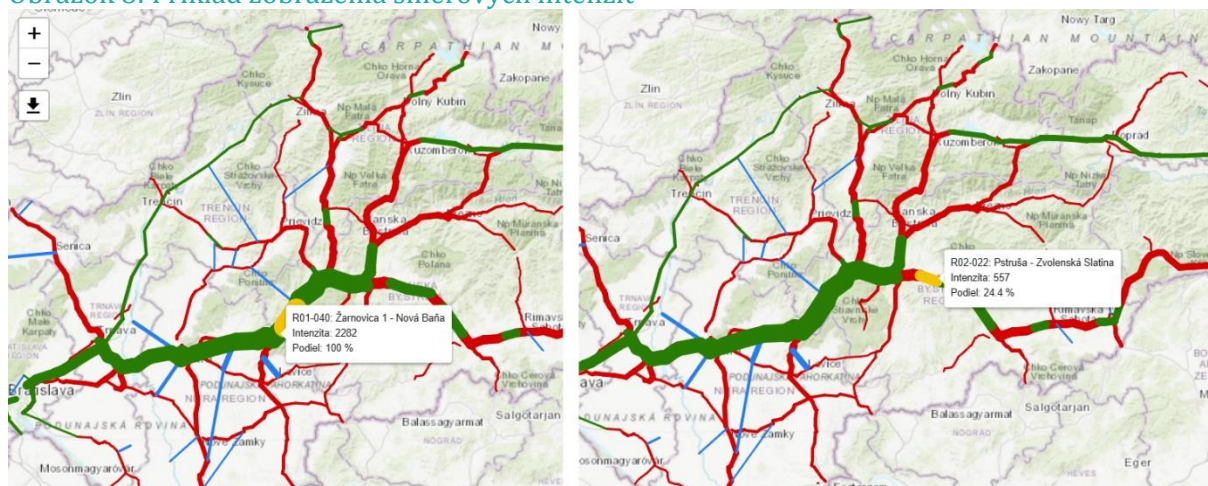
Okrem statických intenzít na úsekoch karta *Trasy* umožňuje sledovať aj trasy nákladných vozidiel a ich distribúciu. Interaktívna mapa znázorňuje diaľnice a vybrané úseky ciest I. a II. triedy (Obrázok 7).

Obrázok 7: Ukážka karty *Trasy*



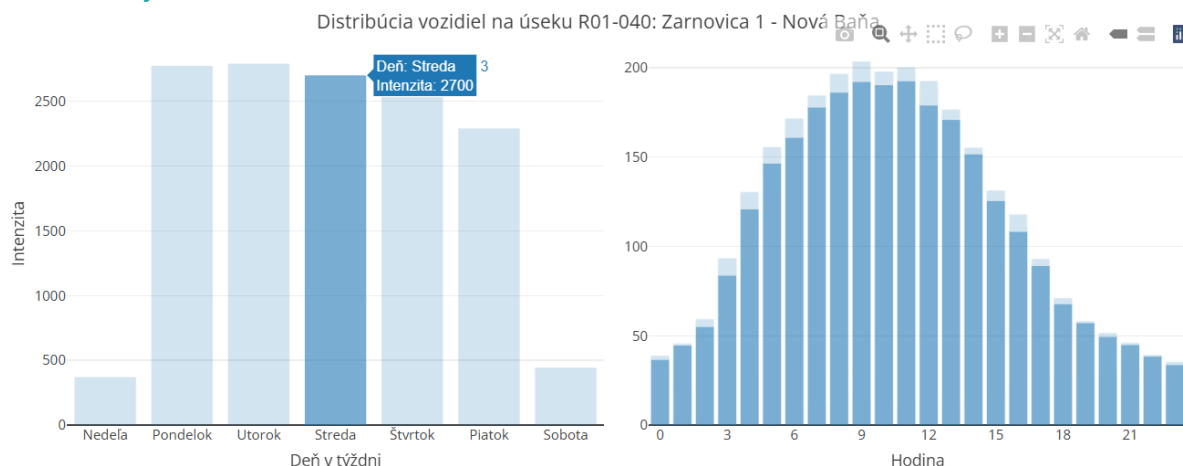
Kliknutím na konkrétny úsek na mape a stlačením tlačidla „Zobraziť“ sa na mape zobrazia toky vozidiel prechádzajúcich zvoleným úsekom a trasy ich predchádzajúceho/nasledujúceho pohybu. Podržaním kurzora myši nad úsekom sa zobrazí počet a percento vozidiel, ktorých trasa viedla/povedie zvoleným úsekom. Napr. 557 z 2 282 (24,4 %) vozidiel na úseku R1 Žarnovica – Nová Baňa sa súčasne vyskytne aj na úseku R2 Pstruša – Zvolenská Slatina (Obrázok 8). Trasy vozidiel je možné filtrovať podľa typu vozidla a smeru jazdy (Obrázok 7).

Obrázok 8: Príklad zobrazenia smerových intenzít



Okrem smerových intenzít sa zobrazí aj priemerná distribúcia vozidiel na úseku počas týždňa a maximálne hodinové intenzity počas dňa. Po kliknutí na konkrétny deň v grafe týždňovej distribúcie sa zobrazia priemerné hodinové intenzity v daný deň (Obrázok 9).

Obrázok 9: Týždenná a denná distribúcia vozidiel



3.2. Tvorba

Údaje v karte *Trasy* vznikli spracovaním mýtnych dát o výskyte nákladných vozidiel počas roku 2023. V databáze sa nachádza cca 535 miliónov výskytov s presným časom, identifikátorom úseku a vozidla (Obrázok 10).

Obrázok 10: Ukážka mýtnych dát

	vehicle_id integer	segment_id text	datetime timestamp with time zone
1	399	5000000400	2023-01-11 05:40:34+01
2	399	5000000410	2023-01-11 05:42:29+01
3	399	100690000	2023-01-11 05:48:27+01
4	399	100700000	2023-01-11 05:50:46+01
5	399	100710000	2023-01-11 06:03:18+01

Z dôvodu veľkého objemu dát sme pri spracovaní výskytov vozidiel do ucelených ciest údaje zoradili podľa id vozidla a dátumu a času výskytu a následne využívali informácie iba z predošlého a nasledujúceho výskytu vozidla. Podrobný algoritmus trasovania vozidiel sa nachádza v Príloha 1.

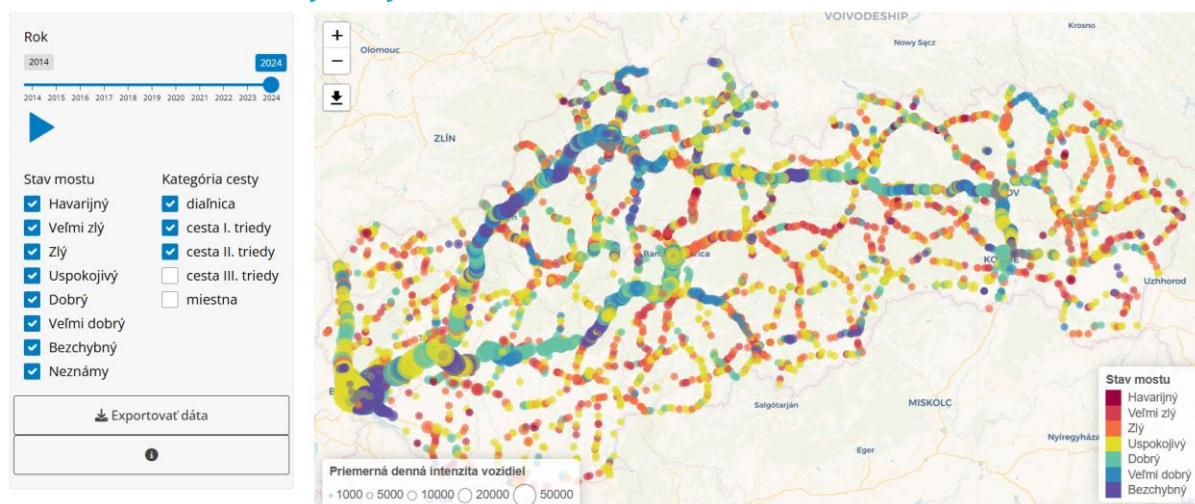
4. Mosty

Karta *Mosty* zobrazuje polohy cestných mostov na mape a ich charakteristiky.

4.1. Prehľad

Mosty je možné filtrovať podľa ich aktuálneho stavebno-technického stavu a kategórie cesty, na ktorej sa nachádzajú. Farebná škála predstavuje stav mostu a veľkosť dennú intezitu vozidiel prechádzajúcich mostom (Obrázok 11). Kliknutím na tlačidlo "Play" alebo posunutím slidera na konkrétny rok môžete sledovať zmenu stavu mostov v čase.

Obrázok 11: Ukážka karty *Mosty*



Po podržaní kurzora myši nad mostom sa zobrazia podrobné informácie o moste (Obrázok 12) obsahujúce:

- ID mostu
- Stavebno-technický stav
- Intenzitu vozidiel
- Intenzitu ťažkých nákladných vozidiel
- Číslo cesty
- Typ konštrukcie
- Rok výstavby
- Nosnosť (normálna zaťažiteľnosť)
- Šírka a dĺžka mostu

Ak sa niektorý z údajov nezobrazuje, nie je pre daný most dostupný.

Obrázok 12: Podrobné charakteristiky mostu



Podrobné charakteristiky s aktuálnym stavom mostu pre odfiltrované kategórie je možné exportovať (Obrázok 11).

4.2. Tvorba

Údaje o mostoch pochádzajú z verejne dostupných údajov cestnej databanky (CDB, 2023). Historický vývoj stavebno-technického stavu sme prebrali zo spracovania Patrika Turzáka (Turzák, 2024).

Využitím gps lokácie sme mosty napárovali⁵ na sčítacie úseky celoslovenského sčítania dopravy (Kapitola 2), odkiaľ sme prevzali intenzity vozidiel⁶.

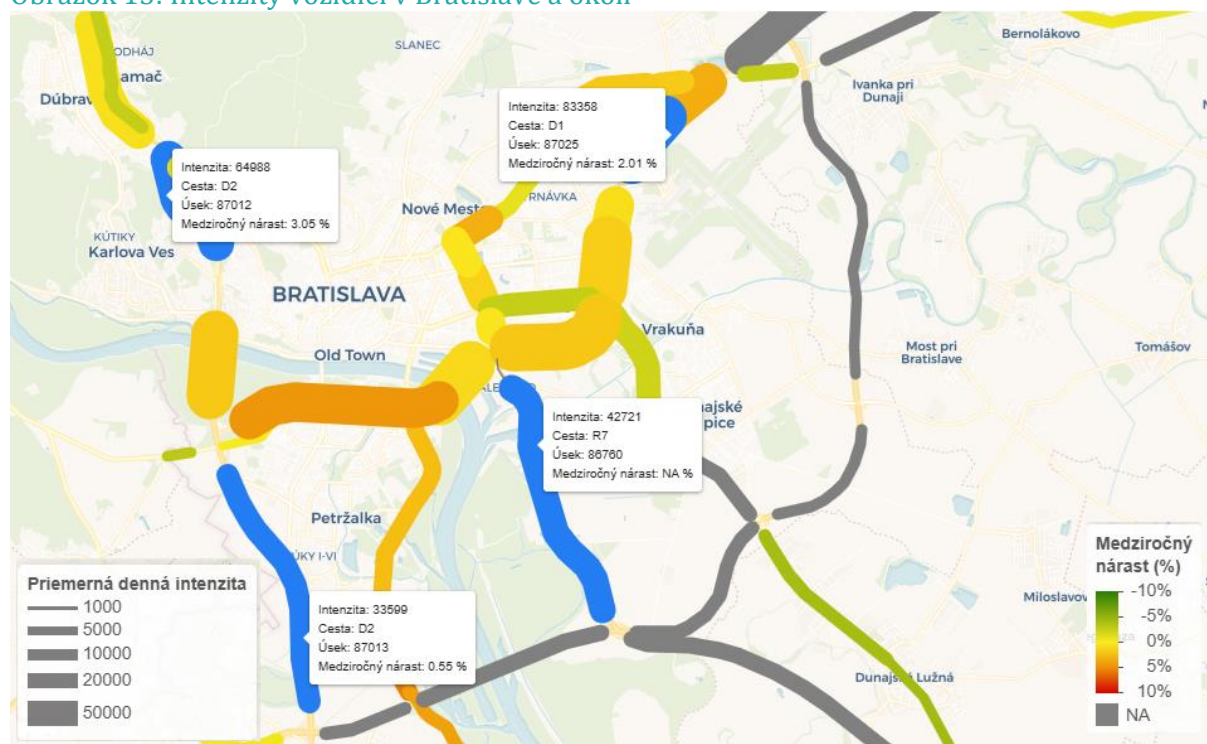
5. Modelový príklad - Bratislava

Funkcionalitu a využitie troch nových modulov prezentujeme na modelovom príklade, kde sledujeme objemy dopravy v okolí Bratislavy.

5.1. Intenzity

V Bratislave sa stretávajú najdôležitejšie dopravné tepny Slovenska, diaľnice D1, D2 a R7. Bratislava a okolie je súčasne územím s najvyššou hustotou obyvateľstva. Vďaka vysokým objemom tranzitnej aj lokálnej dopravy má hlavné mesto úseky s najvyššími intenzitami na cestnej sieti SR (Obrázok 13).

Obrázok 13: Intenzity vozidiel v Bratislave a okolí



Najfrekventovanejším vstupom do Bratislavy je diaľnica D1 z Trnavy, kde priemerné denné intenzity dosahujú vyše 64 tisíc vozidiel, z toho 85 % sú osobné automobily. Vysoko zaťažené sú aj vstupy z Lamača (D2, I/2), Podunajských Biskupíc (R7) a Jaroviec (Obrázok 14).

⁵ V prípade, že sa most nachádzal na úseku s identickým číslom cesty do vzdialenosti 5 metrov.

⁶ Priemerné denné intenzity ťažkých nákladných vozidiel a všetkých vozidiel zo sčítania v rokoch 2022/2023.

Obrázok 14: Intenzity na vybraných vstupoch do Bratislavy

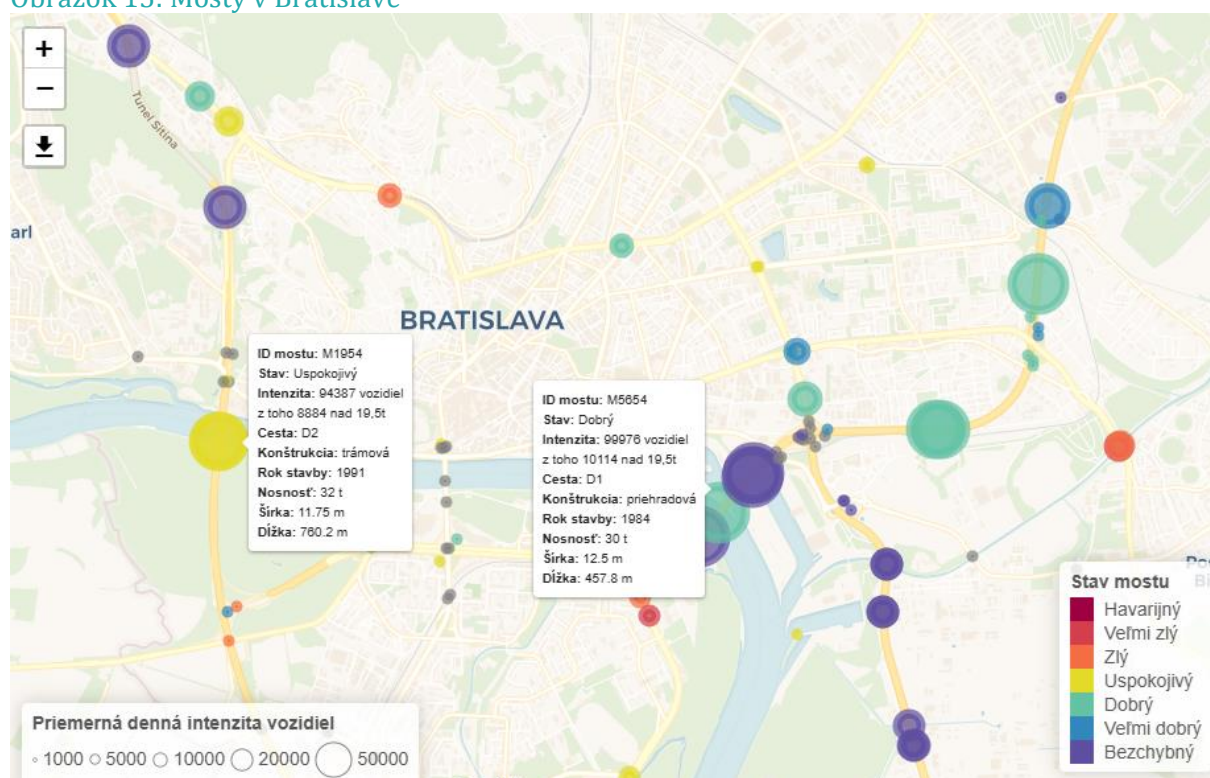
Úsek	Smer	Osobné vozidlá	Motocykle	Ľahké nákladné vozidlá	Stredné nákladné vozidlá	Ťažké nákladné vozidlá	Autobusy	Spolu
D1 - Zlaté piesky	v smere trasy CK	34715	129	2412	1148	3100	177	41682
D1 - Zlaté piesky	proti smeru trasy CK	34715	128	2411	1147	3098	177	41676
D2 - Tunel Sitina	v smere trasy CK	26046	125	1479	815	3893	138	32497
D2 - Tunel Sitina	proti smeru trasy CK	26046	125	1478	813	3892	137	32491
R7 - Podunajské Biskupice	v smere trasy CK	18744	69	1523	363	612	52	21363
R7 - Podunajské Biskupice	proti smeru trasy CK	18743	68	1523	363	611	50	21358
I/2 - Patrónka	proti smeru trasy CK	18146	204	701	151	180	809	20195
I/2 - Patrónka	v smere trasy CK	18147	204	702	152	181	810	20200
D2 - Lúčky	v smere trasy CK	11087	24	1018	626	3984	63	16802
D2 - Lúčky	proti smeru trasy CK	11086	24	1017	625	3982	63	16797

Intenzity na sledovaných vstupoch rastú rýchlosťou 2,2 % ročne pre osobné automobily a 1,5 % pre všetky druhy vozidiel.

5.2. Mosty

V Bratislave sa nachádza 239 cestných mostov, z toho až na 75 mostoch prejde denne vyše 10 tisíc vozidiel. Mosty Lanfranconi a Prístavný most sú najvyťaženejšími mostami a súčasne aj úsekmi cestnej siete. Denne po nich prejde 94, resp. 100 tisíc vozidiel, z toho cca 10 % ťažkých nákladných vozidiel (Obrázok 15).

Obrázok 15: Mosty v Bratislave

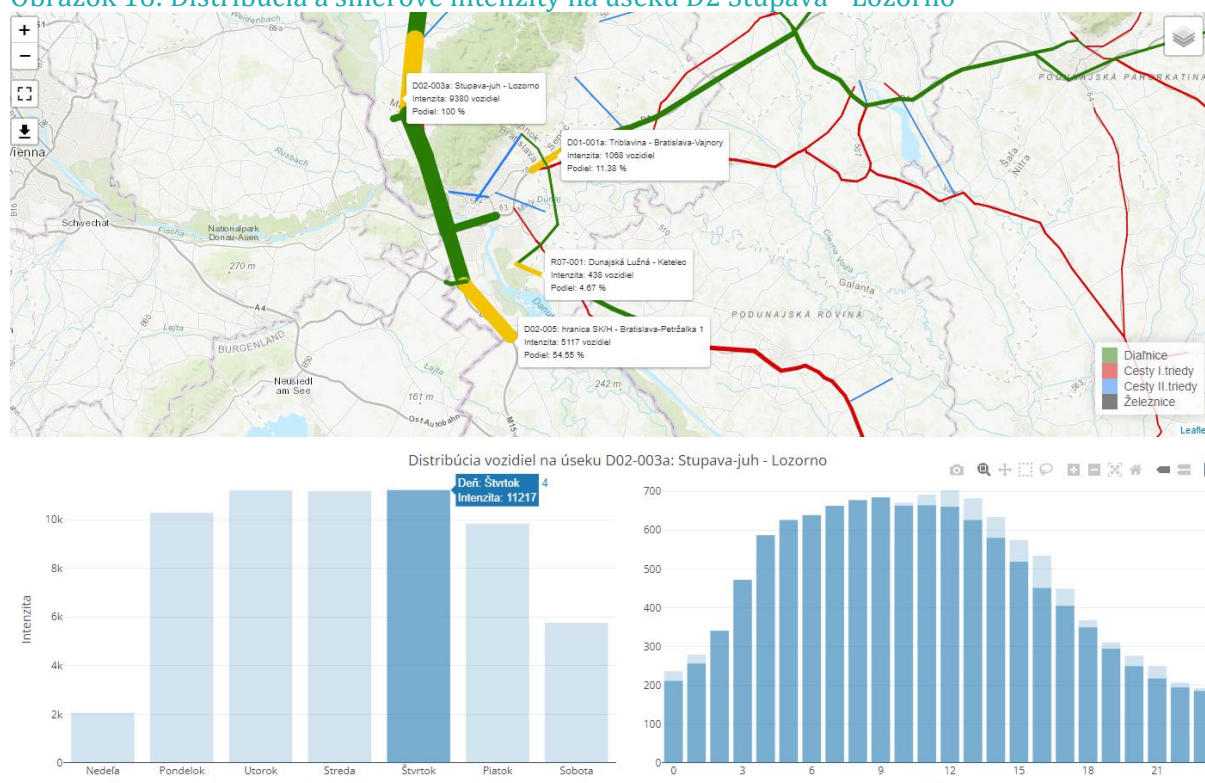


V Bratislave je 21 mostov v zlom a veľmi zlom technickom stave. Vo veľmi zlom stave je 5 mostov, pričom na všetkých z nich je intenzita vyššia ako 20 tisíc vozidiel denne a ich uzavretie by spôsobilo výrazné obmedzenia dopravy. Najrizikovejším je most M514 cez Malý Dunaj na Popradskej ulici spájajúci Podunajské Biskupice s obmedzenými obchádzkovými trasami.

5.3. Trasy

Väčšinu nákladnej dopravy v Bratislave tvorí tranzit. Najviac vozidiel prichádza po D2 od Kútov. Po úseku Stupava – Lozorno denne prechádza v priemere 9 380 vozidiel. Najvyťaženejšie sú utorok až štvrtky, v ktoré úsekom prejde vyše 11 tisíc vozidiel denne. Väčšina z nich prejde medzi piatou a trinástou hodinou, kde hodinové intenzity presahujú 600 vozidiel (Obrázok 16). Vozidlá prechádzajúce úsekom Stupava – Lozorno následne pokračujú smerom na D2 do Maďarska (55,6 %), na D1 v smere Trnava (11,4 %), D4 Volkswagen (12 %), R7 Dunajská Lužná (4,7 %), a D4 Rakúsko (3,5 %)⁷.

Obrázok 16: Distribúcia a smerové intenzity na úseku D2 Stupava - Lozorno

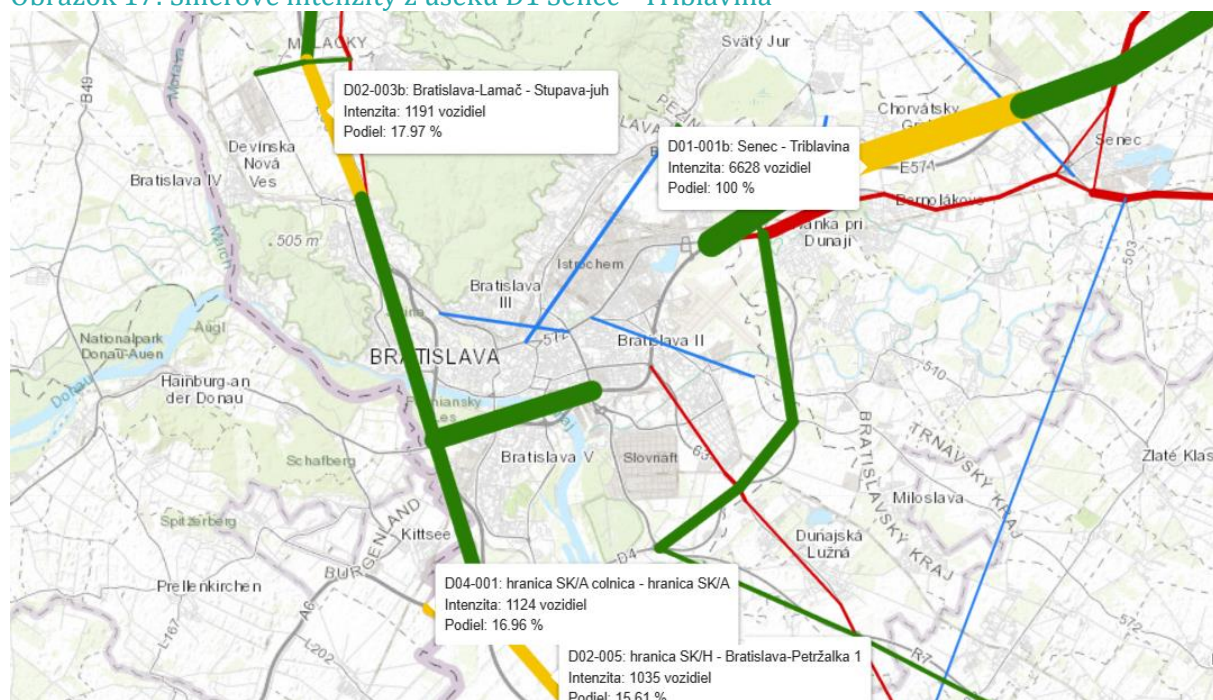


Po diaľnici D1 od Trnavy prichádza v priemere 6 628 vozidiel denne (Obrázok 17), počas pracovného týždňa ich je vyše 8 tisíc. Toky vozidiel sú rovnomerné, 17 % pokračuje do Rakúska (D4), 15,6 % do Maďarska (D2) a 18 % na sever, smer Kúty (D2). Oproti diaľnici D2 je podiel tranzitu nižší a väčšia časť vozidiel končí⁸ cestu v Bratislave.

⁷ Tranzitné ťahy môžu byť mierne podhodnotené pre povinné prestávky vodičov.

⁸ Prípadne začína.

Obrázok 17: Smerové intenzity z úseku D1 Senec - Triblavina



Záver

Aplikácia IDP Interactive na zobrazovanie a zdieľanie dopravných dát prešla za posledný rok intenzívnym vývojom. Prepracované bolo užívateľské prostredie, pozadie, dizajn aplikácie a typy vizualizácií. Podkladové dáta boli aktualizované a transformované do relačnej databázy a spolu s aplikáciou prešli migráciou z verejného na interný server ministerstva dopravy.

Prezentované sú nové typy údajov s vlastnými vizualizáciami. Karta *Intenzity* zobrazuje statické intenzity vozidiel podľa typu na cestnej sieti a ich medziročné nárasty. Smerové intenzity nákladných vozidiel a ich distribúciu počas dňa a týždňa ukazuje karta *Trasy*. Karta *Mosty* ponúka polohu, podrobnú špecifikáciu cestných mostov a ich aktuálny stavebno-technický stav spolu s historickým vývojom.

Funkcionalitu a využiteľnosť sme predstavili na modelovom príklade v Bratislave a okolí. Užitočnosť statických a smerových intenzít sa ukazuje pri rozhodovaní a plánovaní projektov v dopravnej infraštruktúre. Analýza stavu intenzít napomáha k identifikácii preťažených úsekov a lievikov. Smerové intenzity majú potenciál nahradiť časovo a finančne náročné smerové prieskumy, ktoré sú nutnou súčasťou prípravy projektov. Časovo relevantné sú aj prehľady stavebno-technických stavov mostov. Vzhľadom na ich prudko zhoršujúci sa stav v posledných rokoch hrozí uzatvorenie viacerých mostov pre havarijný stav.

Aplikáciu plánujeme v budúcnosti rozvíjať o nové dátové zdroje. Pripravujeme databázy statických a smerových intenzít cestujúcich na železničnej sieti, smerové intenzity a distribúciu osobných vozidiel, aktualizáciu trás nákladných vozidiel a prepracovanie algoritmu s ohľadom na povinné prestávky vodičov a zobrazenie priorít investícií do železničnej infraštruktúry.

Príloha 1

Algoritmus určenia trasy nákladných vozidiel

Pre účely algoritmu sme definovali:

- Blízky bod – výskyt vozidla do 30 minút od aktuálneho bodu
- Veľmi blízky bod – výskyt vozidla do 5 minút od aktuálneho bodu
- Ďaleký bod – výskyt vozidla nad 90 minút od aktuálneho bodu
- Okolie – Výskyty pred a za aktuálnym bodom

Každý výskyt vozidla dostal v rámci algoritmu jeden z nasledujúcich stavov:

- PZ – začiatok cesty
- S – stred cesty – vnútorný úsek cesty, kde vozidlo nezačínalo ani nekončilo jazdu
- PK – koniec cesty
- O – osamotený bod – nie je súčasťou žiadnej cesty a bude zahodený

Úvodná časť algoritmu výskytom vozidiel priradila alebo zakázala niektorý zo stavov na základe splnenia podmienok:

- A1.** Body, ktorých okolie sú ďaleké body alebo body s inými ID⁹, **sú O**
- A2.** Body, ktorých okolie sú veľmi blízke body s rovnakým ID, **sú S**
- A3.** Body, v ktorých okolí je veľmi vzdialený bod alebo bod s iným ID, **nie sú S**
- A4.** Body, ktorých okolie sú rovnaké segmenty¹⁰, pričom aspoň jeden z nich nie je blízko, **nie sú S**
- A5.** Body, ktoré nemajú pred sebou blízky bod alebo bod s rovnakým ID, **nie sú PK**
- A6.** Body, ktoré majú za sebou veľmi blízky bod s rovnakým ID, **nie sú PK**
- A7.** Body, ktoré majú pred sebou rovnaký segment, avšak nie blízko, **nie sú PK**
- A8.** Body, ktoré nemajú za sebou blízky bod alebo bod s rovnakým ID, **nie sú PZ**
- A9.** Body, ktoré majú pred sebou veľmi blízky bod s rovnakým ID, **nie sú PZ**
- A10.** Body, ktoré majú za sebou rovnaký segment, avšak nie blízko, **nie sú PZ**
- A11.** Body, v ktorých okolí je veľmi blízky bod s rovnakým ID, **nie sú O**
- A12.** Body, ktorých okolie sú rovnaké segmenty, a môžu byť O, **sú O**

Ďalšia časť algoritmu využívala určenie stavov okolitých bodov z prvej časti algoritmu. Podmienky boli vyhodnocované cyklicky pokiaľ cyklus dokázal určiť nové stavy výskytov:

- C1.** Zaznamenanie stavov v okolí
- C2.** Body, ktoré majú pred sebou S alebo PZ a za sebou S alebo PK a môžu byť S, **sú S**
- C3.** Body, ktoré majú pred sebou S alebo PZ alebo majú za sebou S alebo PK, **nie sú O**
- C4.** Body, ktoré majú pred sebou O alebo PK alebo majú za sebou O alebo PZ, **nie sú S**
- C5.** Body, ktoré majú pred sebou S alebo PZ a za sebou O alebo PZ a môžu byť PK, **sú PK**
- C6.** Body, ktoré majú pred sebou O alebo PK a za sebou S alebo PK a môžu byť PZ, **sú PZ**
- C7.** Body, ktoré majú za sebou S alebo PK, **nie sú PK**
- C8.** Body, ktoré majú pred sebou S alebo PZ, **nie sú PZ**
- C9.** Body, ktoré majú pred sebou O alebo PK alebo nie blízky rovnaký segment a za sebou O alebo PZ alebo nie blízky rovnaký segment, **sú O**
- C10.** Ak je určený stav, ostatné stavy nie sú možné
- C11.** Ak je možný iba jeden stav, je to určite on

⁹ ID vozidla, teda ide o výskyt iného vozidla

¹⁰ Rovnaký mýtny úsek

C12. Ak prišlo oproti predchádzajúcemu cyklu k určeniu nových stavov, zopakuj cyklus

Ak cyklus nenavýšil počet určených stavov, nasleduje ďalšia časť:

- B1.** Body, ktorých okolie sú blízke body s rovnakým ID, iným segmentom a môžu byť S, **sú S**
- B2.** Body, v ktorých okolí je nie blízky bod, **nie sú S**
- B3.** Body, v ktorých okolí je blízky bod s rovnakým ID a iným segmentom, **nie sú O**

Nasleduje opäť cyklická časť, po ktorej algoritmus uzavrie všetky cesty a dokončí určovanie stavov:

- Z1.** Body, ktoré sú neurčené a majú pred sebou S alebo PZ a môžu byť PK, **sú PK**
- Z2.** Body, ktoré sú neurčené a majú za sebou S alebo PK a môžu byť PZ, **sú PZ**

Algoritmus sa snaží čo najpresnejšie identifikovať zdroje a ciele ciest, pričom minimalizuje výpočtový čas. Výstupom algoritmu sú výskyty vozidiel s určenými stavmi (Obrázok 18), ktoré sú následne agregované do ciest so zdrojovým a cieľovým úsekom, časom začiatku a konca cesty a postupnosťou úsekov, po ktorých vozidlo prechádzalo (Obrázok 19).

Obrázok 18: Ukážka určenia stavov po skončení algoritmu

	vehicle_id	segment_id	datetime	stav
	<int>	<i64>	<POSc>	<char>
1:	399	5000000400	2023-01-11 05:40:34	PZ
2:	399	5000000410	2023-01-11 05:42:29	S
3:	399	100690000	2023-01-11 05:48:27	S
4:	399	100700000	2023-01-11 05:50:46	S
5:	399	100710000	2023-01-11 06:03:18	S
36:	399	5500000620	2023-01-11 07:43:26	S
37:	399	5500000630	2023-01-11 07:44:02	S
38:	399	5500000640	2023-01-11 07:45:38	S
39:	399	5500000650	2023-01-11 07:46:58	S
40:	399	5500000660	2023-01-11 07:47:55	S
41:	399	5100012000	2023-01-11 07:54:29	PK
	vehicle_id	segment_id	datetime	stav

Algoritmus identifikoval približne 25 miliónov ciest.

Obrázok 19: Ukážka databázy ciest

	IDcesty	seg_path	body	vehicle_id	O_time	O_seg	D_time	D_seg	trip_time
1	T1-1	5000000400;5000000410;100690000;100700000;100710000;...	41	399	2023-01-11 05:40:34	5000000400	2023-01-11 07:54:29	5100012000	133.916667
2	T1-10	5100010140;5200000731	2	423	2023-01-25 06:32:31	5100010140	2023-01-25 06:58:48	5200000731	26.283333
3	T1-100	590400000;59880210000;590050000;59880230000;5100012...	22	648	2023-01-05 07:18:41	590400000	2023-01-05 08:49:44	590400001	91.050000
4	T1-1000	302600001;302970001;5100008500;10880520001;51000057...	6	3552	2023-01-31 04:09:59	302600001	2023-01-31 05:06:32	5200000561	56.550000
5	T1-10000	290900001;29841370001;290890001;29841340001;3807600...	5	17789	2023-01-04 13:56:02	290900001	2023-01-04 14:04:03	380760001	8.016667
6	T1-1000001	600190000;60880570000;600870000;60880590000;6002100...	45	5958677	2023-01-12 22:19:49	600190000	2023-01-13 01:46:14	590050000	206.416667
7	T1-1000002	590050001;59880210001;590400001;59880390001;5900300...	47	5958677	2023-01-13 05:18:15	590050001	2023-01-13 08:32:03	600190001	193.800000
8	T1-1000003	600190000;60880570000;600870000;60880590000;6002100...	48	5958677	2023-01-15 22:26:15	600190000	2023-01-16 01:22:51	590400001	176.600000
9	T1-1000004	590030001;59880180001;5100012201;5100012191;2588448...	48	5958677	2023-01-16 05:16:34	590030001	2023-01-16 07:31:50	600190001	135.266667
10	T1-1000005	5600000330;351420000;35881210000;5100011810;5100011...	27	5958677	2023-01-16 16:48:50	5600000330	2023-01-16 19:04:18	5100006461	135.466667

Pre každý mýtny úsek sme odfiltrovali cesty, ktoré daným úsekom prechádzajú. Cesty prechádzajúce úsekom sme spätne rozdelili na segmenty, z ktorých bola cesta zložená. Segmenty sme agregovali do frekvenčnej tabuľky a získali sme počty vozidiel na každom segmente, ktoré počas svojej cesty prešlo sledovaným úsekom (Obrázok 20).

Obrázok 20: Ukážka databázy tokov cez mýtné úseky

	seg_id_flow text	seg_id text	vehicle_category_name text	int integer
1	5100009931	10880550000	Nákladné vozidlo 12t a viac	14
2	5100009931	10880550000	Nákladné vozidlo 3.5t – 12t	3
3	5100009931	10880550001	Autobus 12t a viac	1012
4	5100009931	10880550001	Autobus 3.5t – 12t	53
5	5100009931	10880550001	Nákladné vozidlo 12t a viac	2099

Databáza tokov vozidiel slúži ako podklad pre smerové intenzity a trasy vozidiel (Obrázok 8). Z databázy stavov bol určený deň a hodina výskytu vozidla. K vozidlu sme priradili kategóriu a agregovali do databázy distribúcie vozidiel (Obrázok 21). Údaje sú podkladom pre týždennú a dennú distribúciu vozidiel na úsekoch (Obrázok 9).

Obrázok 21: Ukážka distribučnej databázy

	segment_id text	hour integer	vehicle_category_name text	wday numeric	int bigint
1	100690000	0	Autobus 12t a viac	0	73
2	100690000	1	Autobus 12t a viac	0	78
3	100690000	2	Autobus 12t a viac	0	84
4	100690000	3	Autobus 12t a viac	0	155
5	100690000	4	Autobus 12t a viac	0	179

Algoritmus zlučovania výskytov vozidiel má nedostatok pri rozlišovaní ukončenia cesty a povinnej prestávky na odpočinok po presiahnutí denného limitu¹¹. Neschopnosť rozlíšiť prestávku má za následok skoršie ukončenia ciest, najmä pri dlhých cestách. Nedostatky algoritmu plánujeme odstrániť.

¹¹ Nariadenie (ES) č. 561/2006

Referencie

- CDB. (2023). *Cestná sieť SR*. Dostupné na Internete: Cestná databanka: <https://www.cdb.sk/sk/poskytovanie-udajov.alej>
- Kováč, L. (2023). *IDP Interactive*. Dostupné na Internete: Ministerstvo dopravy SR: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/institut-dopravnej-politiky/interaktivna-aplikacia>
- Kováč, L. (10 2023). *IDP Interactive - manuál*. Dostupné na Internete: IDP Interactive - manuál: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/institut-dopravnej-politiky/publikacie/manualy/idp-interactive>
- Posit. (2023). *shinyapps*. Dostupné na Internete: <https://www.shinyapps.io/>
- SSC. (2015). *CSD 2015*. Dostupné na Internete: CSD 2015: <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinierstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2015.ssc>
- SSC. (2022). *CSD 2022*. Dostupné na Internete: CSD 2022: <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinierstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2022-a-2023.ssc>
- Turzák, P. (2024). *mapa mostov*. Dostupné na Internete: https://github.com/pturzak/mapa_mostov_sk