



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond
regionálneho rozvoja



Integrovaný regionálny
operačný program
2014 - 2020



MINISTERSTVO
PŔOHOŠPODÁRSTVA
A ROZVOJA VIDIEKA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Dopravný model – technická správa

Analytická časť

Dátum spracovania: 07. 05. 2020

Číslo výstupu	
Názov výstupu	
Úroveň diseminácie	
Autori a organizácie	Mgr. Jitka Ondráčková, Mgr. Jiří Dufek, Ph.D., Mgr. Lukáš Čaha
Dátum vydania	07. 05. 2020

Obsah

1	Základné parametry dopravného modelu.....	5
2	Model dopravnej ponuky	8
3	Model prepravného dopytu	13
4	Kalibrácia modelu	19
5	Stav 2019	21
6	Validácia modelu	25
7	Scenáre rozvoja dopravy	26
8	Literatúra	44
9	Zoznam tabuliek a obrázkov	45
10	Zoznam príloh	47

Tento dokument popisuje tvorbu makroskopického multimodálneho dopravného modelu mesta Trenčín pre účely Plánu udržateľnej mobility funkčného územia krajského mesta Trenčína.

Makroskopický dopravný model je analytický nástroj, ktorý umožňuje zobrazenie predpokladaného vývoja a zmien v doprave v reakcii na vývoj a zmenu vstupných predpokladov modelu. Dopravné modely sú využívané predovšetkým pri prognózovaní v oblasti dopravného plánovania. Vďaka tomu, že vypočítané dopravné intenzity vychádzajú zo zisťovaných komplexných charakteristík dopravného správania obyvateľov, je možné modelovať scenáre rozvoja dopravy v závislosti na zmenách dopravného dopytu a ponuky v čase a priestore.

Dopravný model mesta Trenčína je spracovaný v programe PTV Visum 16. Jedná sa o celodenný dopravný model, tj. zahŕňa 24-hodinový interval. Kalibračným rokom modelu je rok 2019, prognózy rozvoja dopravy sú počítané pre roky 2030, 2040 a 2050.

Dopravný model bol spracovaný v súlade s metodickou príručkou k zostave dopravných modelov a dopravných prognóz (Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky, 2019).

1 ZÁKLADNÉ PARAMETRY DOPRAVNÉHO MODELU

Základné parametre dopravného modelu, tj. priestorový, časový a modálny rozsah, určujú zložitosť a podrobnosť dopravného modelu. Táto podrobnosť vychádza predovšetkým z dostupnosti a kvality zdrojových dát.

1.1 Použité dáta

Tabuľka 1 Použité dáta v dopravnom modeli Trenčína a ich zdroje

Typ dát	Názov dátovej sady	Aktuálne k roku	Zdroj dát
Dáta o dopravnej sieti	Dopravný model Trenčín (DHV)	2009	DHV
	Digitalizácia	2019	OSM
	Trasy liniek VHD	2019	IMHD.SK
Dáta o využití územia	Územný plán mesta Trenčína		Mesto Trenčín
	Body záujmu - POI	2019	OSM, Maps.google.com
	Nákupné plochy	2019	Maps.google.com
	Žiaci na školách	19/20	EDUPAGE
	Počet zamestnancov	2018	Portál FINSTAT
Demografické a sociálno-ekonomické dáta	SODB 2011	2018	SŠÚ SK
	Počet obyvateľov	2018	SŠÚ SK
	Počet obyvateľov v rozdelení na adresy	2019	Mesto Trenčín
Dáta o dopravnom správaní obyvateľstva	Prieskum dopravného správania	2019	CDV 2019
Sčítanie dopravy a cestujúcich a iné dopravno-inžinierske prieskumy	Prieskum intenzity dopravy ASD a smerový dopravný prieskum	2019	CDV 2019
	Dopravný prieskum verejnej dopravy	2019	CDV 2019
	Cestujúci VHD	2019	SAD Trenčín

1.2 Zonálne členenie

Zóny v dopravnom modeli sú geografické oblasti, ktoré sa snažia o rozdelenie do zmysluplných celkov z hľadiska využitia územia, demografie a umiestnenia na komunikačnej sieti. Mesto Trenčín je rozčlenené v podrobnosti na celkom 135 zón, spádové územie je rozčlenené v podrobnosti na obce. Mimo tieto tzv. vnútorné zóny tvorí model aj „kordónové“ zóny, medzi ktorými je vedená diaľková tranzitná doprava skrz modelované územie a tiež zdrojová a cieľová doprava, ktorá začína a končí za hranicami modelovaného územia.

Tabuľka 2 Zonálne členenie

Oblasť	Členenie	Počet zón
Trenčín	vlastní	114
Spádové územie	obce	22
Kordónové zóny		14
Spolu		150

1.3 Dopravné módy

V dopravnom modeli sú zanesené 4 módy osobnej dopravy (automobil, verejná doprava, bicykel a pešia) a dva módy nákladnej dopravy (ľahká nákladná doprava a ťažká nákladná doprava). V rámci verejnej hromadnej dopravy je obsiahnutá autobusová doprava a železničná doprava.

Tabuľka 3 Dopravné módy v modeli

Kód v modeli	Názov	Popis	
Verejná hromadná doprava (PuT)	MHD	Mestská hromadná doprava	Mestská hromadná doprava
	BUS	Autobusová doprava	Prímestská autobusová doprava, nočné, regionálne autobusy
	Vlak	Železničná doprava	EuroCity, Expresy, rýchliky, expresné, osobné vlaky
	VD		Pešia doprava v rámci VHD
Osobná doprava (PrT)	Kolo	Cyklistická doprava	
	Peší	Pešia doprava	
	OA	Automobilová doprava	Individuálna automobilová doprava
Nákladná doprava	LN	Ľahká nákladná doprava	Vozidlá do 3,5 t
	TN	Ťažká nákladná doprava	Vozidlá nad 3,5 t

1.4 Segmenty populácie a účely ciest v dopravnom modeli

Model osobnej dopravy je postavený na dopravnom správaní obyvateľov, ktoré vychádza z prieskumu dopravného správania. Vzhľadom k rôznorodosti dopravného správania populácie ako celku, je vhodné populáciu rozdeliť na niekoľko skupín-klastrov na základe ich dopravného správania a socio-demografických charakteristík. V rámci dopravného modelu mesta Trenčína sú sledované tri segmenty populácie tak, aby ich bolo možné nadviazať na dostupné dáta o obyvateľstve:

- Žiaci základných a stredných škôl: 6-19 rokov
- Ekonomicky aktívne obyvateľstvo: pracujúci, pracujúci dôchodcovia, pracujúci študenti
- Ekonomicky neaktívny obyvateľstvo: nezamestnaní, nepracujúci dôchodcovia, ženy na materskej a rodičovskej dovolenke, študenti vo veku 20 a viac rokov

V rámci dopravného modelu sa neuvažuje s cestami detí do šiestich rokov (ako so samostatnými cestami/cestujúcimi).

Segmenty obyvateľov v modeli cestujú za najrôznejšími účelmi, ktoré sú získané z prieskumu dopravného správania. Cesty sú rozdelené na dve skupiny, tzv. Home-based cesty, ktoré začínajú alebo končia v mieste bydliska a NonHome-based cesty, ktoré začínajú inde ako v mieste bydliska. V rámci prieskumu dopravného správania sa sledovalo osem účelov ciest, ktoré boli zoskupené do piatich párov ciest:

- **Domov - Vzdelanie:** cesty Domov - Vzdelanie a späť
- **Domov - Zariaďovanie:** cesty Domov - Zariaďovanie a späť
- **Domov - Ostatné:** cesty Domov - Ostatné a späť, cesty Domov - Voľný čas a späť, cesty Domov - Vybavovanie a späť, cesty Domov - Aktívny odpočinok a späť, cesty Domov - Vzdelanie a späť (pre študentov vo veku 20 a viac rokov)
- **Domov - Nákup:** cesty Domov - Nákup a späť

- **Domov - Práca:** cesty Domov - Práca a späť
- **Ostatné - Ostatné:** kombinácia ciest, ktoré nezačínajú ani nekončia v mieste bydliska (napr. Vzdelanie - Nákup) **a nie sú spojené s prácou**
- **Práca - Ostatné:** kombinácia ciest, ktoré nezačínajú ani nekončia v mieste bydliska (napr. Práca - Nákup) **a sú spojené s prácou**

Nižšie v tabuľke sú obsiahnuté sledované kombinácie segmentov populácie a účelov ciest v dopravnom modeli mesta Trenčín.

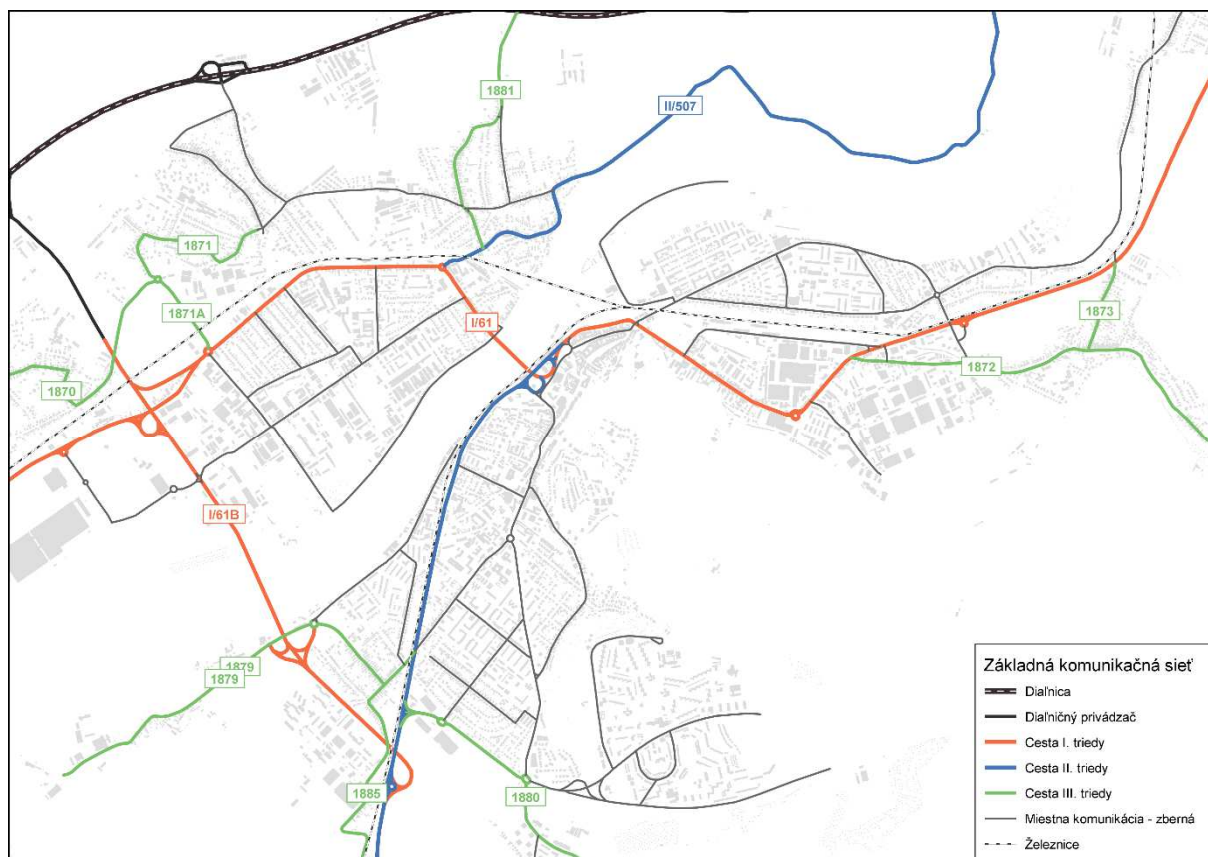
Tabuľka 4 Segmenty populácie a účely ciest v dopravnom modeli

Páry ciest			Ekonomicky aktívni	Ekonomicky neaktívni	Žiaci a študenti	Suma obyvateľov
HE	Home – Education	Domov - Vzdelanie			x	
HM	Home - Maintenance	Domov - Zariadenie				x
HO	Home – Other	Domov - Ostatné				x
HS	Home – Shopping	Domov - Nákup	x	x		
HW	Home – Work	Domov – Práca	x			
OO	Other - Other	Ostatné - Ostatné				x
WO	Work - Other	Práca - Ostatné				x

2 MODEL DOPRAVNEJ PONUKY

2.1 Dopravná sieť

Dopravná sieť v dopravnom modeli korešponduje s jeho zonálnou štruktúrou. V zonálne členenejšom území je dopravná sieť viac hustá a obsahuje nielen pešiu, ale aj cyklistickú sieť. V okrajových zónach modelu je sieť menej hustá a obsahuje len hlavné komunikácie.

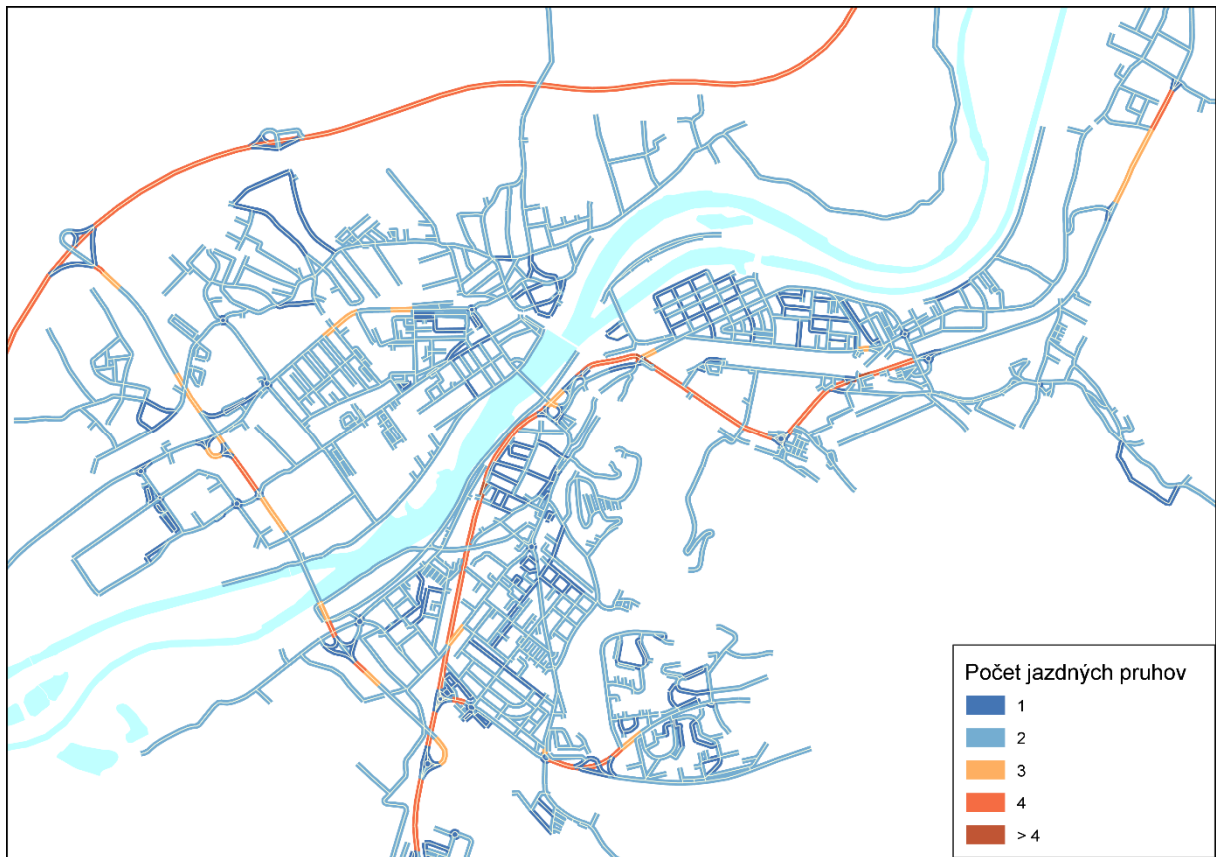


Obrázok 1 Dopravná sieť

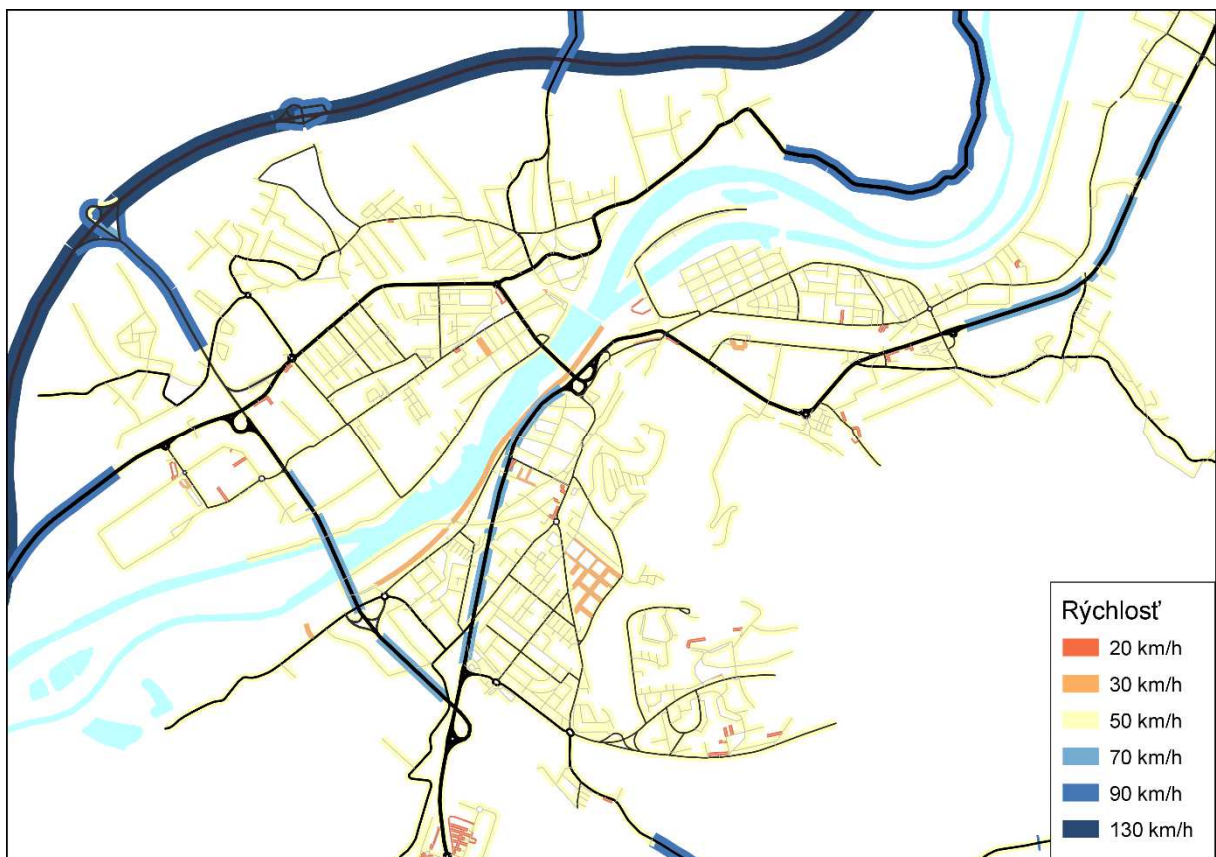
Vzhľadom k rôznej dĺžke a správaniu jednotlivých vozidiel sú všetky vozidlá konvertované na jednu jednotku, tj. počet osobných vozidiel (PCU - passenger car unit)

Tabuľka 5 Prevodná tabuľka na počet osobných vozidiel

Vozidlo	PCU
Bicykel	0.2
Osobné vozidlo	1
Ľahké nákladné vozidlo	1
Ťažké nákladné vozidlo	2.1
Autobus	2



Obrázok 2 Počet jazdných pruhov



Obrázok 3 Rýchlosť na komunikáciách

2.2 Verejná doprava

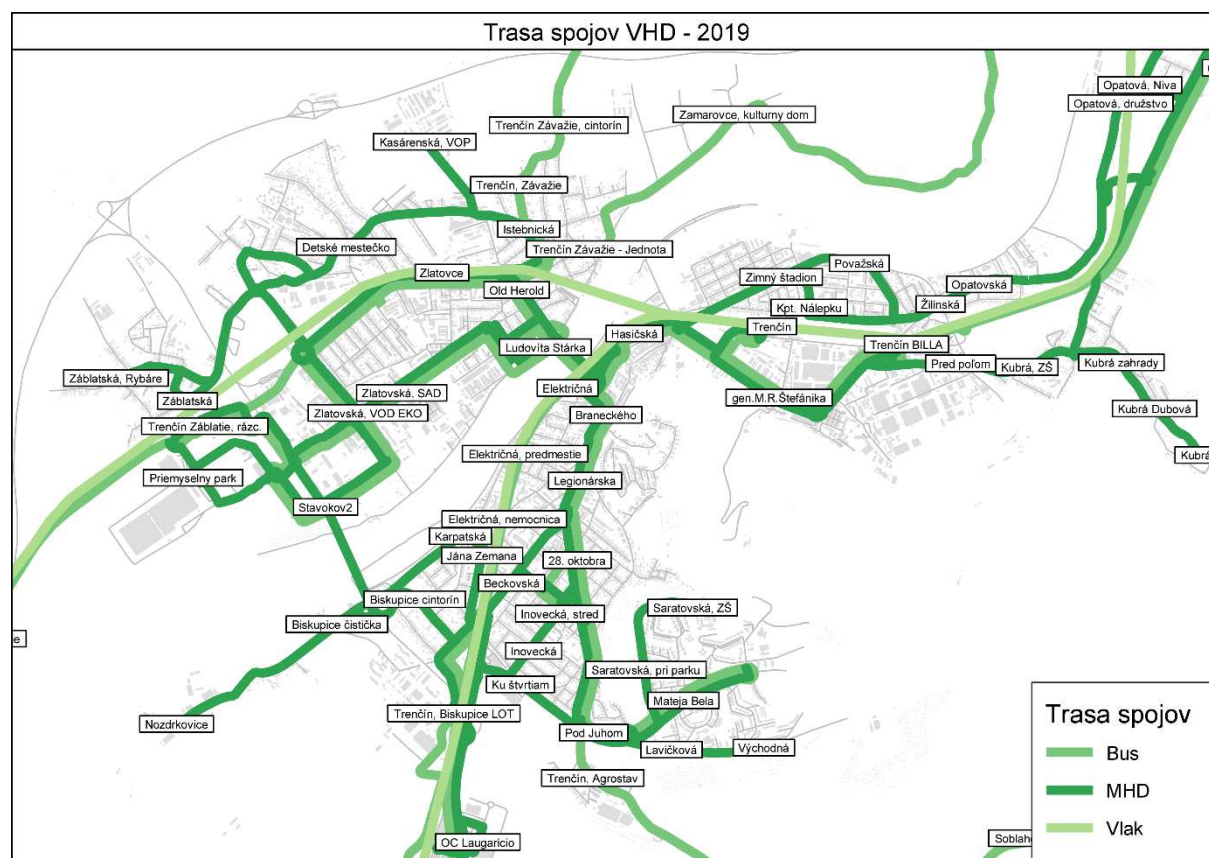
Dopravný model obsahuje všetky typy verejnej dopravy v modelovanom území. Okrem MHD mesta Trenčín zahŕňa aj všetky linky regionálnej autobusovej dopravy a železničnej dopravy. Verejná hromadná doprava v dopravnom modeli jazdí podľa oficiálnych cestovných poriadkov (platných vo všedný deň k roku 2019).

V modeli sú zanesené zastávky verejnej hromadnej dopravy a pomocou peších liniek je umožnený prestup z jedného módu verejnej dopravy na iný (napr. prestup z vlaku na autobus).

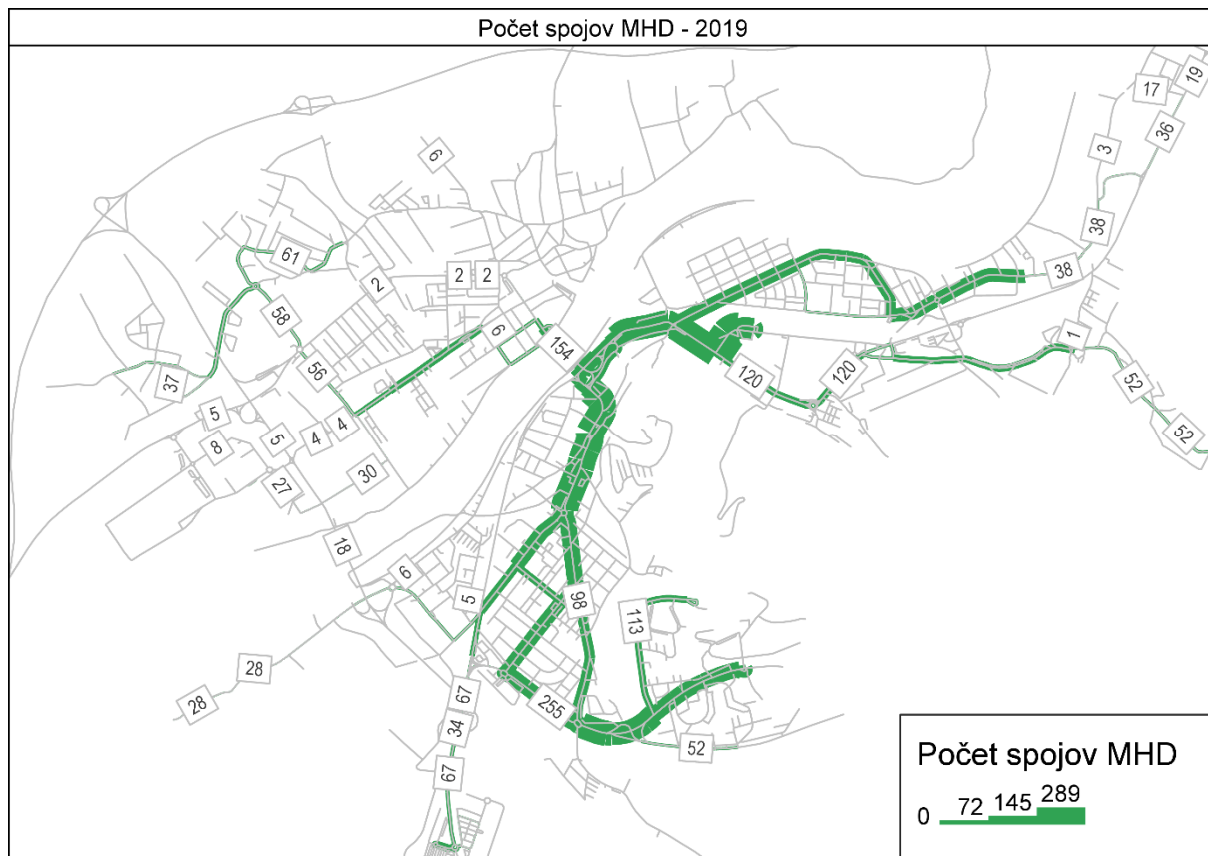
Tabuľka 6 Verejná doprava v dopravnom modeli

Typ verejnej dopravy	Počet liniek / spojov	Zdroj
MHD Trenčín	19/530	MHD Trenčín
Regionálne a diaľkové autobusy	28/525	IDOS.CZ
Vlakové spoje	4 trate/150	ZSSK.SK

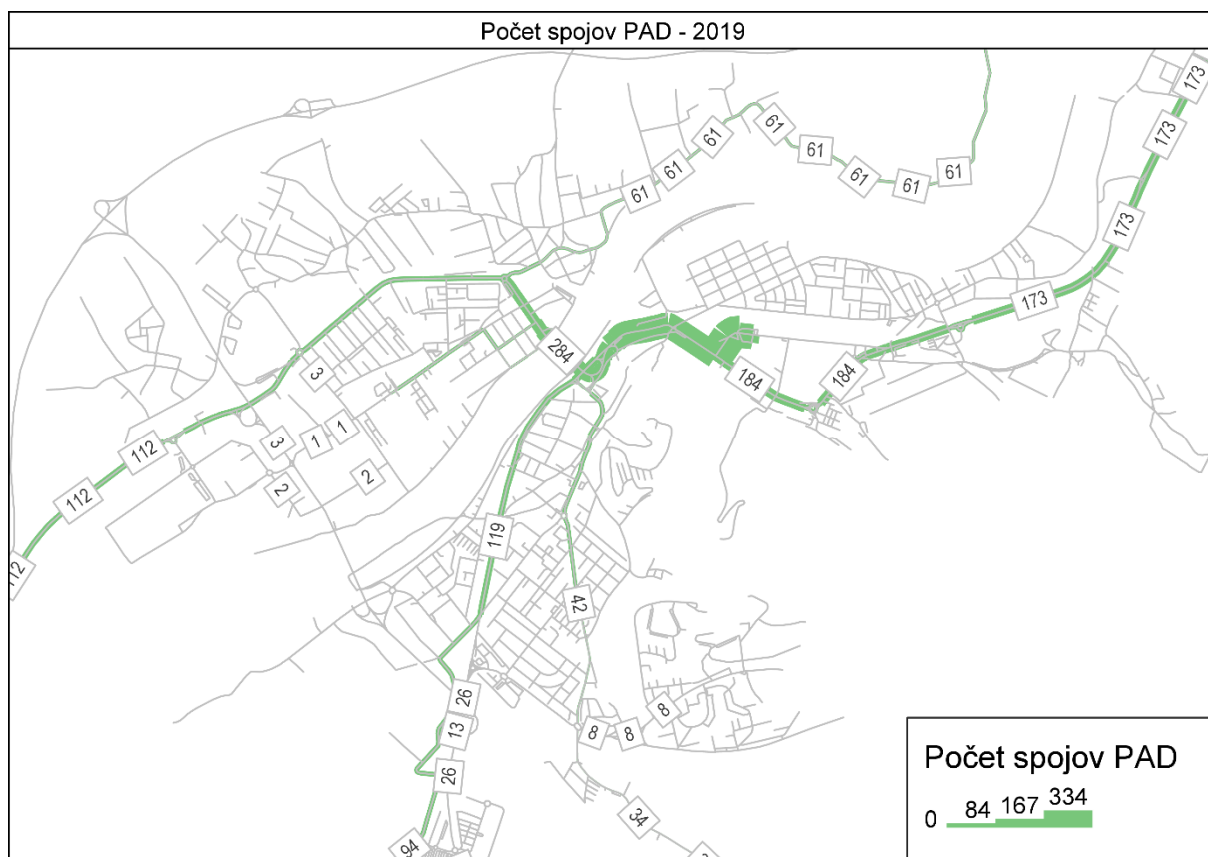
V modeli sú zanesené zastávky verejnej hromadnej dopravy a pomocou peších liniek (prepojení) je umožnený prestup z jedného módu verejnej dopravy na iný (napr. prestup z vlaku na autobus). Na rozdiel od osobnej dopravy je čas a vzdialenosť pre verejnú dopravu vypočítaný ako súčet čiastkových ciest: pešia cesta na zastávku verejnej dopravy, cesta spojom, prestupy a pod.



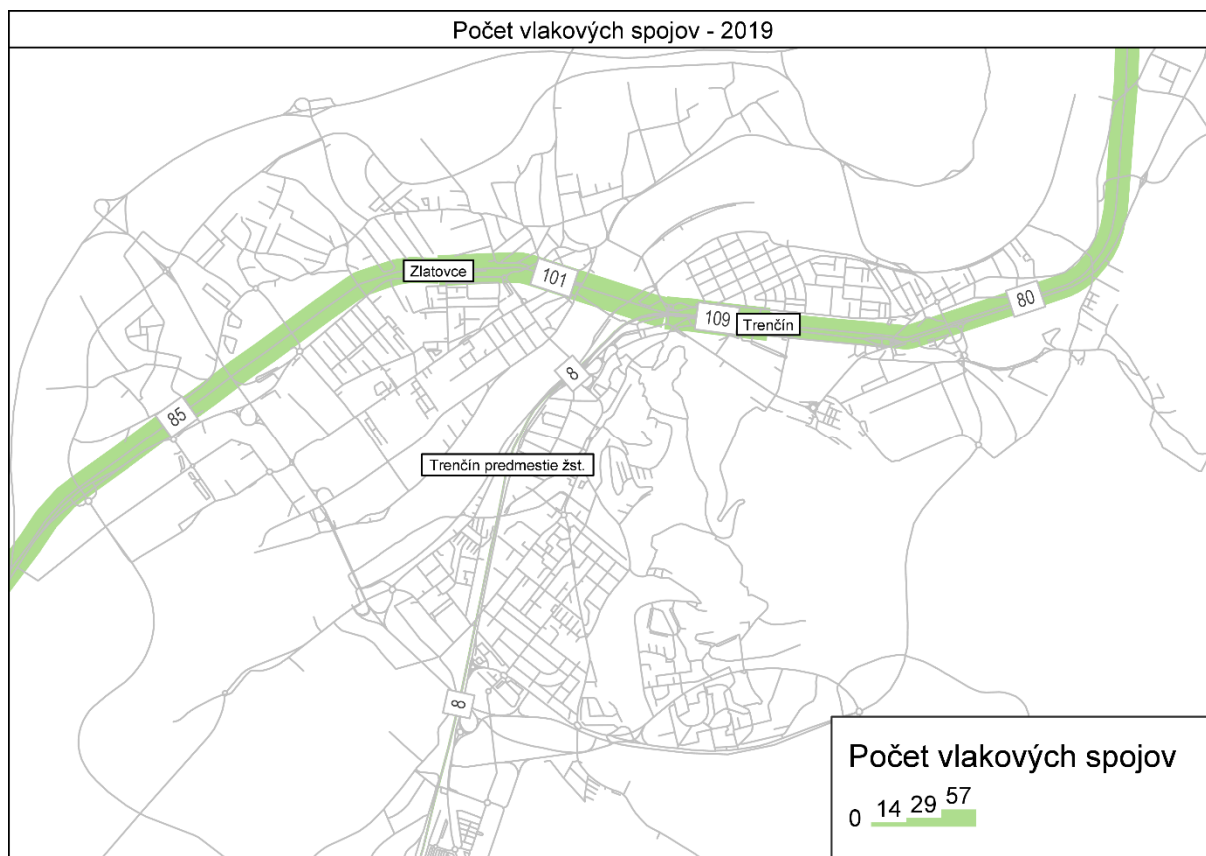
Obrazok 4 Trasa spojov VHD



Obrázok 5 Počet spojov MHD



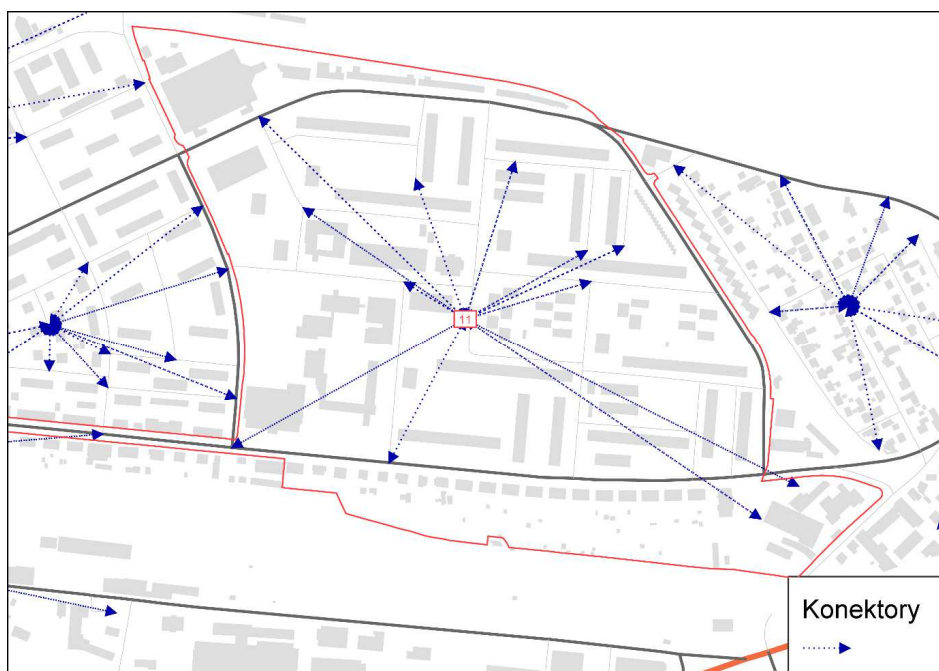
Obrázok 6 Počet spojov PAD



Obrázok 7 Počet vlakových spojov

2.3 Konektory

Dopravné zóny sú na dopravnú sieť napojené pomocou tzv. konektorov. Tie v sebe nesú čas a vzdialenosť, ktoré sú potrebné pre príchod na sieť – napr. príchod k autu, parkovanie, zamykanie / odomkykanie bicyklov a pod.



Obrázok 8 Konektory v dopravnom modeli

3 MODEL PREPRAVNÉHO DOPYTU

Princíp štvorstupňového dopravného modelu je dodnes používaný ako najrozšírenejšia metóda dopravného modelovania osobnej dopravy. Tento postup využívajú takzvané sekvenčné modely, ktoré postupne odpovedajú na otázky viazané k jednotlivým krokom výpočtov dopravného modelu:

- Vykonám cestu? (Vznik ciest)
- Kam budem cestovať? (Rozdelenie ciest)
- Akým dopravným prostriedkom? (Voľba dopravného prostriedku)
- Akú trasu zvolím? (Zaťaženie siete)

Zároveň je prepravný dopyt v modeli delený na tieto podčasti:

- Model vnútornej dopravy (dopravné chovanie obyvateľov Trenčína a okolie)
- Model externej zdrojovej / cieľovej dopravy
- Tranzitná doprava

3.1 Vznik ciest

Vznik ciest (Trip Generation) je prvým stupňom z klasického štvorstupňového dopravného modelu. V tomto kroku dochádza k určeniu, aký je približný počet ciest vznikajúce v každej zóne (produkcia dopravného dopytu) a koľko ciest v zóne končí (atraktivita zón), bez ohľadu na to odkiaľ / kam tieto cesty vedú.

Produkcia dopravného dopytu kombinuje u ciest začínajúcich v mieste bydliska počet obyvateľov a tzv. hybnosť obyvateľstva. Produkcia ciest nezačína v mieste bydliska je odvodená z cieľov ciest Home-Based ciest. Atraktivita zón je odvodená z dát o využití územia.

3.1.1 Hybnosť obyvateľstva

Hybnosť obyvateľstva je počet ciest, pripadajúci na jedného obyvateľa danej oblasti za časovú jednotku (najčastejšie pracovný deň alebo rok).

Tabuľka 7 Hybnosť obyvateľstva

		Ekonomicky aktívni	Ekonomicky neaktívni	Žiaci a študenti	Suma obyvateľov	Percento ciest, ktoré opustí hranice modelovaného územia
HE	Domov - Vzdelanie	-	-	1.4	-	7.4%
HM	Domov - Zariaďovanie	-	-	-	0.37	9.7%
HO	Domov - Ostatné	-	-	-	0.45	12.5%
HS	Domov - Nákup	0.24	0.62	-	-	EA: 3.8%, EN:7.0%
HW	Domov – Práca	1.36	-	-	-	18.5%
OO	Ostatné - Ostatné	-	-	-	0.18	10.2%
WO	Práca - Ostatné	-	-	-	0.18	13.4%

3.1.2 Demografia

Pre účely dopravného modelu boli využité dáta zo Slovenského štatistického úradu. Dáta o podrobnejšom priestorovom rozdelení dodalo mesto Trenčín. Segmenty populácie v súčasnom stave sú z hľadiska ukazovateľov veľkosti (počet obyvateľov) dané aktuálnymi údajmi z roku 2019

(priestorové rozloženie), avšak štruktúra ekonomickej aktivity v jednotlivých vekových kategóriách odráža hodnotu celého mesta. Nie je teda zohľadnený vzťah ekonomickej aktivity a demografických charakteristík v rámci mesta (napríklad – v nových bytoch pravdepodobne žijú mladé rodiny, apod.).

3.1.3 Atraktivita územia

Atraktivita zóny z hľadiska daného účelu cesty je v dopravnom modeli vyjadrená relatívnym číslom, ktoré určuje, koľko ciest bude v danej zóne končiť s ohľadom na celkový počet ciest, ktoré za daným účelom vzniká (celková produkcia). Vo všetkých dopytových vrstvách bol pri ich výpočte vykonaný prepočet "scaling/škálovania" podľa produkcie (okrem ciest za nákupom), tzn., že celkový počet ciest v danej dopytovej vrstve je rovný súčtu produkcie všetkých zón v tejto vrstve. Výpočet atraktivít pre jednotlivé účely ciest sú obsiahnuté nižšie v tabuľke.

Tabuľka 8 Výpočet atraktivita územia

Pary ciest	Atraktivita
Domov - Vzdelanie	Atraktivita pre cesty za vzdelaním je vyjadrená počtom žiakov na základných, stredných a vysokých školách. Počty jednotlivých žiakov vždy priamo na konkrétnom webe školy či prípadne z portálu EDUPAGE, napr. https://zszlatovce.edupage.org/ Údaje vztiahnuté k školskému roku 19/20.
Domov - Vybavovanie	Atraktivita ciest "Vybavovanie" zahŕňa cesty za lekárom a na úrad apod.
Domov - Ostatné	Ostatné cesty zahŕňajú širokú škálu ciest – od napr. návštevy, prechádzky v parku až po návštevu reštaurácie. Atraktivita pre tieto cesty bola odvodená z dát z územného plánu v kombinácii s digitalizovanými dátami z Google Maps. Do vzorca vstupujú plochy občianskeho vybavenia, verejnej vybavenosti, zdravotných služieb alebo verejného priestranstva. Je v ňom zahrnutý tiež faktor historického jadra alebo počtu obyvateľov.
Domov - Nákup	Pomocou metodiky Metody prognózy intenzit generované dopravy bola atraktivita vypočítaná z plôch obchodných centier, plôch obchodov s potravinami a plôch ostatných obchodov.
Domov – Práca	Dáta o pracovných miestach v spádovom území sú pre dopravný model odvodené z údajov o pracovnej vychádzke zo SODB 2011 (SŠÚ). Z údajov o pracovnej vychádzke z obcí a v rámci obcí dá určiť počet tzv. obsadených pracovných miest. Obsadené pracovné miesta v určitej obce sú dané nasledujúcim vzorcom: $OPM_i = \sum PD_j + VPD_i$ kde OPM je počet obsadených pracovných miest v obci i, PD je počet odchádzajúcich z ostatných obcí j, VPD je vnútorná pracovná dochádzka v rámci obce i. Údaje o počte OPM pre danú obec sú následne prepočítané na zóny dopravného modelu podľa váh, OPM sú ďalej kalibrované podľa údajov o najväčších zamestnávateľoch v území. Počet zamestnancov z portálu FINSTAT za rok 2018, https://finstat.sk/
Ostatné - Ostatné	Na rozdiel od ciest Domov - Ostatní, obsahujú cesty Ostatné - Ostatné i všetky cesty, ktoré nezačínajú alebo nekončia doma, napr., Vzdelanie - Ostatní. Z toho dôvodu do tejto atraktivita vstupuje i napr. nákupná plocha. Ich začiatok je stanovený tam, kde home-based cesty končia (všetky okrem Domov - Práca).
Práca - Ostatné	Do Atraktivita Práca - Ostatné je započítaná nákupná plocha, počet obyvateľov zóny a iné atraktory POI. Ich začiatok je stanovený tam, kde končí cesty Domov - Práca.

3.2 Distribúcia ciest

Distribúcia ciest je druhým krokom v štvorstupňovom modeli a jeho výsledkom je matica prepravných vzťahov. Hlavným parametrom pre toto rozdelenie je tzv. Atraktivita zón (teda počet ciest končiacich v danej zóne). Ďalším parametrom, ktorý vstupuje do modelu distribúcie ciest, sú generalizované náklady vyjadrené dĺžkou cesty. Tento parameter ovplyvňuje výpočet tak, že pri porovnateľnej atraktivite územia sú pre danú aktivitu dopravne príťažlivejšie bližšie zóny ako zóny vzdialenejšie.

Modely distribúcie ciest boli odvodené z dát z prieskumu dopravného správania. Funkcie sú založené na logitových funkciách. V tabuľke nižšie je zoznam funkcií využitých pre jednotlivé dopytové vrstvy a zároveň porovnaní s dátami z prieskumu dopravného správania, ktoré boli využité aj pre následnú kalibráciu.

Tabuľka 9 Funkcia distribúcia ciest a korelácia s prieskumom dopravného správania

Dopytová vrstva	Typ funkcie	Parameter c	Korelácie s PDS Trenčín	Počet pozorovaní v PDS Trenčín
Domov - Vzdelanie	Logit	-0.21	0.77	171
Domov - Zariadovanie	Logit	-0.39	0.75	385
Domov - Ostatné	Logit	-0.35	0.93	381
Domov – Nákup (Ekon. aktív.)	Logit	-0.44	0.88	508
Domov – Nákup (Ekon. neaktív.)	Logit	-0.46		
Domov – Práca	Logit	-0.23	0.87	871
Ostatné - Ostatné	Combined	-0.85	0.88	359
Práca - Ostatné	Combined	-0.35		

3.3 Voľba dopravného prostriedku

Modely voľby dopravného prostriedku boli vytvorené pre potreby dopravného modelu z dát prieskumu dopravného správania. Začiatok a koniec ciest z prieskumu dopravného správania bol prevedený na úroveň zón v dopravnom modeli. Bol dopočítaný čas a dĺžka trasy ako pre mód, ktorý bol k ceste využitý, tak pre všetky alternatívne módy. Intrazonálne cesty a cesty, ktoré presahujú územie dopravného modelu, neboli do odhadov zahrnuté. **Z tohto dôvodu by nemali byť výsledky analýzy voľby dopravného módu pre dopravný model použité ako samostatný analytický výstup.**

Pre konštrukciu modelu voľby dopravného módu bola použitá premenná, ktoré charakterizuje generalizované cestovné náklady na cestu medzi dvoma ľubovoľnými zónami. Okrem tejto premennej v pôvodnom tvare boli v modeloch skúšané aj jeho logaritmus. Pre dopytovej vrstvy bolo vytvorené osem modelov. Tieto skupiny boli volené tak, aby poskytovali teoreticky čo najviac homogénne (podobné) typy ciest a zároveň tak, aby v každej skupine bol dostatočný počet ciest pre reprezentatívnosť.

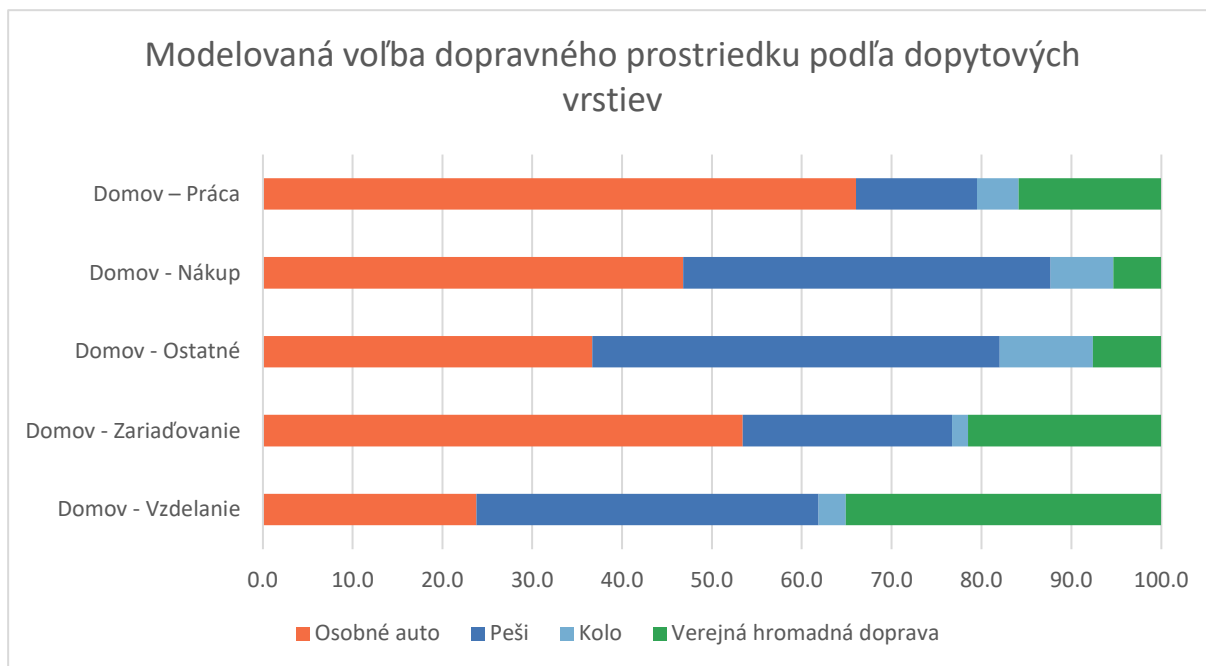
V tabuľke sú uvedené koeficienty týchto premenných, ak sa v modeli ukázali ako významné. Koeficienty alternatívne špecifické figurujú v rovnici premennej iba v príslušnom dopravnom móde. Alternatívne špecifická konštanta (intercept) u rovnica pre voľbu bicykla je vždy nastavená na nulu.

Ako cestovný čas predstavuje náklady, teda negatívne úžitky spojené s cestovaním. Logaritmované premenné sú doplnkom k premenným nelogaritmovaným. Ak majú kladné hodnoty, potom zvyhodňujú kratšie časy alebo vzdialenosti. Modely pre cesty medzi účely "ostatné" (OO, WO) prakticky nevysvetľujú. Tu má zmysel uvažovať len o podiele dopravných módov, dôležité sú takmer

len alternatívne špecifické konštanty. Je to preto, že cesty OO, WO sú mixom rôznych účelov uprostred cestovného reťazca, kde hrá zásadnú úlohu vo voľbe dopravného móde napríklad to, či respondent už cestuje alebo necestuje autom.

Tabuľka 10 Dopytová vrstva Parametre funkcie voľba dopravného prostriedku

Dopytová vrstva		Parametre funkcie voľba dopravného prostriedku
HE	Kolo	$-0.419131 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1002)$
	OA	$4.5058009 - 0.419131 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001) - 1.076288 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001)$
	Peší	$18.511414 - 0.419131 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003) - 0.352674 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003)$
	VHD	$2.629766 - 0.419131 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004)$
HM	Kolo	$-1.44682 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1002) + 13.68634 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1002))$
	OA	$11.5927 - 1.44682 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001) + 6.70595 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1001))$
	Peší	$9.61714 - 1.44682 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003) + 11.865 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1003))$
	VHD	$-5.04324 - 1.34682 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004) + 16.23582 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1004))$
HO	Kolo	$-0.57856 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1002) + 4.09192 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1002))$
	OA	$2.25638 - 0.57856 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001) + 2.08575 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1001))$
	Peší	$12.56115 - 0.57856 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003)$
	VHD	$-4.50377 - 0.57856 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004) + 5.73246 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1004))$
HS - EA	Kolo	$-1.0793985 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1002)$
	OA	$2.2872686 - 1.0793985 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001) - 0.6194673 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001)$
	Peší	$5.0500236 - 1.0793985 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003)$
	VHD	$2.6359248 - 0.8093985 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004)$
HS - EN	Kolo	$-3.50814 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1002) + 29.48953 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1002))$
	OA	$12.57488 - 3.50814 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001) + 24.42393 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1001))$
	Peší	$15.29389 - 3.50814 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003) + 19.54631 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1003))$
	VHD	$-17.1704 - 2.08814 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004) + 29.04469 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1004))$
HW	Kolo	$-1.367848 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1002) + 13.317351 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1002))$
	OA	$15.52291 - 1.367848 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001) + 0.61368 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001) + 2.519525 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1001))$
	Peší	$11.088398 - 1.367848 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003) - 0.106742 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003) + 11.768729 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1003))$
	VHD	$-6.464912 - 1.367848 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004) - 0.02593 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004) + 16.327624 * \text{LN}(\text{Matrix}([\text{NO}] = 1004))$
OO	Kolo	$-0.063028 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1002)$
	OA	$3.400516 - 0.063028 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001)$
	Peší	$3.017331 - 0.063028 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003)$
	VHD	$1.23658 + 0.063028 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004)$
WO	Kolo	$-0.184095 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1002)$
	OA	$3.427298 - 0.184095 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1001)$
	Peší	$4.535698 - 0.184095 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1003)$
	VHD	$2.156345 - 0.184095 * \text{Matrix}([\text{NO}] = 1004)$
Matrix ([NO] = 1001) = cestovný čas autom Matrix ([NO] = 1002) = cestovný čas na bicykli Matrix ([NO] = 1003) = cestovný čas pešo Matrix ([NO] = 1004) = cestovný čas verejnou dopravou		



Obrázok 9 Modelovaná voľba dopravného prostriedku podľa dopytových vrstiev

3.4 Obsadenosť automobilov

Obsadenosť automobilov bola odvodená z dát z prieskumu dopravného správania. Do procesu modelovania bola zaradená po voľbe dopravného prostriedku.

Tabuľka 11 Obsadenosť automobilov

Využitý dopravný mód	Počet ciest v prieskume dopravného správania			
	Cesty v rámci modelovaného územia		Cesty, ktoré vedú cez modelované územie	
Vodič	1279	76.0%	386	79.6%
Spolujazdec	404	24.0%	99	20.4%
Celkom ciest	1683	100%	485	100%
Obsadenosť automobilov	1.32		1.26	

3.5 Model nákladnej dopravy

Na rozdiel od osobnej dopravy, kde je veľa ciest s jednou destináciou, majú cesty nákladnej dopravy destinácií viac. Preto bol zvolený prístup modelovania tzv. reťazcov ciest (tour-based prístup). Produkcia ciest nákladnej dopravy v jednotlivých zónach bola odhadnutá z počtu, veľkosti a charakteru firiem, zaoberajúcich sa prepravou tovaru, ktorý sídli v danej zóne. Na základe dát o využití územia a o väčších spoločnostiach, zaoberajúcich sa prepravou tovaru, boli odhadnuté údaje o produkciách a atraktivitách jednotlivých zón.

Model predpokladá, že reťazec ciest cestnej nákladnej dopravy je za danú časovú jednotku uzavretý, tj. že končí v lokalite, v ktorej začal. Vzhľadom na nedostatok údajov o firmách boli potrebné údaje odhadované na základe dát z webových stránok firiem, skúseností spracovateľov s tvorbou modelu nákladnej dopravy a z odbornej literatúry. Ide najmä o nasledujúce údaje: flotila, teda počet ľahkých a ťažkých nákladných vozidiel, predpokladaný obrat a predpokladaný počet destinácií v rámci jednej

cesty. Ako atraktivita zón modelu z hľadiska nákladnej dopravy boli využité dáta typu: plochy pre výrobu a skladovanie, ľahký a ťažký priemysel, obchody.

3.6 Externá a tranzitná doprava

Model dopravy zahŕňa nielen dopravu, ktorá sa začína a končí v modelovanom území, ale aj dopravu, ktorá vzniká mimo modelové územie a končí v tomto území (tzv. cieľová doprava), vzniká v modelovom území a z tohto územia vychádza (tzv. zdrojová doprava) alebo vzniká aj končí v mimo modelované územie a modelovým územím iba prechádza (tzv. tranzitná doprava).

Pre stanovenie tranzitnej dopravy, zdrojovej aj cieľovej dopravy boli využité dáta zo smerového prieskumu, ktorý bol vykonaný na jar roku 2019.

Zdrojová a cieľová doprava bola modelovaná všeobecným gravitačným modelom, kde atraktivita pre túto dopravu predstavovala súčet čiastkových atraktivít použitých na jednotlivé účely ciest (počty pracovných miest, údaje o nákupných a obchodných centrách a ďalšie), pretože pri tomto type dopravy účel nie je známy.

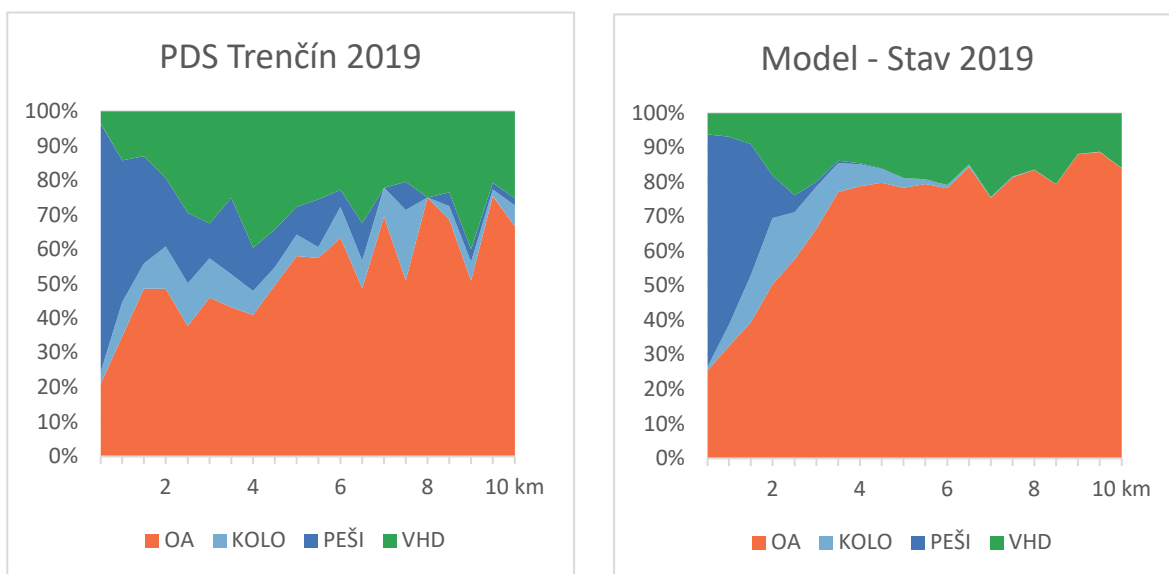
Pre tvorbu matíc externé a tranzitnej verejnej hromadnej dopravy boli využité počty cestujúcich VHD od SAD Trenčín.

4 KALIBRÁCIA MODELU

Dopravný model je založený na rade všeobecných predpokladov, matematických funkciách a dostupných vstupných dátach. Po dokončení tvorby modelu bude výsledkom vždy model, ktorý je skutočnosti iba blízky, pretože záujmové územie modelu je takmer vždy unikátne a dopravné pomery sú premenlivé v čase (Scenario planning guide, 2013, 2013). Kalibrácia slúži ako kritické zhodnotenie stavby modelu s cieľom identifikovať jeho slabiny. V rámci procesu kalibrácie sa navrhujú úpravy premenných alebo veličín tak, aby výsledky čo najviac odpovedali realite.

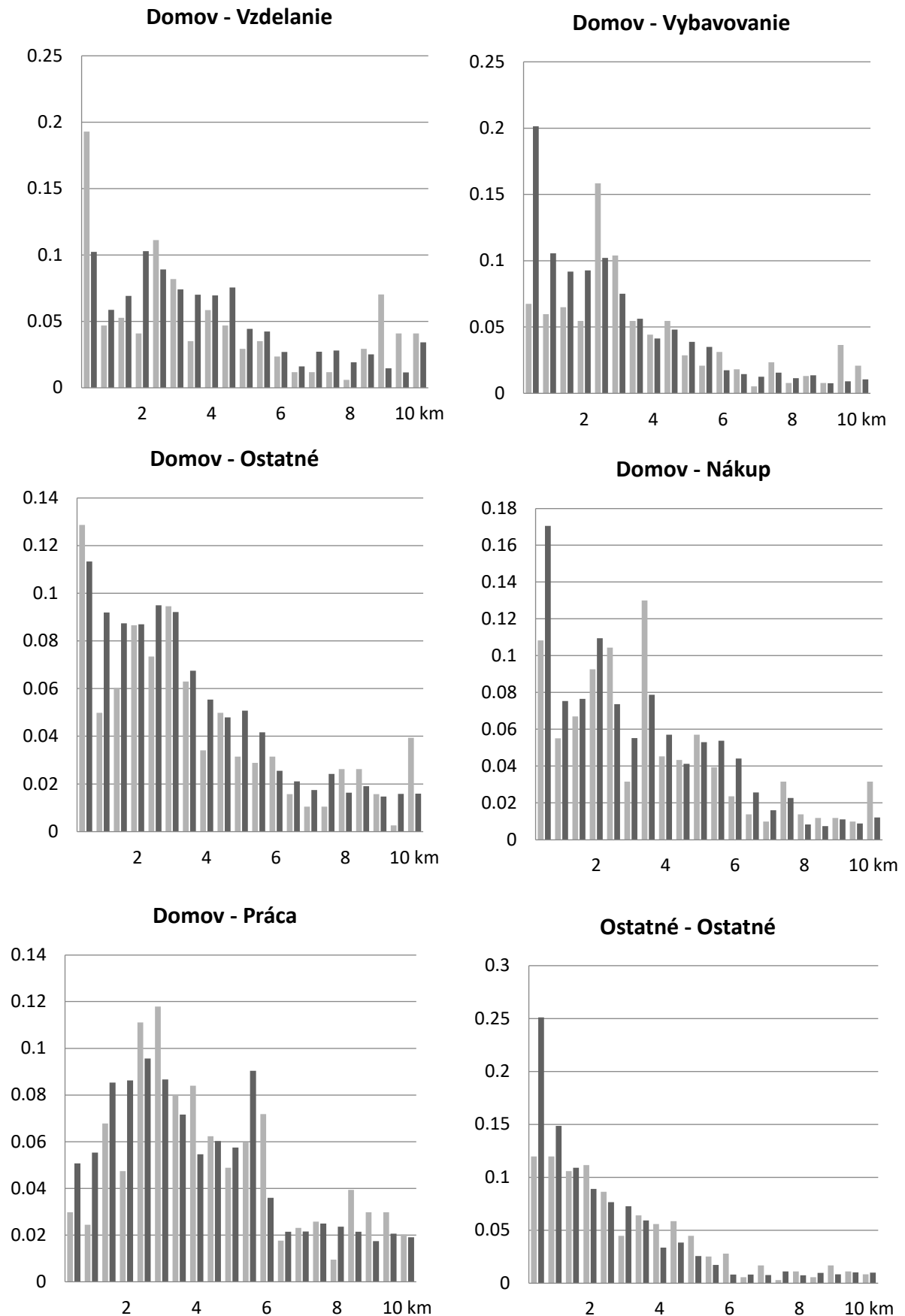
Kalibrácia prebiehala v niekoľkých opakovaniach, predovšetkým sa kalibrovali funkcie dopravnej dopytu. V prvej fáze boli funkcie kalibrované na dáta z prieskumu dopravného. V ďalšej fáze bolo kontrolované, či dáta zodpovedajú intenzitám na komunikáciách, nameraných pri prieskumoch cestnej dopravy. Dopravný model bol v poslednej fáze kalibrovaný funkciou TFlow Fuzzy na 15 profiloch.

Nižšie na obrázkoch možno vidieť porovnanie dát z prieskumu dopravného správania a modelovaných hodnôt. Výber dopravného módu v závislosti od vzdialenosti a počty ciest pre jednotlivé účely ciest v závislosti od vzdialenosti.



Obrázok 10 Porovnanie hodnôt z prieskumu dopravného správania (n = 2411) a modelovaných hodnôt

Obrázok 11 Histogramy pre jednotlivé páry ciest (čierna = modelované hodnoty, šedá = pozorované hodnoty v prieskume dopravného správania)

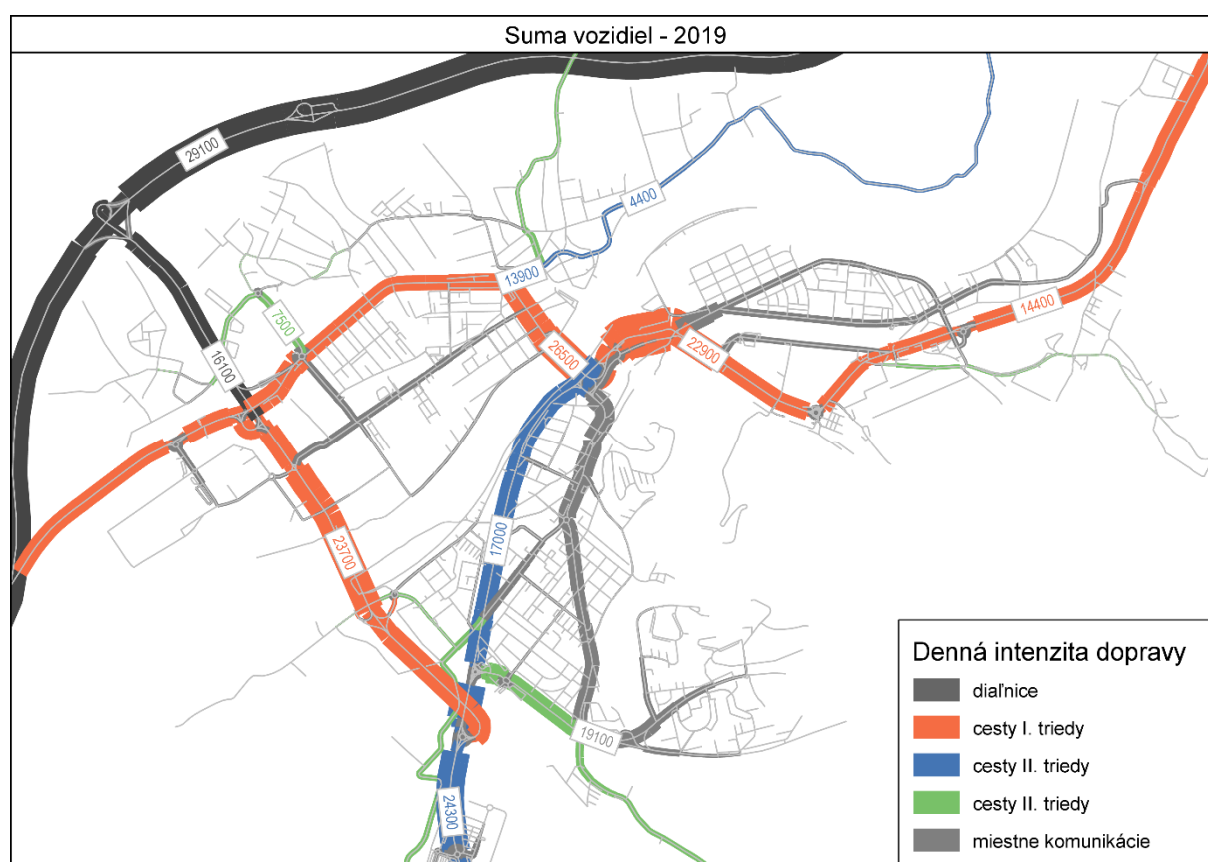


5 STAV 2019

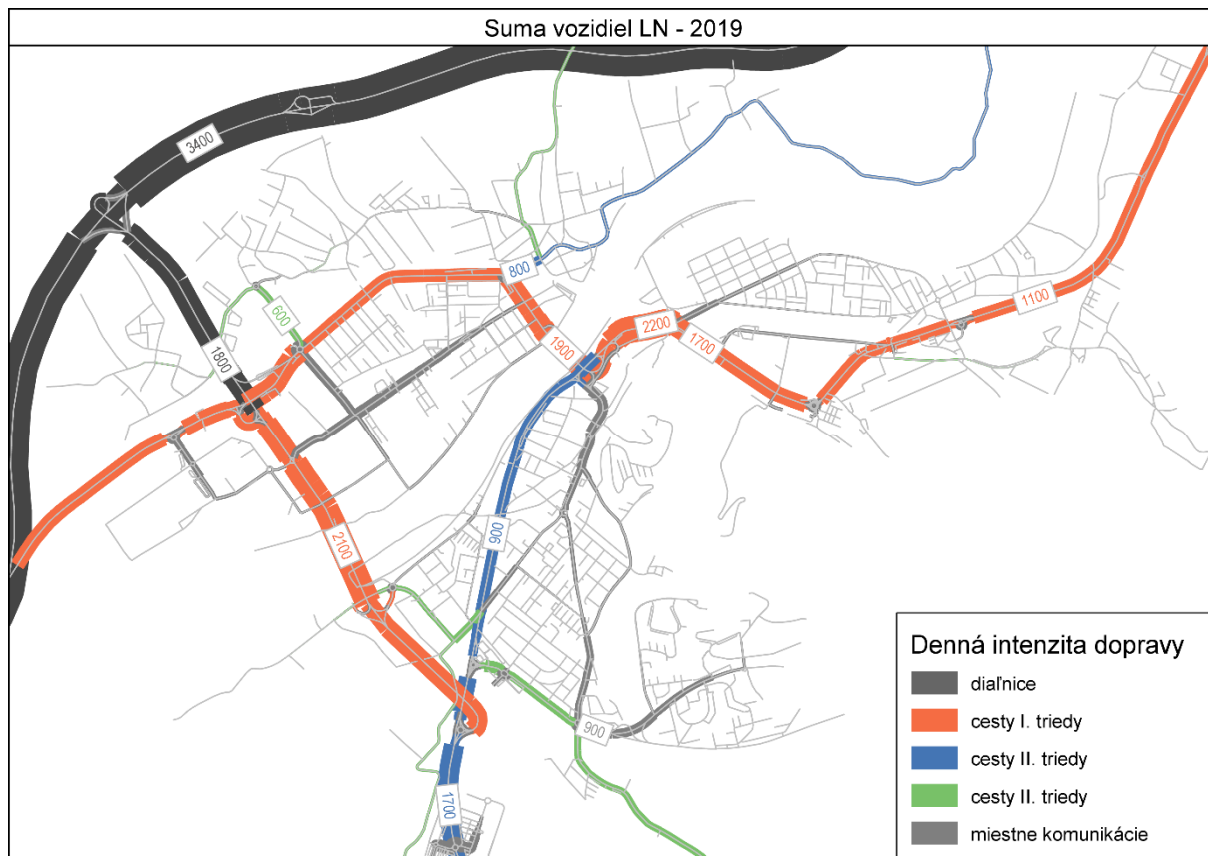
Zaťaženie dopravnej siete je posledným krokom štvorstupňového dopravného modelu. Matice prepravných vzťahov, ktoré vznikli predchádzajúcim modelovaním, sú pomocou konektorov pridelované na sieť.

Pre zaťaženie cestnej dopravy (OA, LN, TN, bicykel) bolo využité iteratívne rovnovážne zaťaženie siete (Equilibrium Assignment), kde každý účastník cestnej premávky volí trasu tak, že cestovný čas na všetkých alternatívnych trasách je vyšší, než zvolená trasa. Pre výpočet verejnej hromadnej dopravy bolo využité procedúry založené na cestovných poriadkoch (Timetable-based Procedure).

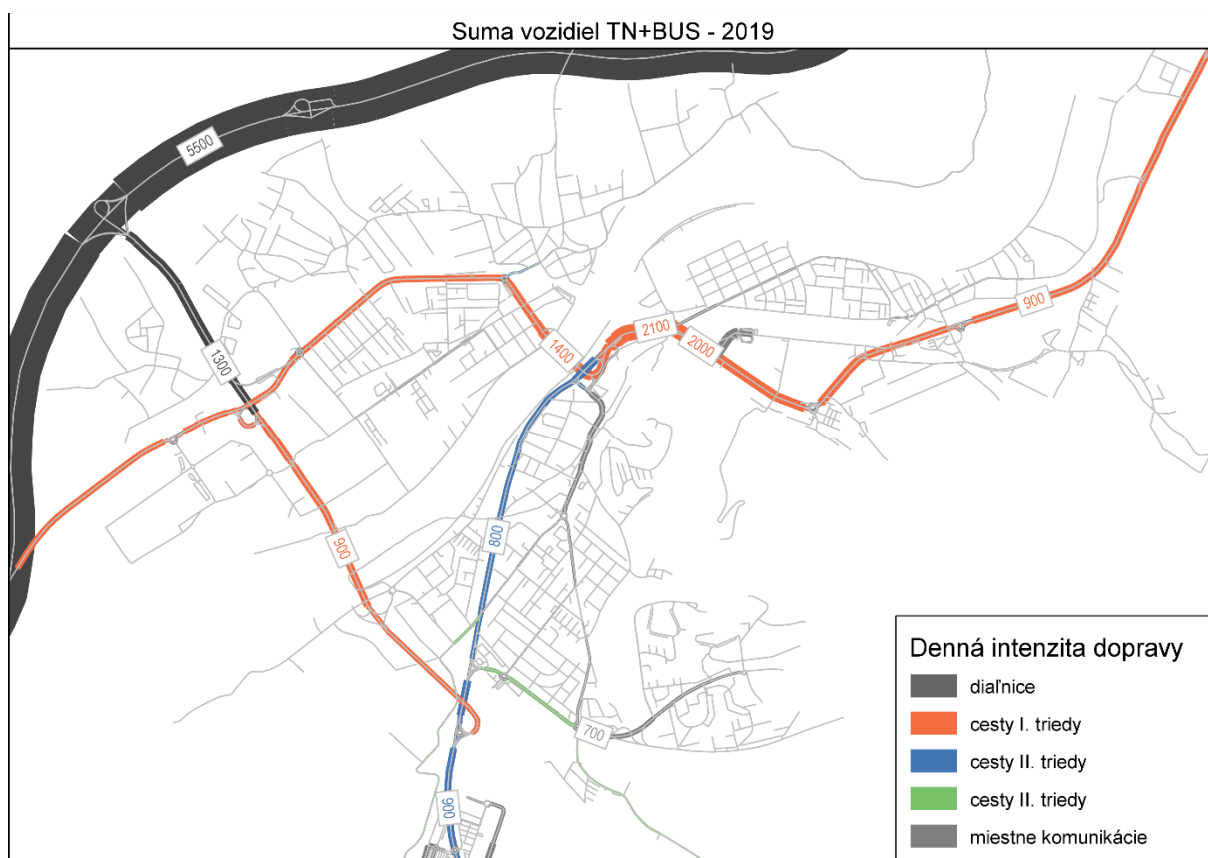
Nižšie sú náhľady zaťaženie siete pre jednotlivé módy dopravy. V prílohách sú potom detailnejšie mapy v menšom meradle.



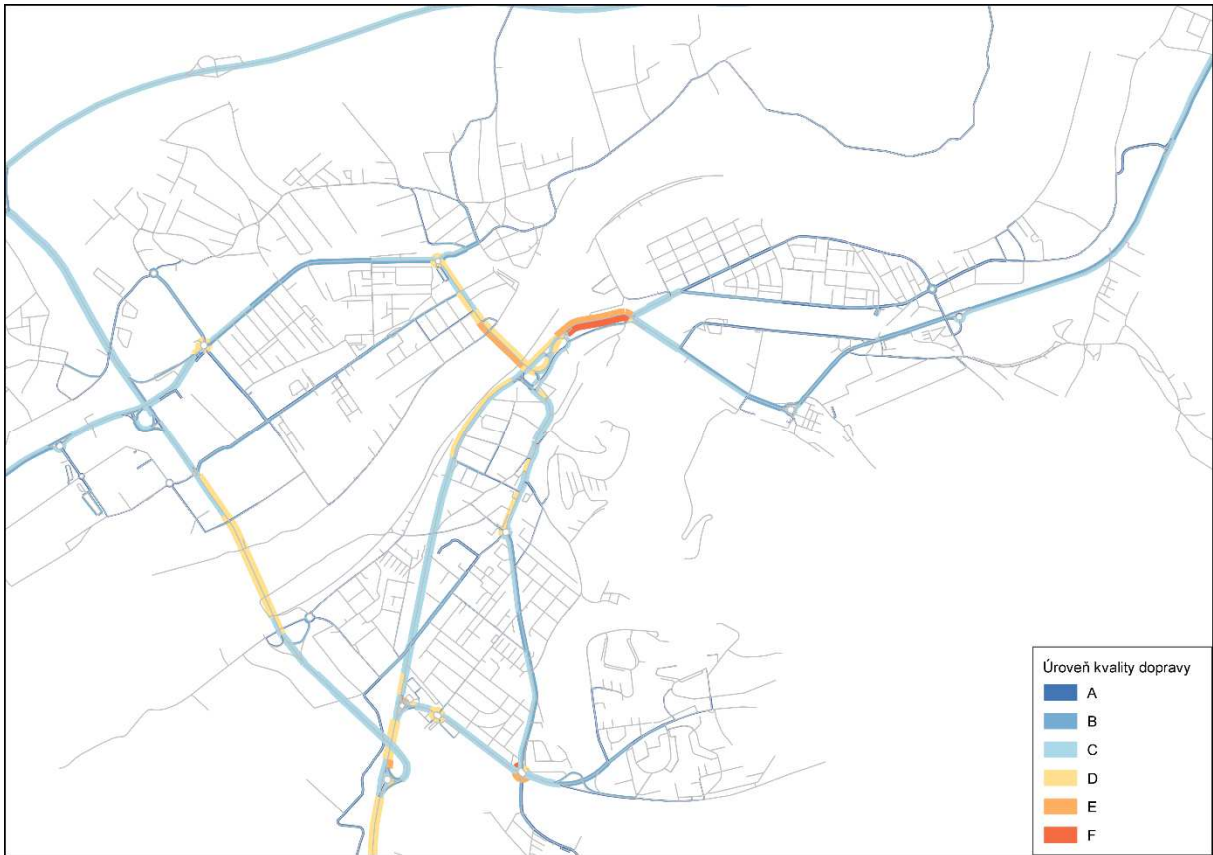
Obrázok 12 Denná intenzita dopravy: OA, LN, TN, BUS



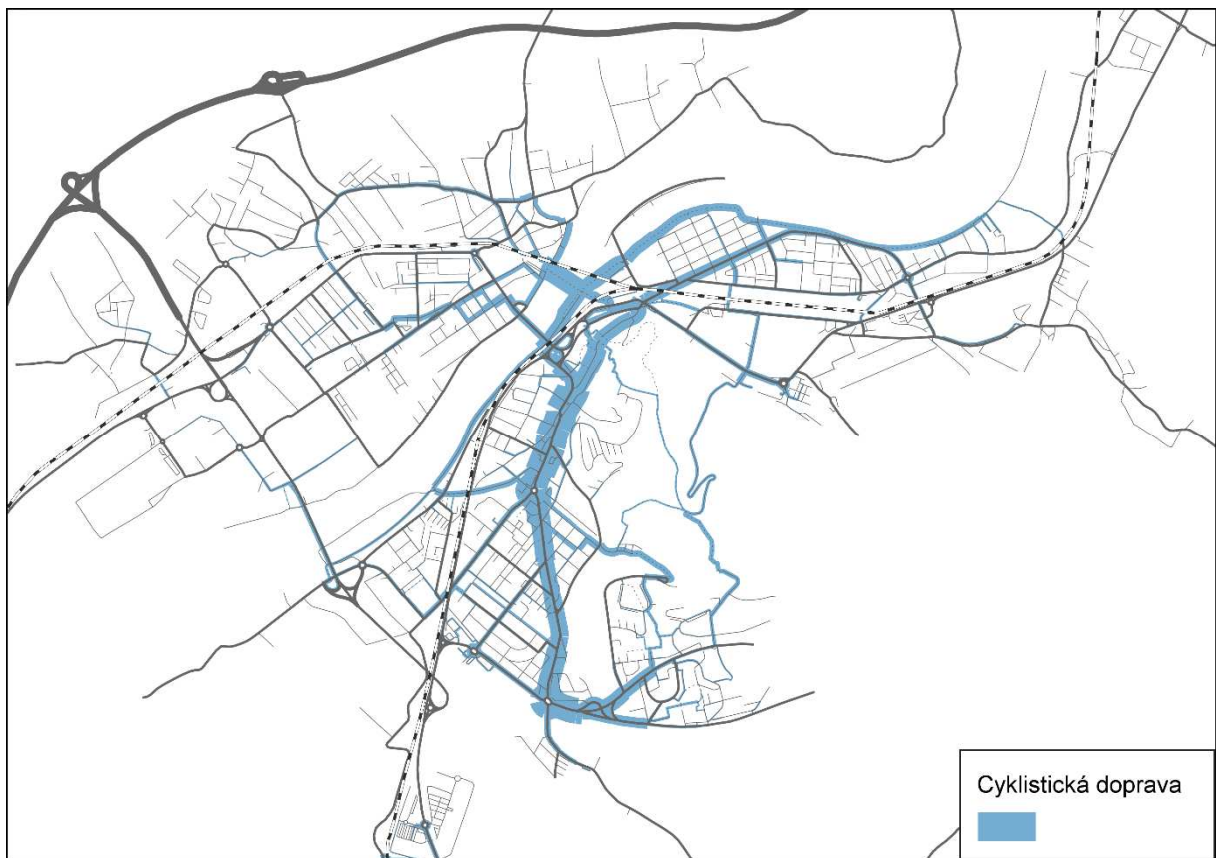
Obrázok 14 Denná intenzita dopravy: LN



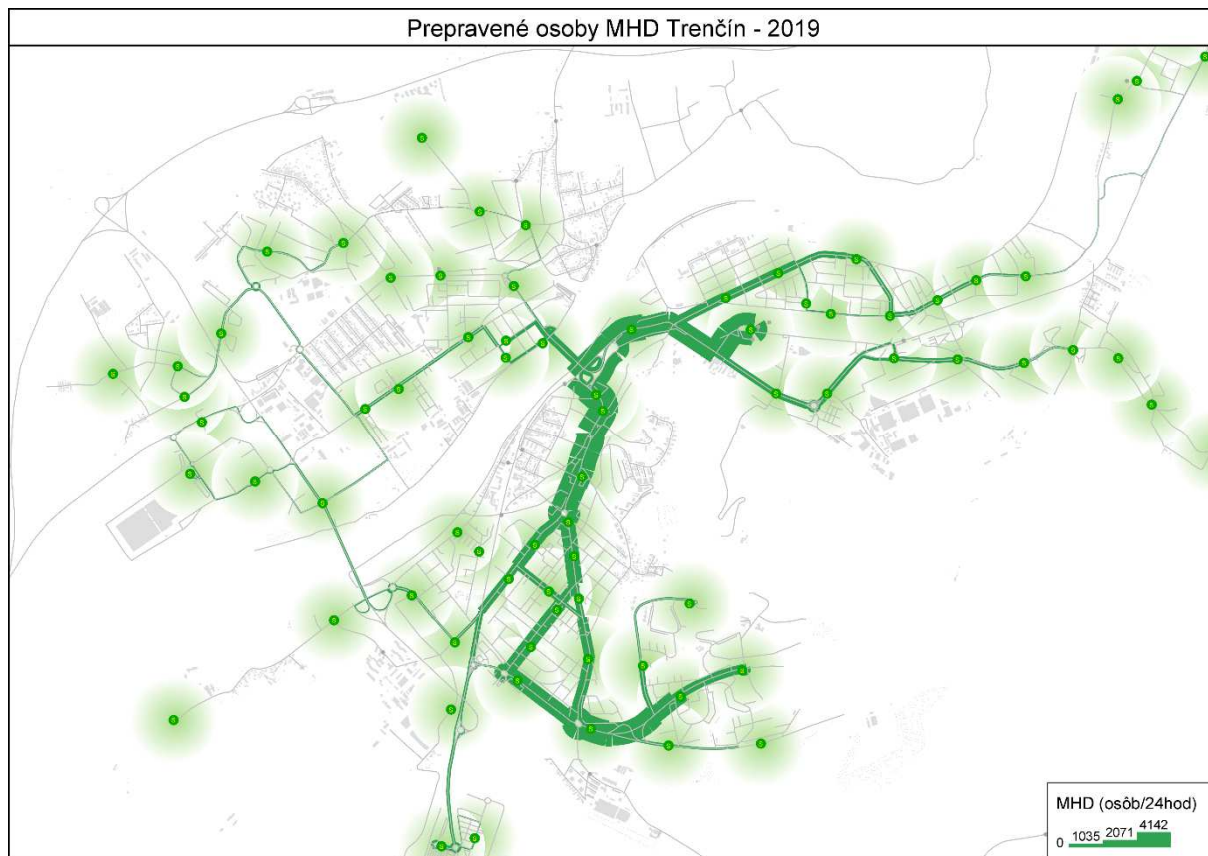
Obrázok 13 Denná intenzita dopravy: TN, BUS



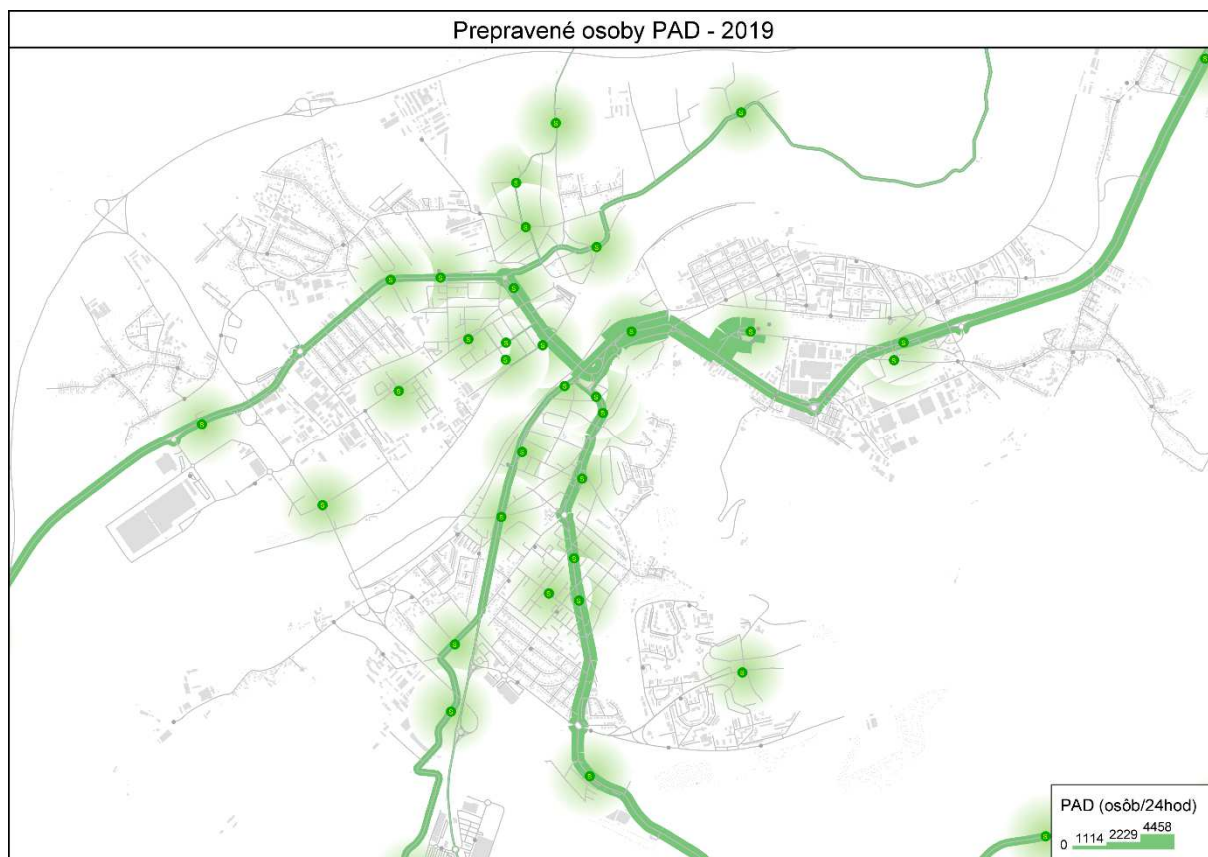
Obrázok 16 Úroveň kvality dopravy



Obrázok 15 Cyklistická doprava v dopravnom modeli



Obrázok 17 Prepravené osoby MHD Trenčín



Obrázok 18 Prepravené osoby PAD

6 VALIDÁCIA MODELU

Pre validáciu dopravného modelu bolo využité 15 profilov, ktoré nevstupovali do procesu kalibrácie. Pre porovnanie pozorovaných a modelovaných hodnôt bola využitá štatistika GEH. Štatistika zahŕňa ako relatívna, tak absolútna chybu a je teda vhodná pre vyjadrenie zhody modelu a reality. Vzťah

$$\text{určujúce výsledky štatistiky GEH: } \text{GEH} = \sqrt{\frac{(M-C)^2}{(M+C)/2}}$$

kde M je intenzita spočítaná v modeli a C je intenzita empiricky získaná v teréne.



Obrázok 19 Profily využité pre validáciu

Tabuľka 12 Profily využité pre validáciu a zhodnotenie štatistiky GEH

Profil	OA			LN			TN		
	model	sčítanie	GEH	model	sčítanie	GEH	model	sčítanie	GEH
C-B3-2	6130	5870	1.7	550	580	0.6	420	440	0.5
C-C1-1	2100	2540	4.6	160	320	4.9	40	180	6.4
C-D1-2	6900	7160	1.6	610	780	3.2	410	420	0.2
C-G2-2	6210	5780	2.8	270	250	0.7	210	190	0.6
C-H2-1	8380	7470	5.1	430	360	1.8	380	280	2.6
C-H4-2	8350	8950	3.2	460	660	4.1	370	250	3.2
C-J4-2	2320	2360	0.4	100	90	0.5	70	20	3.9
C-K3-2	9160	10350	6.0	490	460	0.7	590	500	1.9
C-L3-1	2700	2860	1.5	100	180	3.7	20	20	0.2
C-L5-1	3310	3900	4.9	220	320	2.9	620	770	2.9
C-M5-2	6470	6820	2.1	540	520	0.5	470	320	3.7
C-N4-1	1810	2590	8.3	60	140	4.0	30	40	1.0
C-N5-1	1840	1430	5.1	10	90	5.5	20	30	0.9
C-T5-2	6280	5330	6.2	710	630	1.4	410	480	1.8

7 SCENÁRE ROZVOJA DOPRAVY

Predikcia a modelovanie trendov súvisiacich s dopravou slúži všeobecne pre identifikáciu budúcich problémov. V rámci spracovania PUM Trenčín sa uvažuje s tromi horizontami: 2030, 2040 a 2050, pričom dva z nich sa dajú zaradiť do skupiny dlhodobých horizontov (nad 15 rokov). Takto vzdialené horizonty sú často viazané na definované ciele dopravných politík, cieľové stavy územných plánov, konce hodnotiacich období stavieb či vychádzajú z lehôt daných zákonom alebo dokumentov nelegislatívnej povahy. Napr. rok 2050 je viazaný na dopravnú politiku EÚ a ciele siete TEN-T (Reg. 1315/2013), Parížsku dohodu (2015), Európsku stratégiu pre nízkoemisnú mobilitu – a v náväznosti na to aj na niektoré národné strategické dokumenty – napr. Nízkouhlíková stratégia do roku 2030 s výhľadom do roku 2050 (viac viď kapitola Strategický kontext Analytickej časti PUM Trenčín).

Pri týchto dlhodobých horizontoch je treba uvažovať s vývojom demografie a rozvojom územia a tiež s prognózou makroekonomických ukazovateľov. Hlavné trendy, ktoré môžu mať vplyv na vývoj dopravy, sú:

- demografická prognóza a vývoj využitia územia (naplnenie územného plánu),
- zmeny v dopravnej ponuke (napr. nové dopravné stavby, zmeny v linkovom vedení),
- vývoj intenzít automobilovej dopravy a zmeny v dopravnom správaní obyvateľstva.

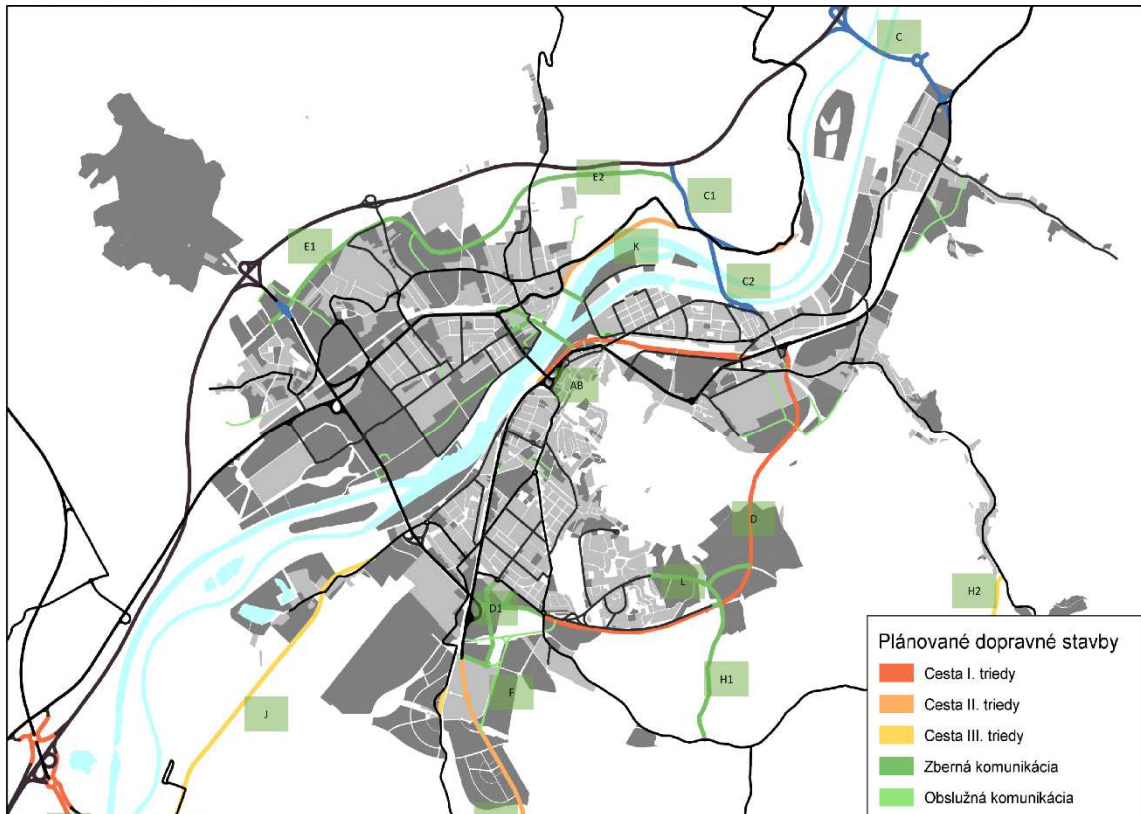
Ako ukazuje realizovaná demografická prognóza, modelované rozdiely medzi variantami vývoja demografie obyvateľstva nemajú potenciál viditeľne ovplyvniť dopravné prúdy a dopyt v území. V rámci analytickej časti bolo na základe dohody s objednávateľom modelovaných desať rozvojových scenárov, respektíve 10 variánt dvoch rozvojových scenárov BAU-A a BAU-B (tabuľka nižšie), ktoré sa líšia kombináciou realizovaných variánt stavieb. Tieto scenáre boli definované na základe expertného posúdenia ako zmysluplné a časovo realizovateľné kombinácie opatrení, plánovaných mestom Trenčín, Slovenskou Správou Ciest a ďalšími aktérmi. Cieľom je komplexné posúdenie synergických dopadov opatrení s cieľom vytvoriť čo najpodrobnejšie analytické podklady pre zdôvodnenie toho ktorého opatrenia.

Ako hlavný, referenčný scenár pre Analytickú a Návrhovú časť bol zvolený scenár BAU-B. Vyznačený scenár BAU-B 2030 bol ďalej ako scenár BAU 2030 modelovaný z hľadiska dopadov na životné prostredie a ľudské zdravie emisným a hlukovým modelom (v samostatných štúdiách).

Scenáre zahŕňajú iba hlavné dopravné stavby pre cestnú dopravu.

Tabuľka 13 Scenáre rozvoja dopravy

Kód stavby	Popis	Analytická časť						Varianty mimo scenáre PUM			
		BAU-A 2030	BAU-B 2030	BAU-A 2040	BAU-B 2040	BAU-A 2050	BAU-B 2050	VAR-1 2050	VAR-2 2050	VAR-3 2050	VAR-4 2050
AB	Centrum - A-prepojenie Električnej ul. s ul. Gen. M. R. Štefánika novou komunikáciou při žel. trati, B-most ostrov-Orechové		x		x		x	x	x	x	x
C	Diaľničný privádzač - alt. pri Opatovej					x	x		x		
C1	Diaľničný privádzač - alt. Zamarovciach									x	x
C2	Prepojenie I/61 s II/507 cez Žilinskú a nový most										x
D1	Napojenie I/61B na ul. Gen. L. Svobodu		x		x		x				
D	Juhovýchodný obchvat			x		x		x	x	x	x
E1	Severný obchvat, od Záblatia po ul. Istebnícka		x	x	x	x	x	x	x	x	x
E2	Severný obchvat, od Istebníckej po II/507										x
F	Obchodná zóna Laugarício	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
H1	Prep. Soblahova na Východnú			x	x	x	x	x	x	x	x
H2	Prep. Soblahova do Kubrice, III/1880					x	x	x	x	x	x
J	Prep. Opatovce, III/1879					x	x	x	x	x	x
K	Preložka II/507 - Zamarovce			x	x	x	x	x	x	x	x
L	Predĺženie ul. Gen. L. Svobodu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M	Úprava II/507 od R2 po Trenčín	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
N	R2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Demografia a rozvoj územia + doplnková sieť 2030		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Demografia a rozvoj územia + doplnková sieť 2040				x	x	x	x	x	x	x	x
Demografia a rozvoj územia + doplnková sieť 2050						x	x	x	x	x	x
Cyklogenerel - zavedenie nových hlavných cyklotrás / cykloprúhů		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Koeficienty vývoje medzioblastných vzťahov		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x



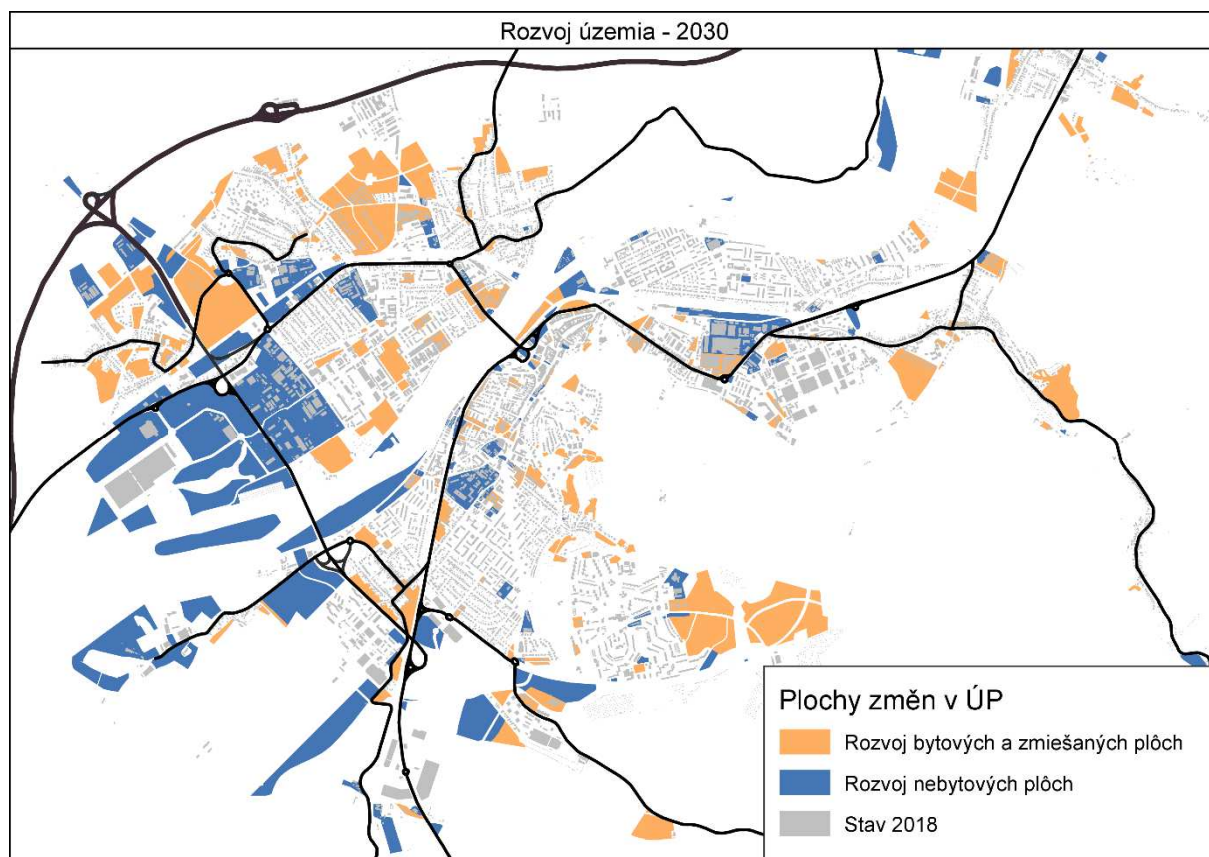
Obrázok 20 Nové dopravné stavby

7.1 Demografia a rozvoj územia

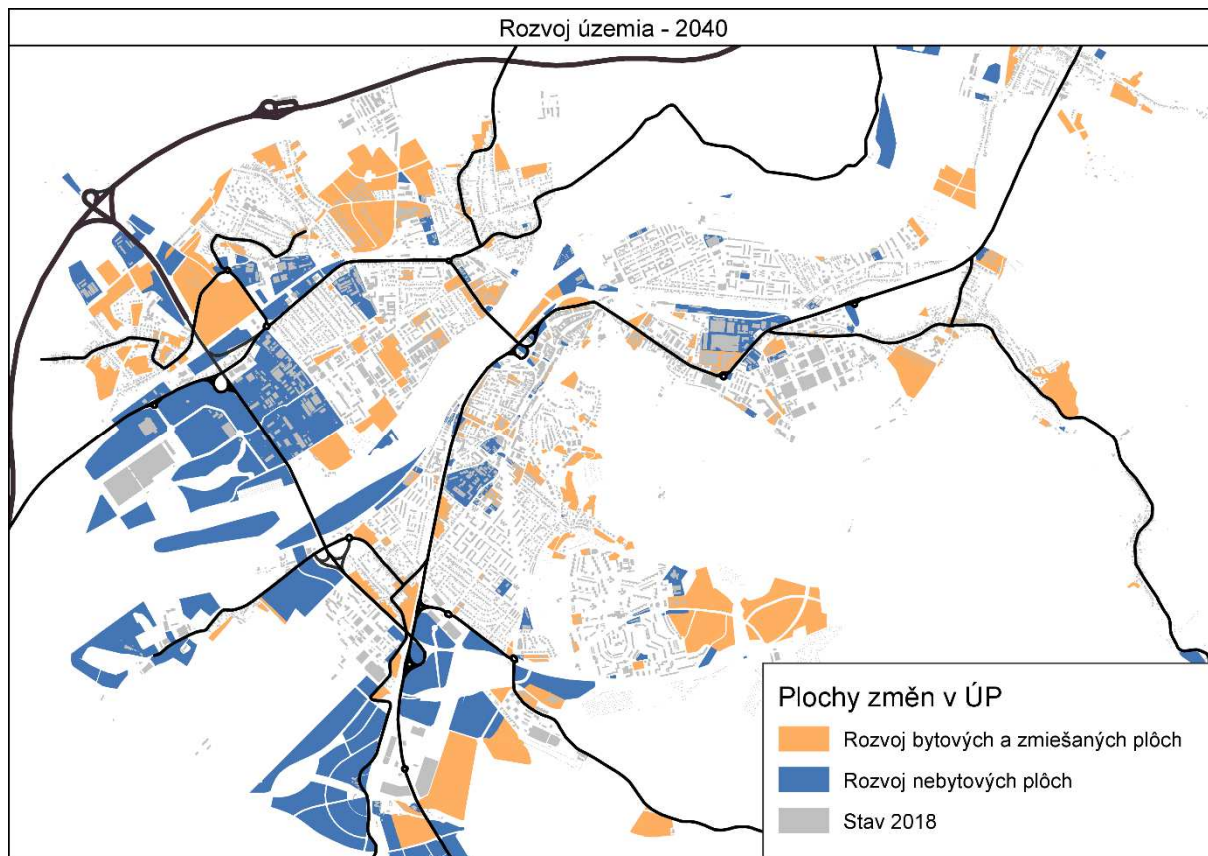
Popis výpočtu demografickej prognózy a rozvoja územia je opísaný v rámci etapy 1 (zber údajov, kap.1) tohto projektu. Nižšie na obrázkoch je iba schematické zhrnutie.

Tabuľka 14 Vývoj počtu obyvateľov vo výhľadových rokoch

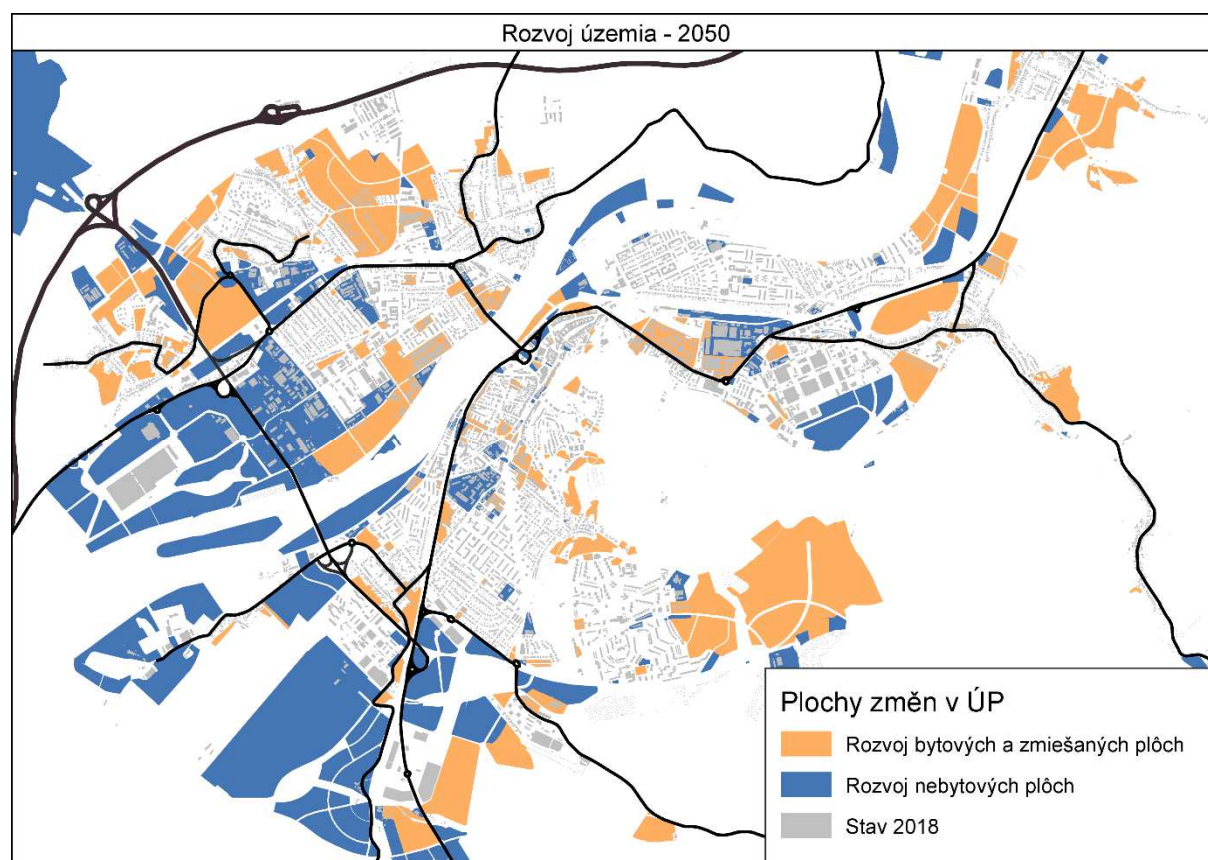
Počet obyvateľov	2018	2030	2040	2050
Trenčín	55 300	59 300	60 400	60 800
Spádové územie	37 300	42 400	44 000	45 400



Obrázok 21 Rozvoj územia 2030



Obrázok 23 Rozvoj územia 2040



Obrázok 22 Rozvoj územia 2050

7.2 Koeficienty vývoja medzioblastných vzťahov

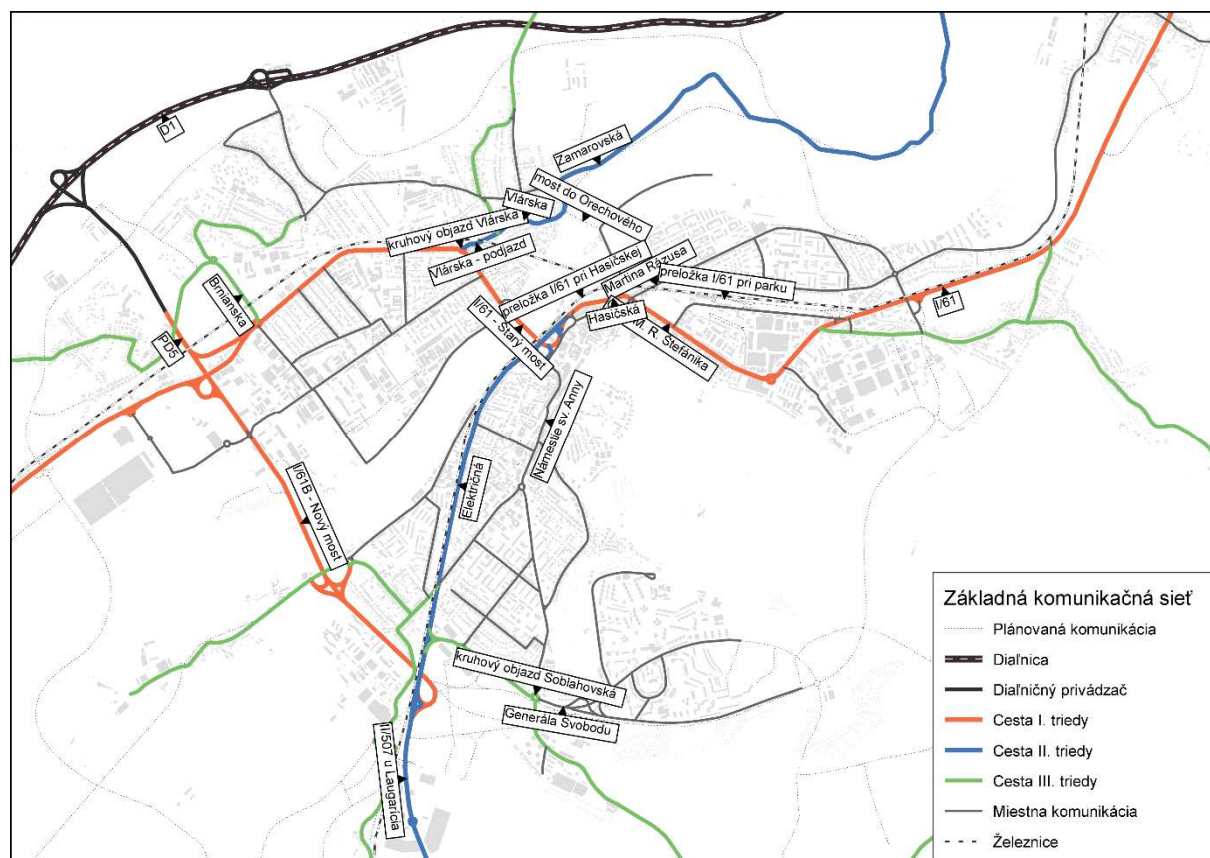
Predpokladaný vývoj medzioblastných vzťahov (na základe českých technických podmienok TP 225 - Prognóza intenzít automobilovej dopravy) udáva vývoj automobilovej dopravy podľa dĺžky cesty, typu vozidla a časového horizontu. Na základe porovnania podobnosti s Trenčianskym krajom boli zvolené predikované koeficienty pre Olomoucký kraj. Hlavným cieľom prognózy je stanovenie predpokladaných budúcich dopravných nárokov, ktoré budú kladené na jednotlivé časti dopravného systému. Z tabuľky nižšie je zreteľné, že intenzity automobilovej dopravy vo všetkých horizontoch pravdepodobne výrazne porastú (až o 18%).

Tabuľka 15 Koeficienty vývoja medzioblastných vzťahov¹

Rok	Dĺžka cesty do 5 km			Dĺžka cesty do 20 km			Dĺžka cesty nad 20 km		
	OA	LN	TN	OA	LN	TN	OA	LN	TN
2019	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2030	1.18	1.25	1.11	1.17	1.24	1.11	1.16	1.24	1.11
2040	1.25	1.41	1.19	1.24	1.39	1.18	1.22	1.38	1.18
2050	1.26	1.51	1.24	1.23	1.49	1.22	1.21	1.47	1.22

7.3 Výsledky scenárov

Zmeny v intenzite dopravy sú znázornené na 21 profiloch. Tu v správe sú ukážky výsledkov, mapy vo formáte A2 sú súčasťou príloh.



Obrázok 24 Profily pre porovnanie v scenároch

¹ http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_225_2018.pdf

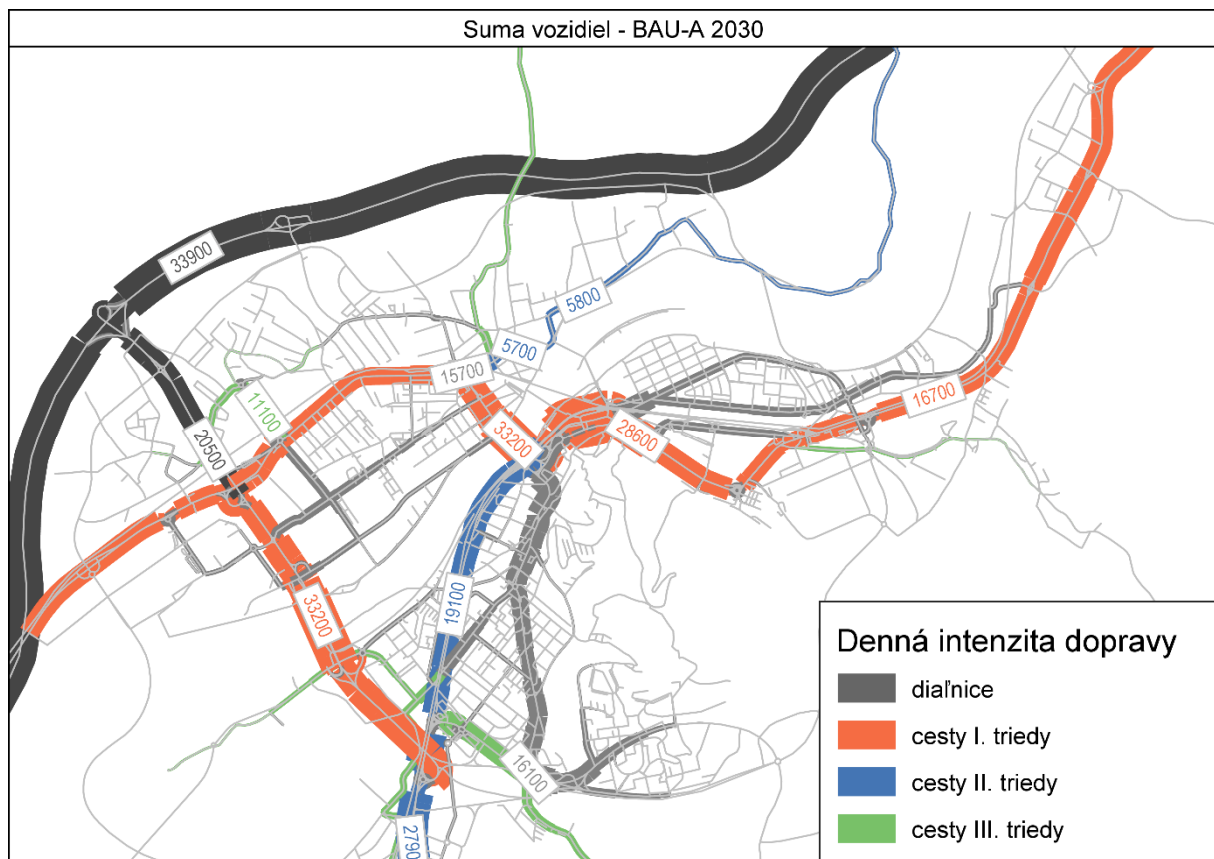
Tabuľka 16 Porovnanie dopravných intenzít v jednotlivých scenároch analytickej časti

		Stav 2019	BAU-A 2030	BAU-B 2030	BAU-A 2040	BAU-B 2040	BAU-A 2050	BAU-B 2050
1	Brnianska	7 500	11 100	6 900	8 600	8 100	8 100	7 700
2	D1	29 100	33 900	34 000	36 100	36 100	33 200	33 900
3	Električná	17 000	19 100	23 800	18 300	24 600	18 100	23 700
4	Gen. M. R. Štefánika	22 900	28 600	8 400	23 100	8 800	21 300	8 300
5	Generála Svobodu	19 100	24 100	15 800	19 200	17 400	17 800	16 900
6	Hasičská	37 700	45 500	3 600	40 700	4 200	37 800	3 800
7	I/61	14 400	16 700	16 500	18 500	17 800	18 300	16 600
8	I/61 - Starý most	26 500	33 200	24 800	36 200	27 300	33 200	25 400
9	I/61B - Nový most	23 700	33 200	32 800	36 800	36 000	34 800	35 000
10	II/507 u Laugarícia	24 300	27 900	28 300	29 000	28 600	27 900	27 300
11	kruhový objazd Soblahovská	13 000	16 100	11 300	12 500	12 100	11 800	11 400
12	kruhový objazd Vlárská	13 000	15 700	11 500	15 900	12 600	15 000	11 600
13	Martina Rázusa	15 900	19 600	8 200	19 000	8 800	18 100	8 100
14	most do Orechového	0	0	9 200	0	10 100	0	9 400
15	Námestie sv. Anny	16 300	20 500	11 400	17 600	13 200	17 600	12 300
16	PD5	16 100	20 500	18 900	20 400	19 400	16 300	16 800
17	preložka I/61 pri Hasičskej	0	0	35 100	0	36 800	0	33 600
18	preložka I/61 pri parku	0	0	20 500	0	22 000	0	19 200
19	Vlárská	4 400	5 700	7 500	6 500	8 600	7 400	7 700
20	Vlárská - podjazd	13 900	18 000	12 600	18 500	14 000	19 500	14 200
21	Zamarovská	4 400	5 800	5 800	3 300	4 000	4 200	5 000

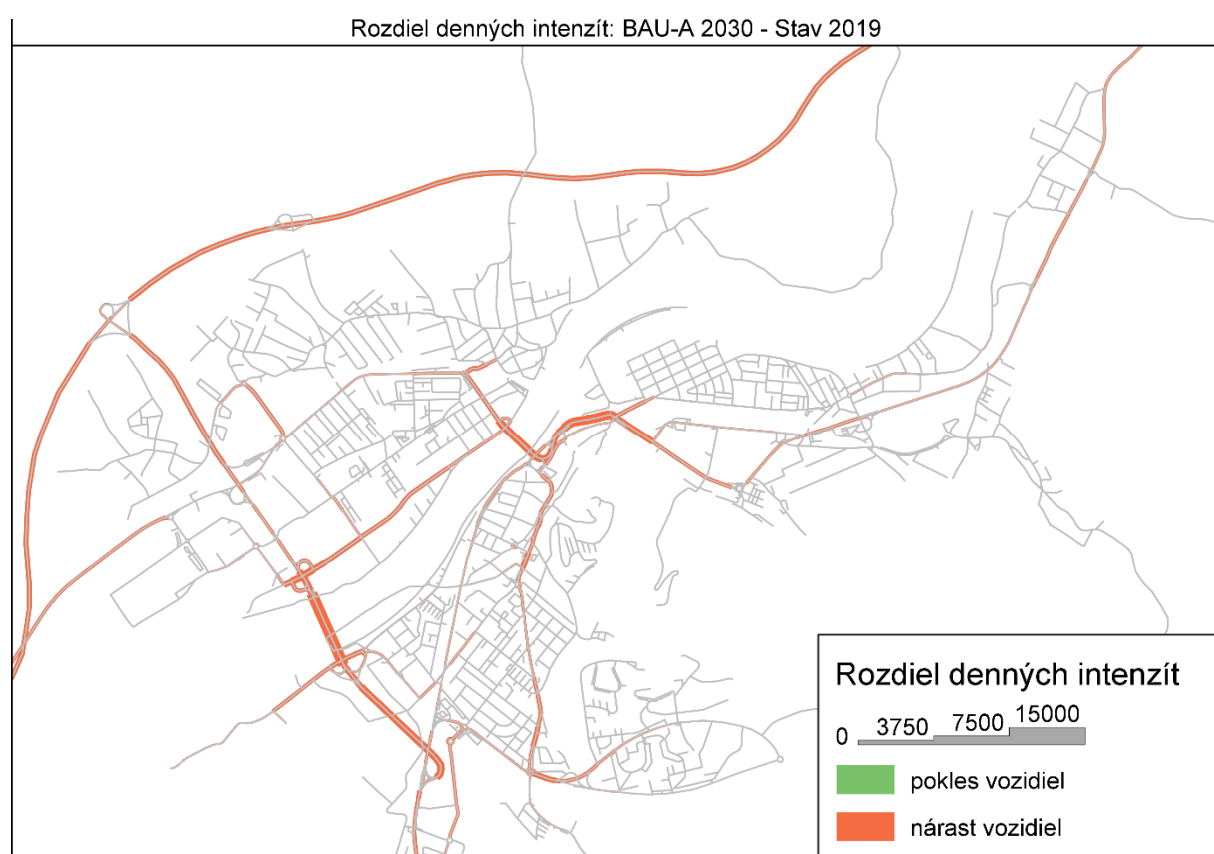
Tabuľka 17 Porovnanie dopravných intenzít v scenároch mimo PUM

		BAU-B 2050	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4
1	Brnianska	7 700	8 400	7 600	7 800	7 200
2	D1	33 900	36 400	32 500	30 100	31 000
3	Električná	23 700	20 400	20 600	20 100	20 400
4	Gen. M. R. Štefánika	8 300	7 800	7 400	8 300	7 200
5	Generála Svobodu	16 900	17 900	17 200	17 900	16 900
6	Hasičská	3 800	3 200	3 200	3 300	3 200
7	I/61	16 600	18 700	18 500	18 700	17 300
8	I/61 - Starý most	25 400	29 100	26 000	30 600	24 300
9	I/61B - Nový most	35 000	35 300	33 500	34 600	32 900
10	II/507 u Laugarícia	27 300	27 100	27 000	27 200	26 900
11	kruhový objazd Soblahovská	11 400	11 500	11 100	11 500	10 900
12	kruhový objazd Vlárská	11 600	12 800	11 500	13 100	10 800
13	Martina Rázusa	8 100	6 800	6 800	7 100	7 400
14	most do Orechového	9 400	11 100	9 400	11 800	6 500
15	Námestie sv. Anny	12 300	9 200	9 400	9 500	9 600
16	PD5	16 800	19 400	15 900	15 800	13 200
17	preložka I/61 pri Hasičskej	33 600	29 300	27 700	29 500	27 300
18	preložka I/61 pri parku	19 200	17 300	15 600	17 600	14 400
19	Vlárská	7 700	8 100	7 000	8 700	5 700
20	Vlárská - podjazd	14 200	14 200	13 800	14 200	14 300
21	Zamarovská	5 000	5 100	5 000	8 400	3 300

7.3.1 Scenár BAU-A 2030

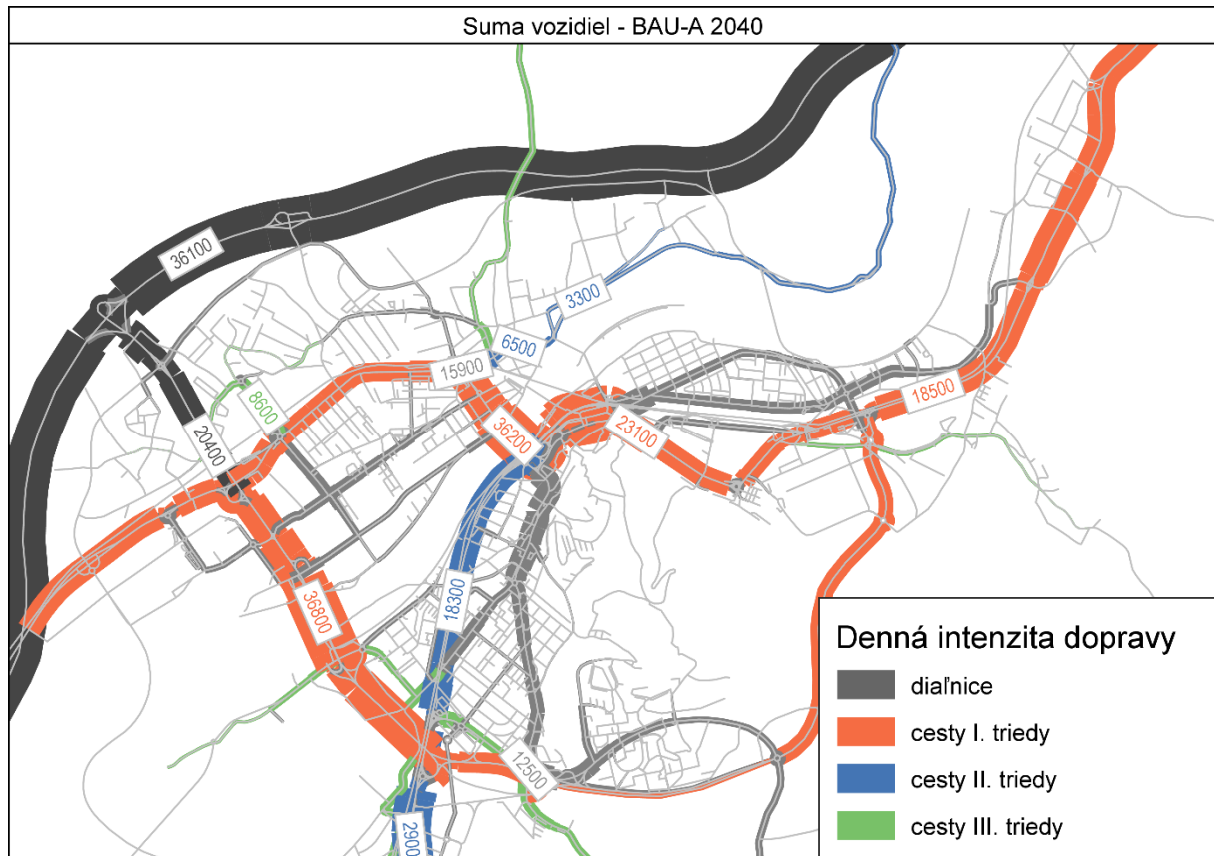


Obrázok 25 Scenár BAU-A 2030

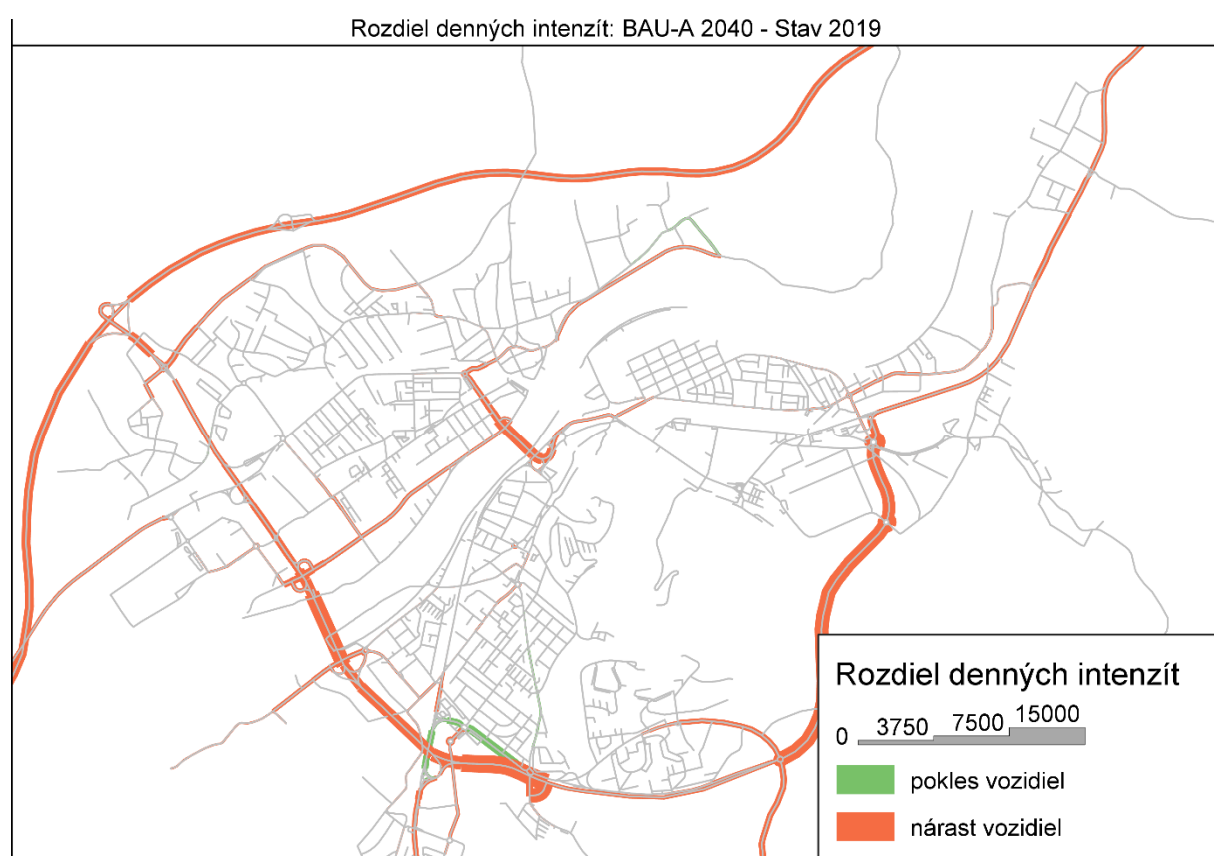


Obrázok 26 Rozdiel denných intenzít (BAU-A 2030 - Stav 2019)

7.3.2 Scenár BAU-A 2040

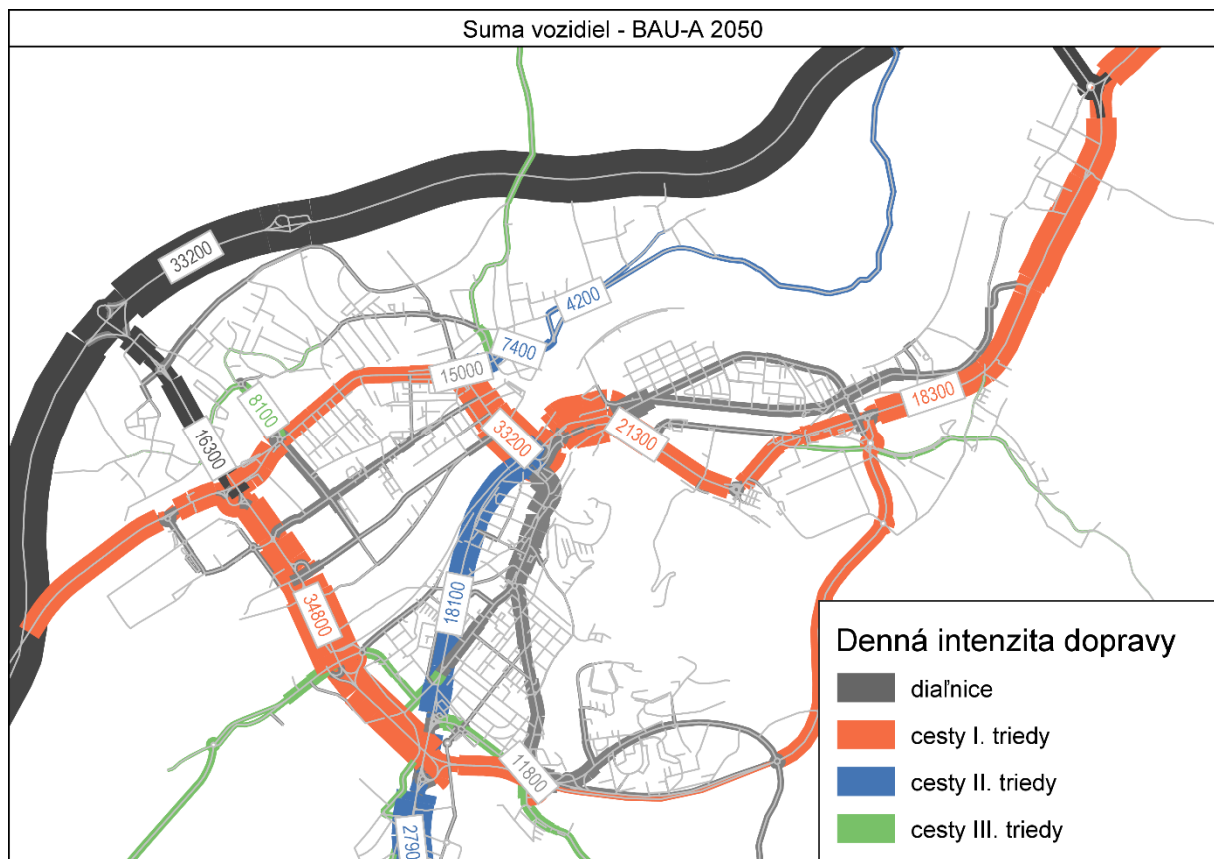


Obrázok 27 Scenár BAU-A 2040

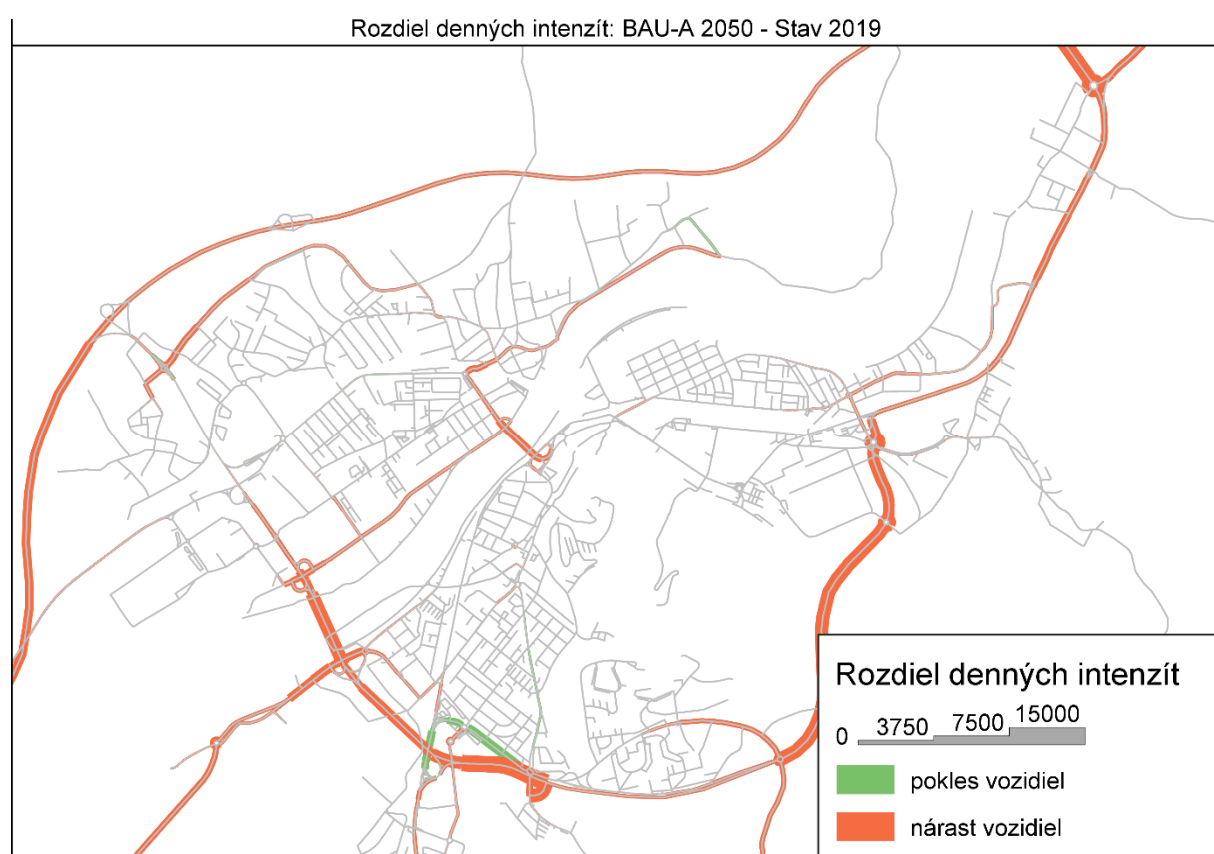


Obrázok 28 Rozdiel denných intenzít (BAU-A 2040 - Stav 2019)

7.3.3 Scenár BAU-A 2050

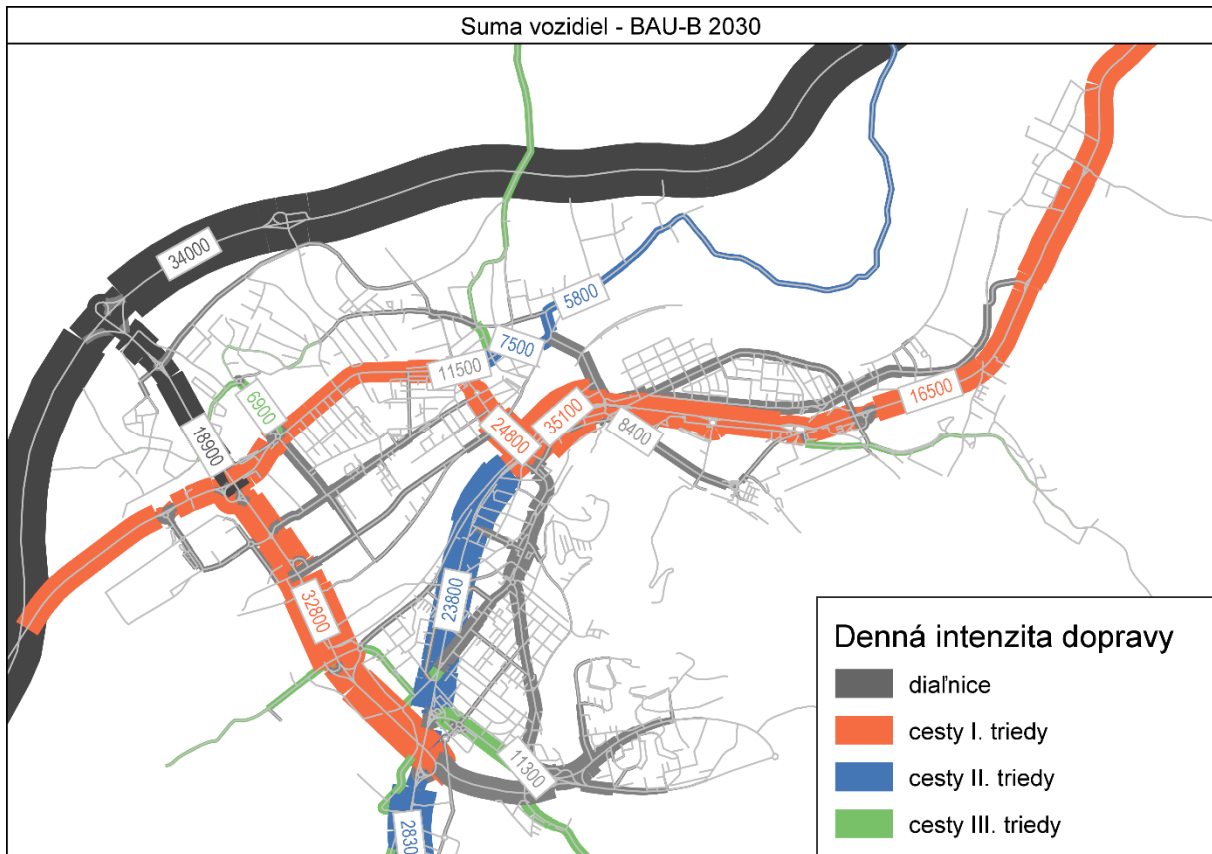


Obrázok 29 Scenár BAU-A 2050

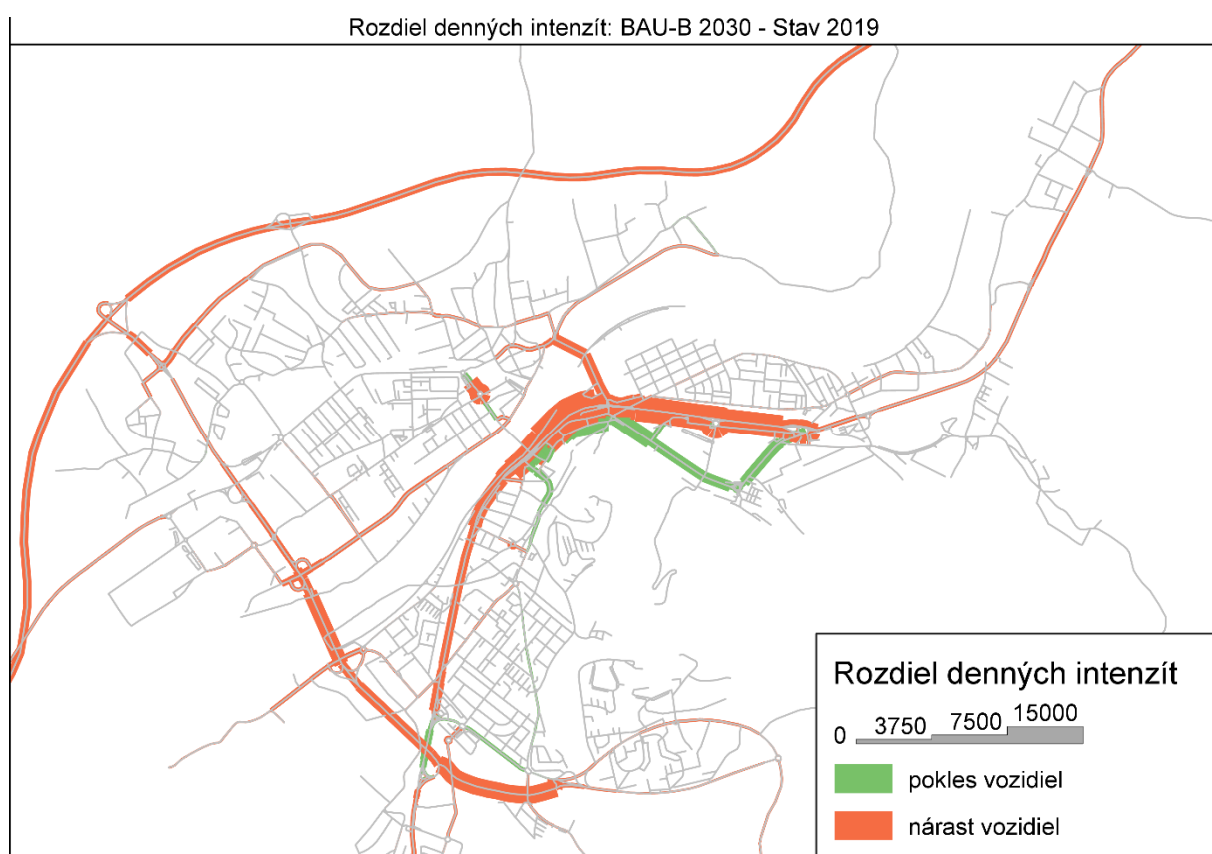


Obrázok 30 Rozdiel denných intenzít (BAU-A 2050 - Stav 2019)

7.3.4 Scenár BAU-B 2030

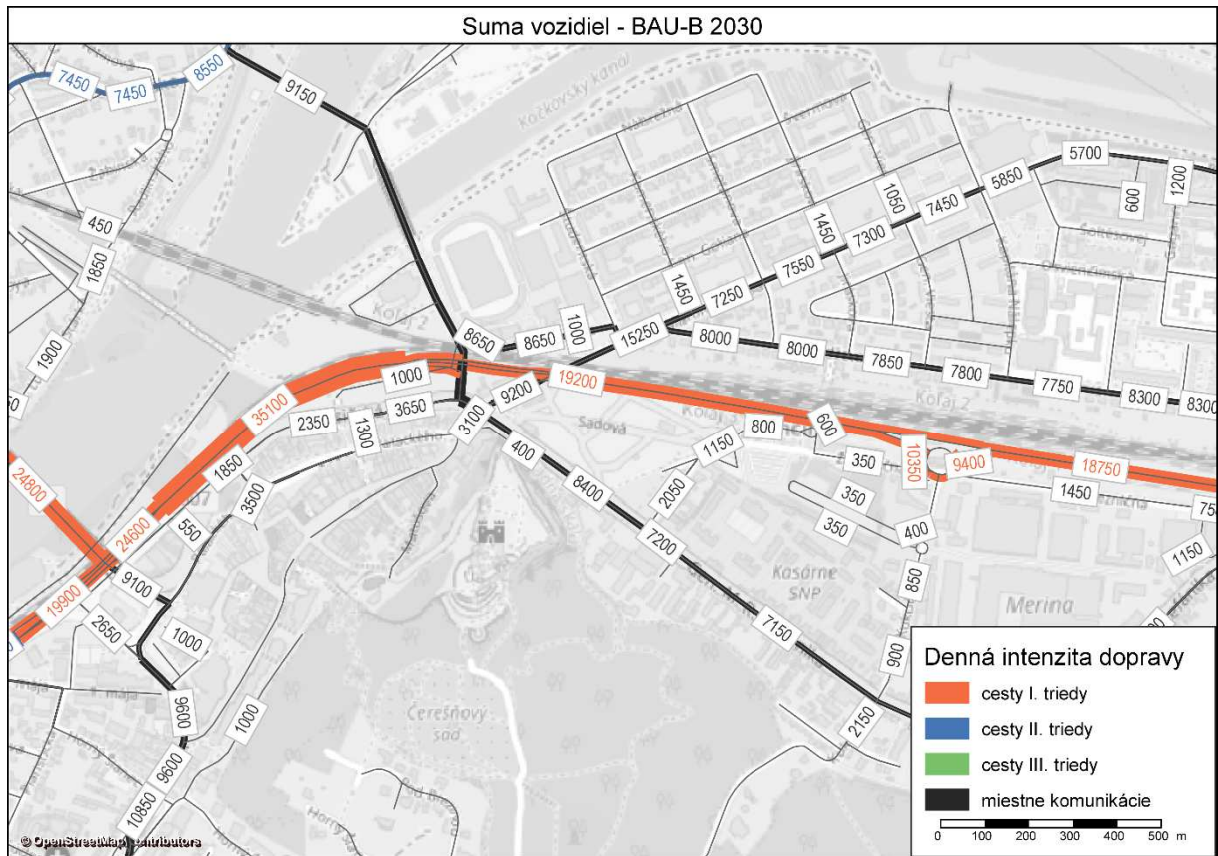


Obrázok 31 Scenár BAU-B 2030

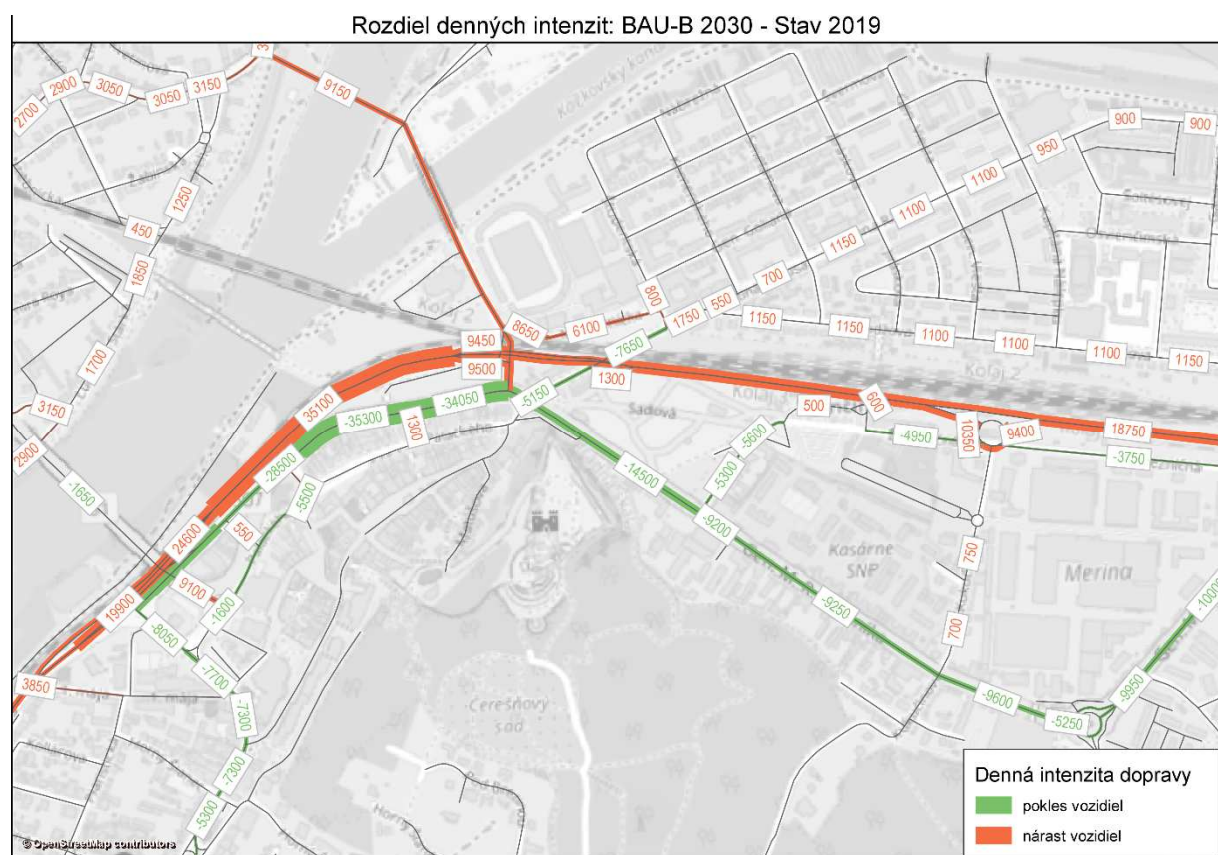


Obrázok 32 Rozdiel denných intenzít (BAU-B 2030 - Stav 2019)

7.3.5 Scenár BAU-B 2030 - centrum

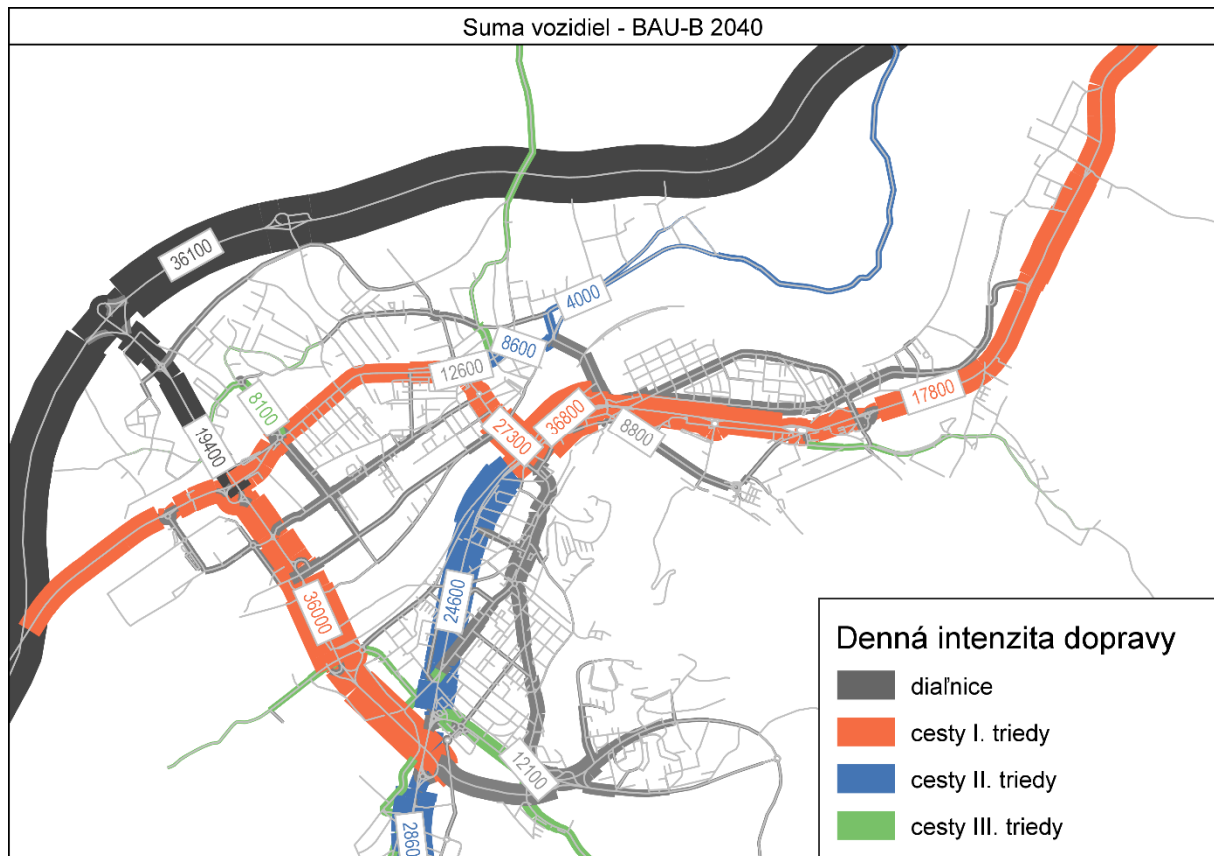


Obrázok 33 Scenár BAU-B 2030 - centrum

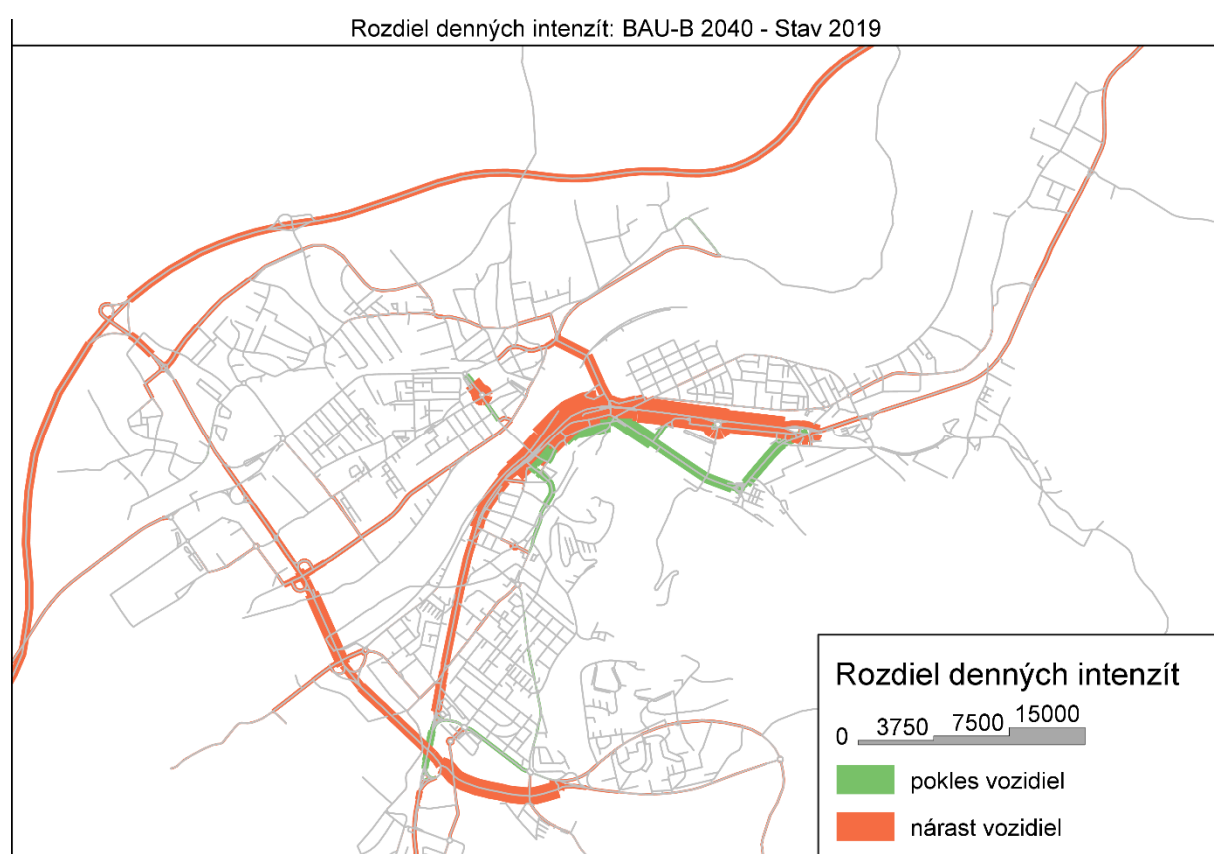


Obrázok 34 Rozdiel denných intenzít (BAU-B 2030 - Stav 2019) - centrum

7.3.6 Scenár BAU-B 2040

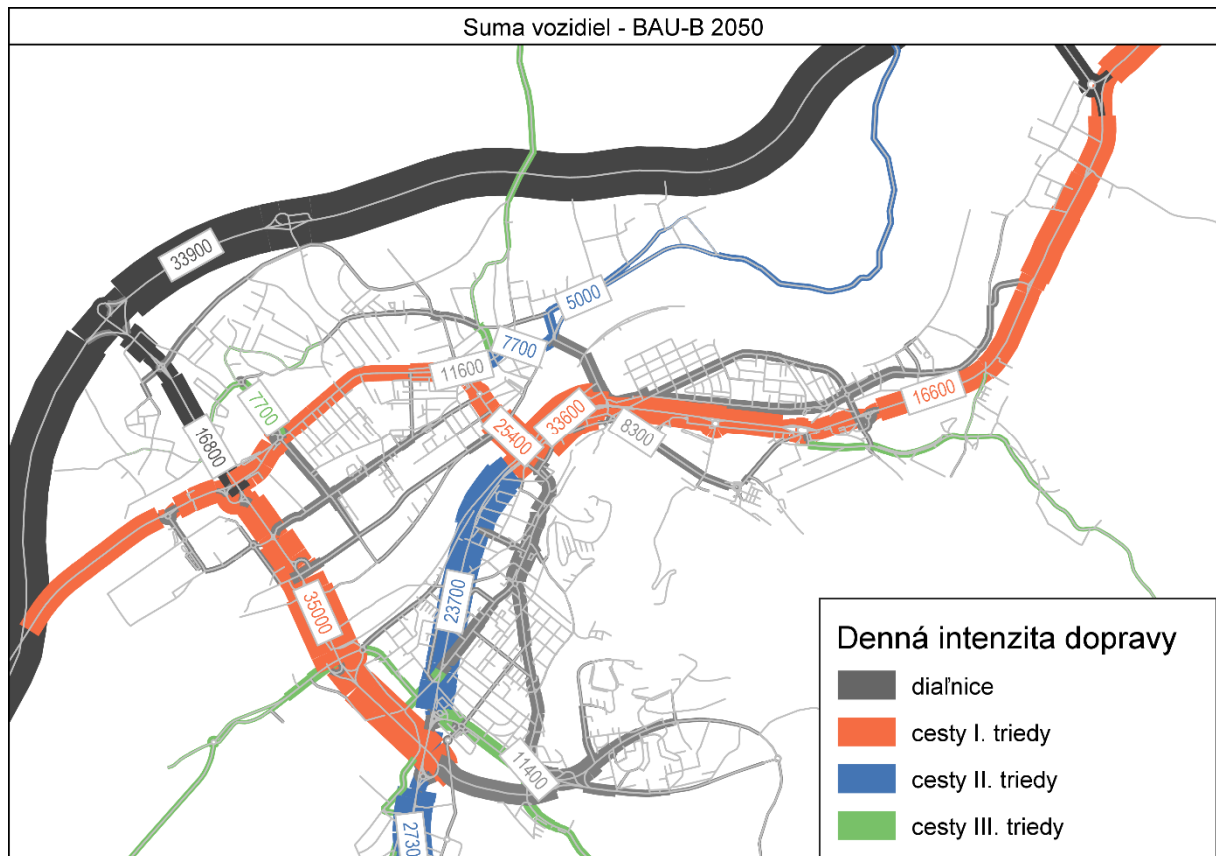


Obrázok 35 Scenár BAU-B 2040

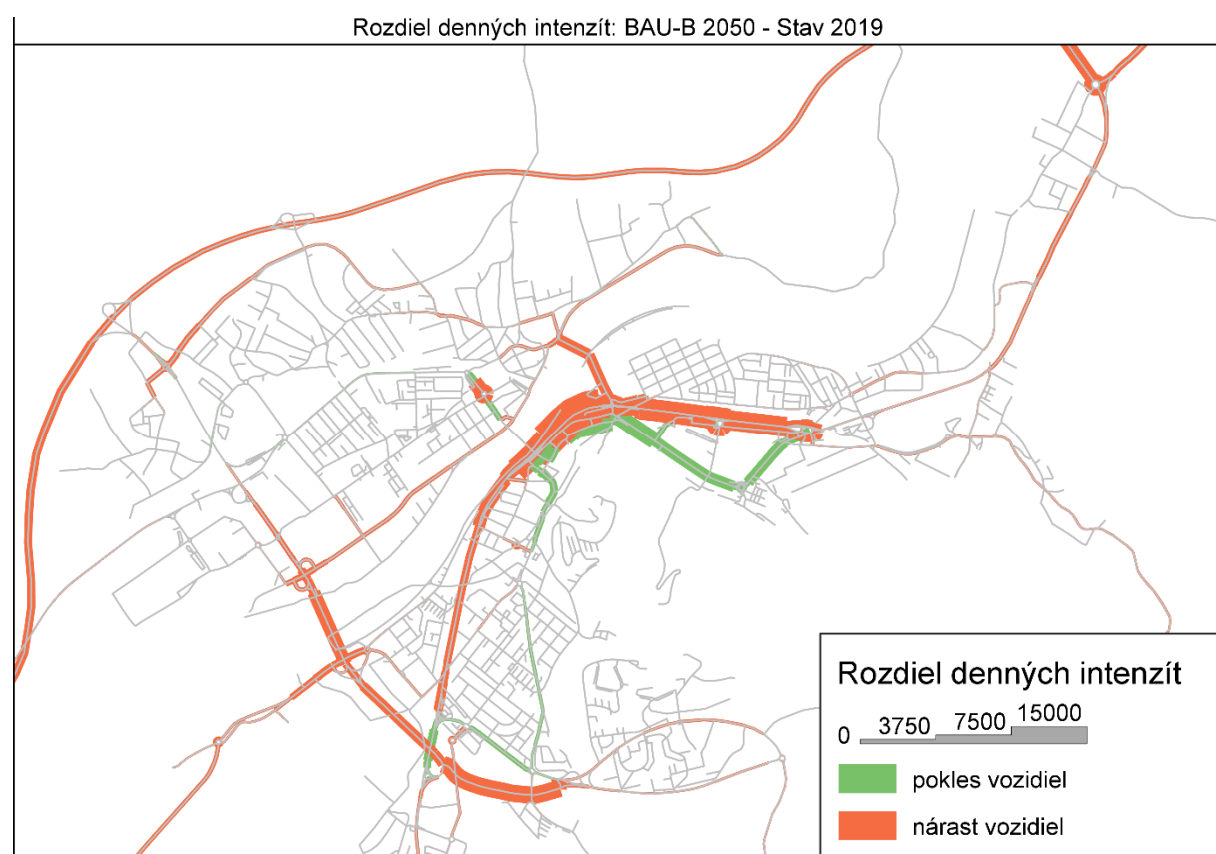


Obrázok 36 Rozdiel denných intenzít (BAU-B 2040 - Stav 2019)

7.3.7 Scenár BAU-B 2050

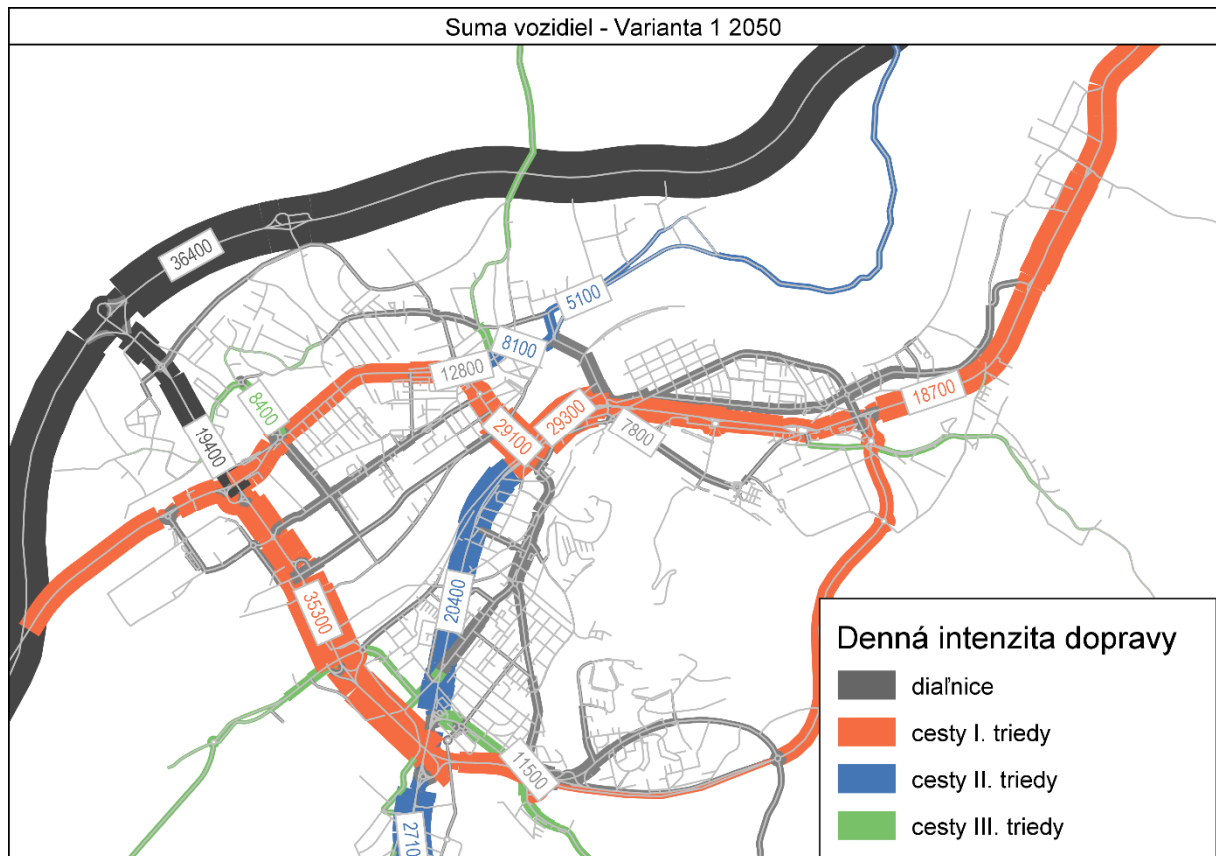


Obrázok 37 Scenár BAU-B 2050

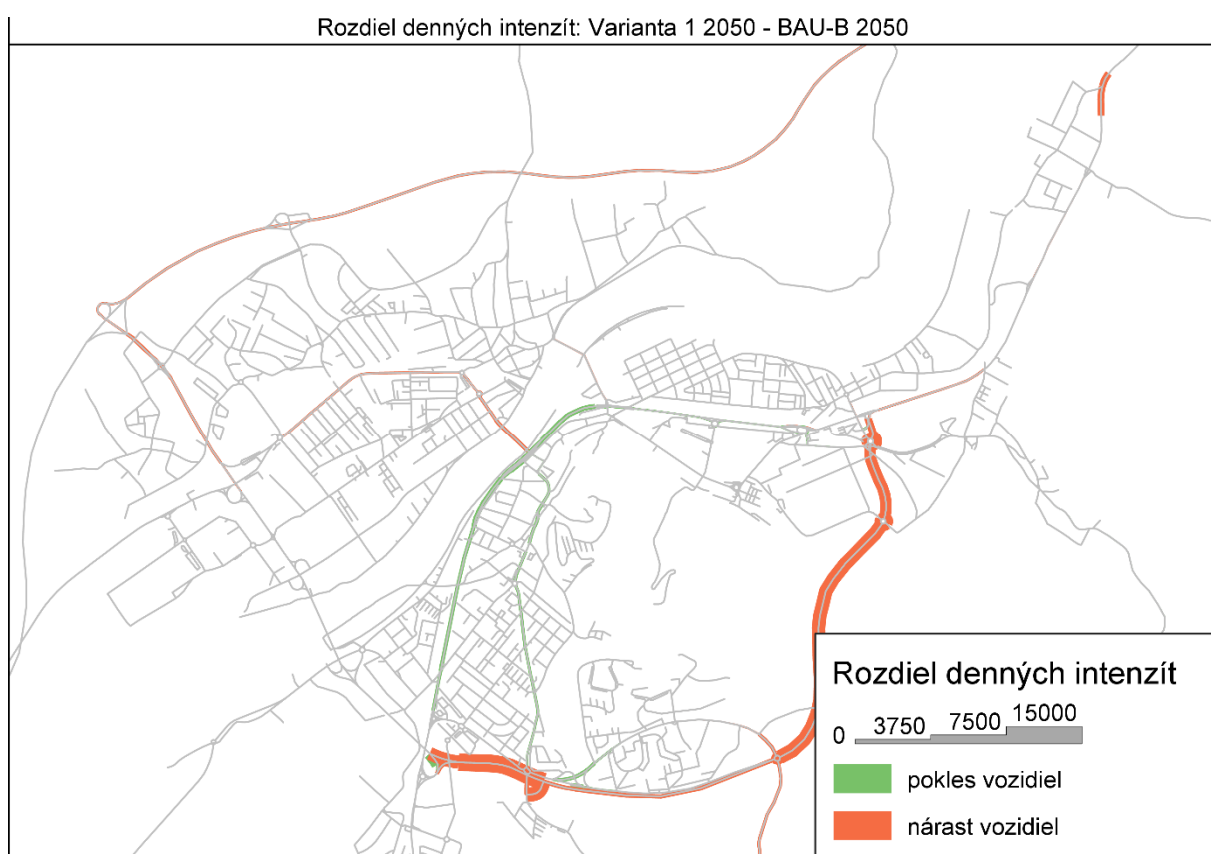


Obrázok 38 Rozdiel denných intenzít (BAU-B 2050 - Stav 2019)

7.3.8 Varianta 1 2050

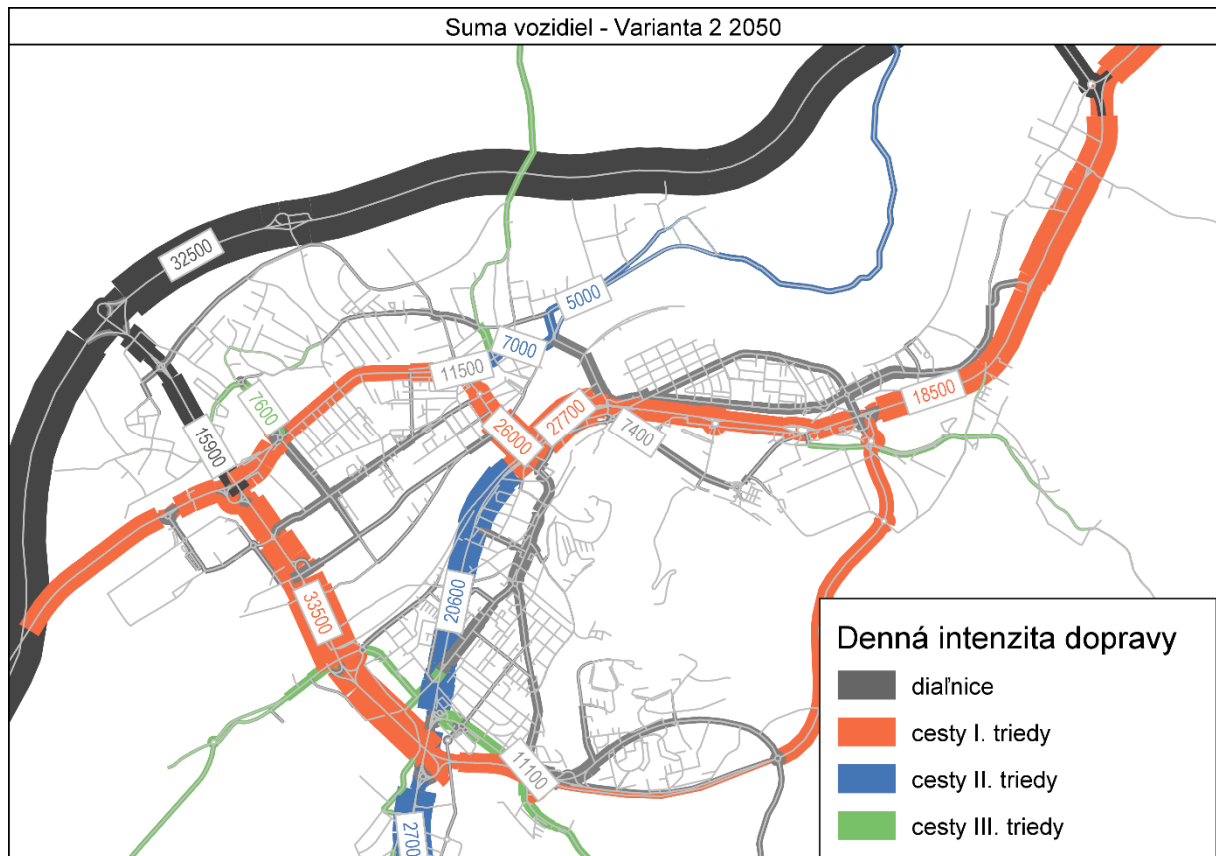


Obrázok 39 Scenár Varianta 1 2050

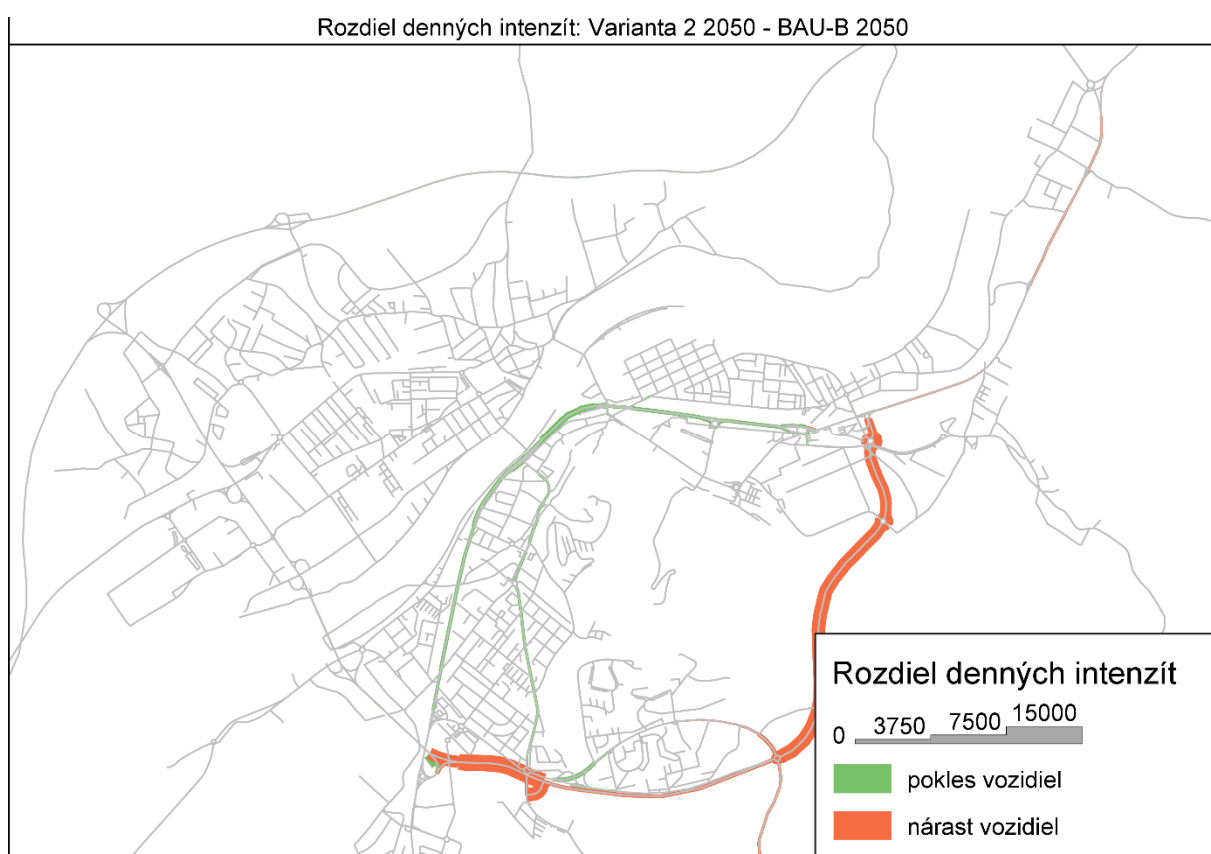


Obrázok 40 Rozdiel denných intenzít (Varianta 1 - BAU-B 2050)

7.3.9 Varianta 2 2050

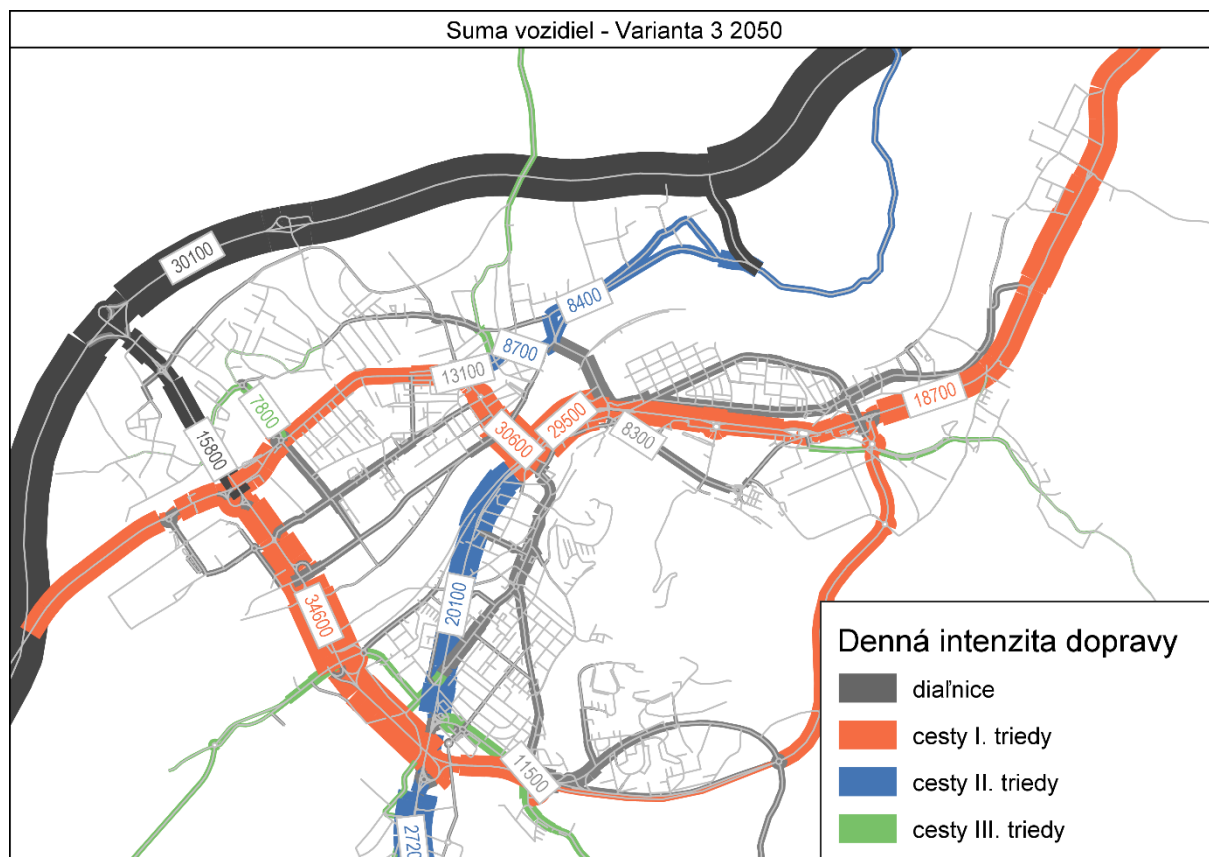


Obrázok 41 Scenár Varianta 2 2050

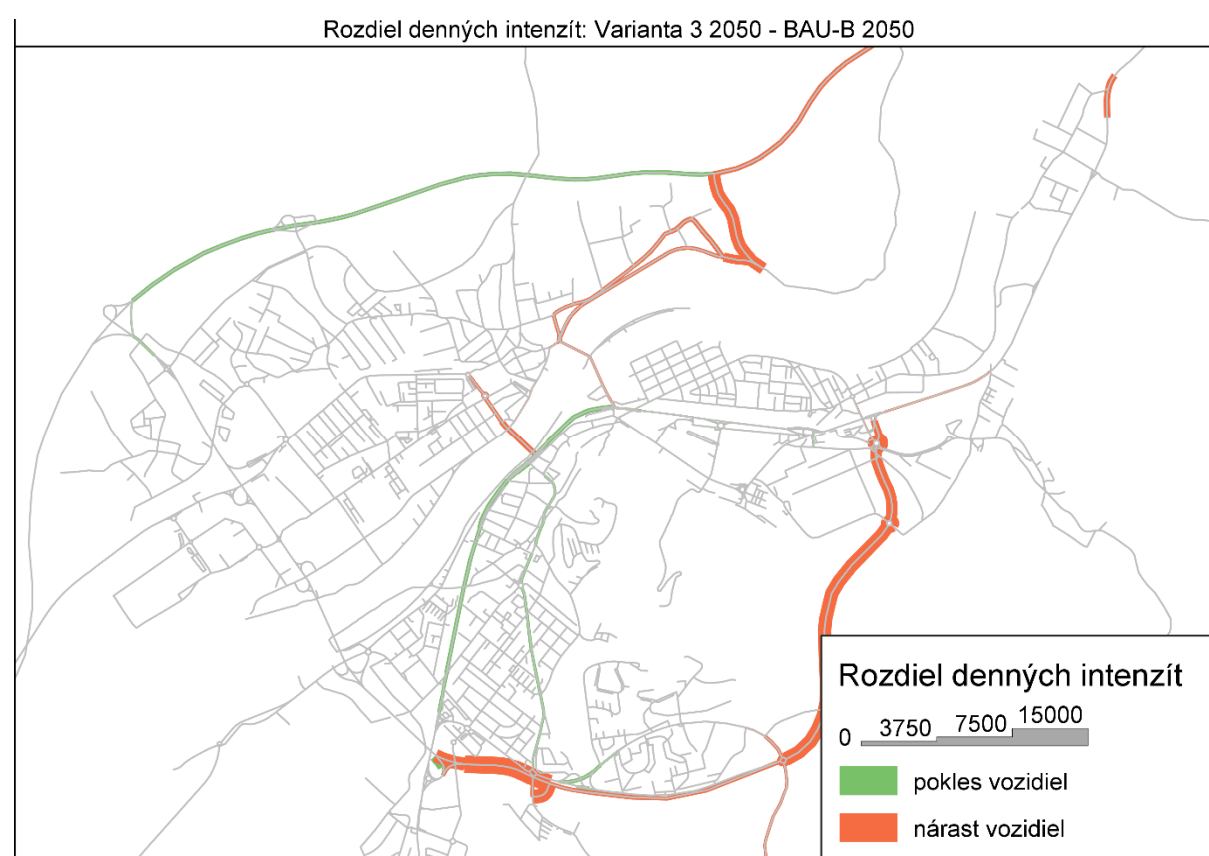


Obrázok 42 Rozdiel denných intenzít (Varianta 2 - BAU-B 2050)

7.3.10 Varianta 3 2050

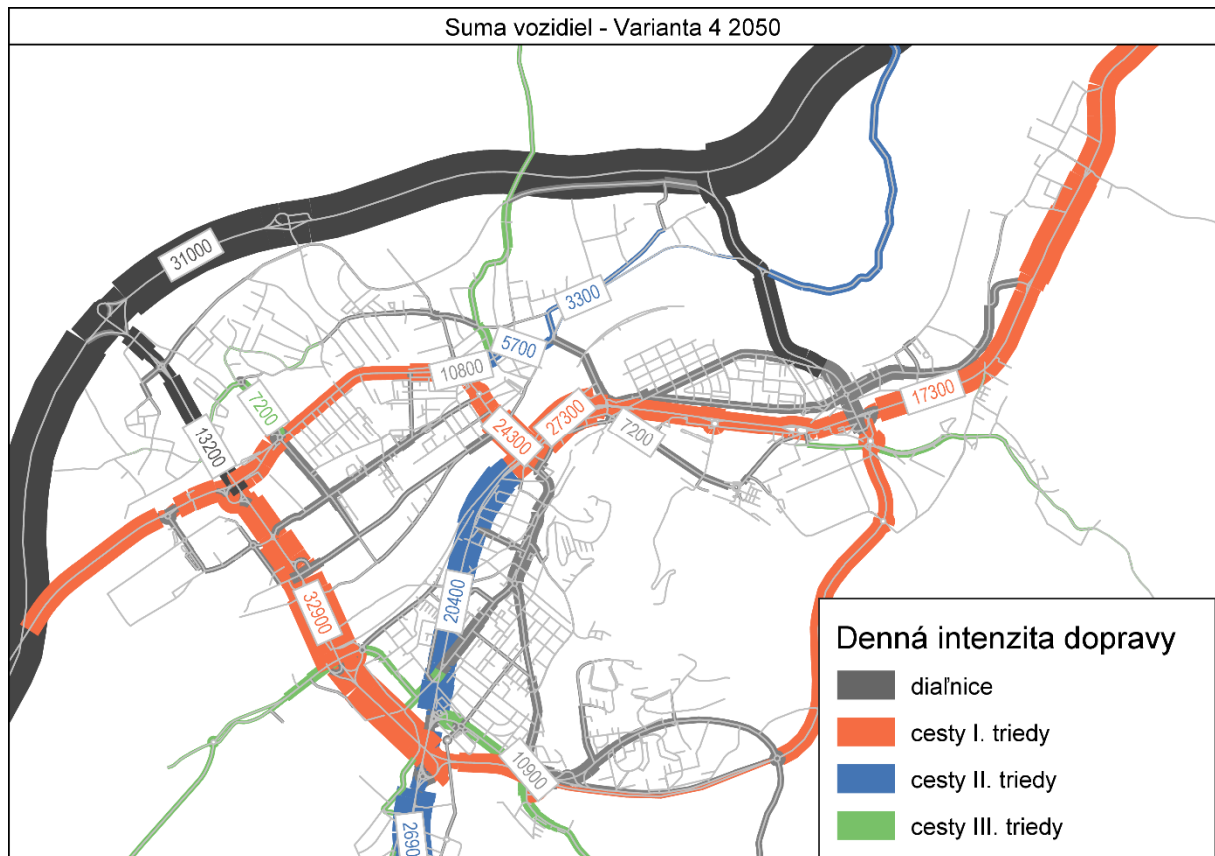


Obrázok 43 Scenár Varianta 3 2050

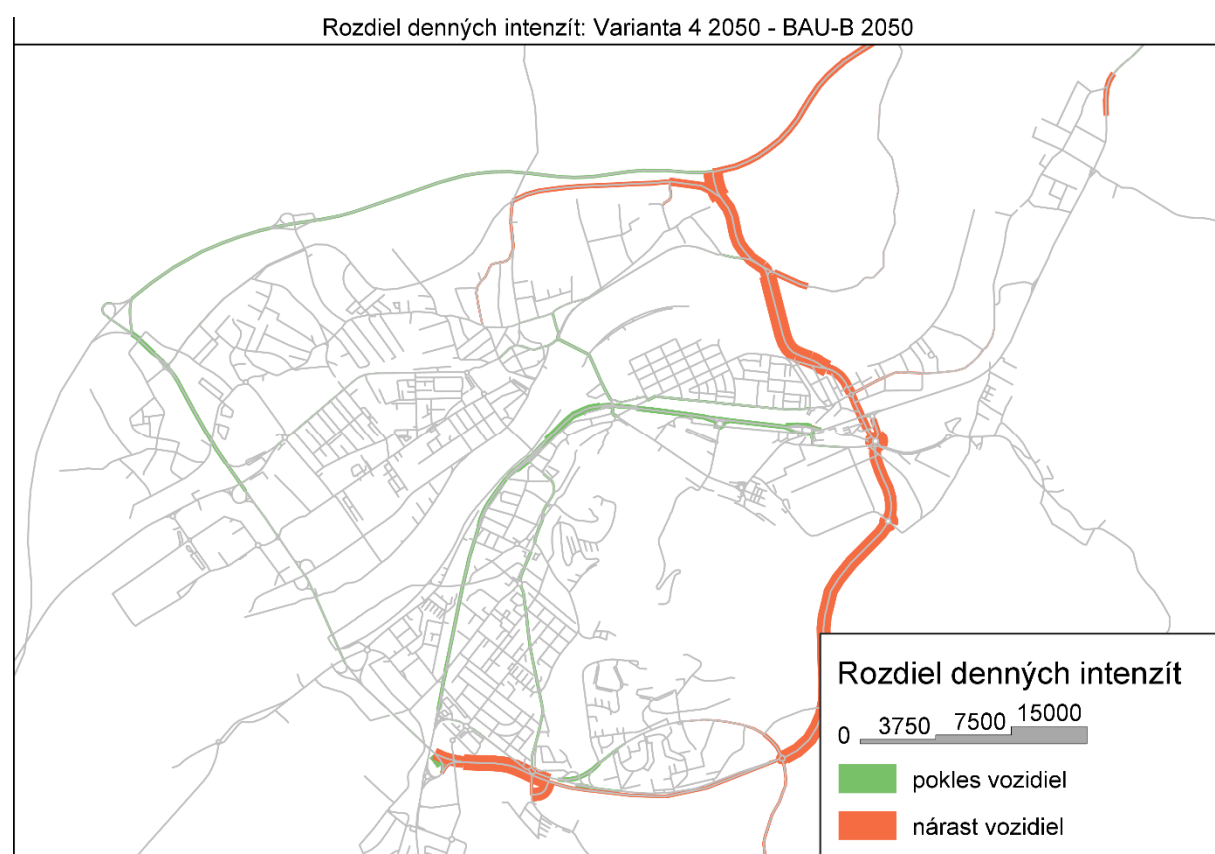


Obrázok 44 Rozdiel denných intenzít (Varianta 3 - BAU-B 2050)

7.3.11 Varianta 4 2050



Obrázok 45 Scenár Varianta 4 2050



Obrázok 46 Rozdiel denných intenzít (Varianta 4 - BAU-B 2050)

8 LITERATÚRA

EDIP. (2018). *Technické podmínky - TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy*. Plzeň: EDIP s.r.o.

Hollander, Y. (2016). *Transport modelling for a complete beginner*. CTthink!

JASPERS. (2014). *Appraisal Guidance (Transport), The Use of Transport Models in Transport Planning and Project Appraisal*. Načteno z http://kc-sump.eu/wordpress/wp-content/uploads/2015/04/Uпотреba-Modela-u-prometnom-planiranju_JASPERS_kolovoz-2014.pdf

Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky. (2019). *Metodická príručka k zostave dopravných modelov a dopravných prognóz*.

Scenario planning guide, 2013. (2013). Oregon Department of Transportation.

Súkeník, P., & Apeltauer, T. (2013). *Příručka pro tvorbu a hodnocení mikroskopických simulací dopravy*. VUT, AF – City Plan.

9 ZOZNAM TABULIEK A OBRÁZKOV

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Použitá dáta v dopravnom modeli Trenčína a ich zdroje	5
Tabuľka 2 Zonálne členenie.....	5
Tabuľka 3 Dopravné módy v modeli.....	6
Tabuľka 4 Segmenty populácie a účely ciest v dopravnom modeli	7
Tabuľka 5 Prevodná tabuľka na počet osobných vozidiel	8
Tabuľka 6 Verejná doprava v dopravnom modeli	10
Tabuľka 7 Hybnosť obyvateľstva	13
Tabuľka 8 Výpočet atraktivity územia	14
Tabuľka 9 Funkcia distribúcia ciest a korelácia s prieskumom dopravného správania.....	15
Tabuľka 10 Dopytová vrstva Parametre funkcie voľba dopravného prostriedku	16
Tabuľka 11 Obsadenosť automobilov	17
Tabuľka 12 Profily využité pre validáciu a zhodnotenie štatistiky GEH.....	25
Tabuľka 13 Scenáre rozvoja dopravy.....	27
Tabuľka 14 Vývoj počtu obyvateľov vo výhľadových rokoch	29
Tabuľka 15 Koeficienty vývoje medzioblastných vzťahov	31
Tabuľka 16 Porovnanie dopravných intenzít v jednotlivých scenároch analytickej časti	32
Tabuľka 17 Porovnanie dopravných intenzít v scenároch mimo PUM	32

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Dopravná sieť.....	8
Obrázok 2 Počet jazdných pruhov.....	9
Obrázok 3 Rychlosť na komunikáciách.....	9
Obrázok 4 Trasa spojov VHD	10
Obrázok 5 Počet spojov MHD.....	11
Obrázok 6 Počet spojov PAD	11
Obrázok 7 Počet vlakových spojov	12
Obrázok 8 Konektory v dopravnom modeli	12
Obrázok 9 Modelovaná voľba dopravného prostriedku podľa dopytových vrstiev	17
Obrázok 10 Porovnanie hodnôt z prieskumu dopravného správania (n = 2411) a modelovaných hodnôt	19
Obrázok 11 Histogramy pre jednotlivé páry ciest (čierna = modelované hodnoty, šedá = pozorované hodnoty v prieskume dopravného správania.....	20
Obrázok 12 Denná intenzita dopravy: OA, LN, TN, BUS.....	21
Obrázok 13 Denná intenzita dopravy: TN, BUS.....	22
Obrázok 14 Denná intenzita dopravy: LN.....	22
Obrázok 15 Cyklistická doprava v dopravnom modeli	23
Obrázok 16 Úroveň kvality dopravy	23
Obrázok 17 Prepravené osoby MHD Trenčín	24
Obrázok 18 Prepravené osoby PAD.....	24
Obrázok 19 Profily využité pre validáciu	25
Obrázok 20 Nové dopravné stavby	28
Obrázok 21 Rozvoj územia 2030	29

Obrázok 22 Rozvoj územia 2050	30
Obrázok 23 Rozvoj územia 2040	30
Obrázok 24 Profily pre porovnanie v scenároch	31
Obrázok 25 Scenár BAU-A 2030	33
Obrázok 26 Rozdiel denných intenzit (BAU-A 2030 - Stav 2019)	33
Obrázok 27 Scenár BAU-A 2040	34
Obrázok 28 Rozdiel denných intenzit (BAU-A 2040 - Stav 2019)	34
Obrázok 29 Scenár BAU-A 2050	35
Obrázok 30 Rozdiel denných intenzit (BAU-A 2050 - Stav 2019)	35
Obrázok 31 Scenár BAU-B 2030	36
Obrázok 32 Rozdiel denných intenzit (BAU-B 2030 - Stav 2019)	36
Obrázok 33 Scenár BAU-B 2030 - centrum.....	37
Obrázok 34 Rozdiel denných intenzit (BAU-B 2030 - Stav 2019) - centrum	37
Obrázok 35 Scenár BAU-B 2040	38
Obrázok 36 Rozdiel denných intenzit (BAU-B 2040 - Stav 2019)	38
Obrázok 37 Scenár BAU-B 2050	39
Obrázok 38 Rozdiel denných intenzit (BAU-B 2050 - Stav 2019)	39
Obrázok 39 Scenár Varianta 1 2050	40
Obrázok 40 Rozdiel denných intenzit (Varianta 1 - BAU-B 2050)	40
Obrázok 41 Scenár Varianta 2 2050	41
Obrázok 42 Rozdiel denných intenzit (Varianta 2 - BAU-B 2050)	41
Obrázok 43 Scenár Varianta 3 2050	42
Obrázok 44 Rozdiel denných intenzit (Varianta 3 - BAU-B 2050)	42
Obrázok 45 Scenár Varianta 4 2050	43
Obrázok 46 Rozdiel denných intenzit (Varianta 4 - BAU-B 2050)	43

10 Zoznam príloh

Formát A1:

- Denná intenzita dopravy, suma za 24 hodín - Súčasný stav 2019
- Denná intenzita dopravy, suma za 24 hodín – Scenár BAU-A 2030
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Scenár BAU-A 2040
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Scenár BAU-A 2050
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Scenár BAU-B 2030
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Scenár BAU-B 2040
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Scenár BAU-B 2050
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Varianta 1
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Varianta 2
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Varianta 3
- Intenzity dopravy, suma za 24 hodín – Varianta 4
- Rozdiel denných intenzít - BAU-A 2030 - Stav 2019
- Rozdiel denných intenzít - BAU-A 2040 - Stav 2019
- Rozdiel denných intenzít - BAU-A 2050 - Stav 2019
- Rozdiel denných intenzít - BAU-B 2030 - Stav 2019
- Rozdiel denných intenzít - BAU-B 2040 - Stav 2019
- Rozdiel denných intenzít - BAU-B 2050 - Stav 2019
- Rozdiel denných intenzít – Varianta 1 - BAU-B 2050
- Rozdiel denných intenzít – Varianta 2 - BAU-B 2050
- Rozdiel denných intenzít – Varianta 3 - BAU-B 2050
- Rozdiel denných intenzít – Varianta 4 - BAU-B 2050