

# MULTIMODÁLNY DOPRAVNÝ MODEL PRE MUŠ MLYNSKÉ NIVY – 2.ETAPA

---

Objednávateľ:

Metropolitný inštitút Bratislava

Dátum publikovania:

Apríl 2024

Zhotoviteľ:

**IR DATA**

Zodpovedný riešiteľ:

Ing. Igor Ripka, PhD.

## Identifikácia správy

Počet strán	40
Počet obrázkov	44
Počet tabuliek	4
Počet príloh	8
Charakter správy	Záverečná správa

## Obsah

1	ÚVOD .....	4
2	METODIKA TVORBY DOPRAVNÉHO MODELU .....	6
2.1	ZONÁLNE ČLENENIE ÚZEMIA .....	7
2.2	MODEL DOPRAVNEJ PONUKY .....	8
2.3	MODEL DOPRAVNÉHO DOPYTU .....	11
2.3.1	MODEL OSOBNÉJ DOPRAVY .....	11
2.3.2	MODEL NÁKLADNEJ DOPRAVY .....	13
2.4	DEĽBA PREPRAVNEJ PRÁCE .....	13
2.4.1	PRIDELENIE DOPRAVY NA KOMUNIKAČNÚ SIŤ .....	14
2.4.2	GRAVITAČNÝ MODEL (GM) IDENTIFIKUJÚCI POTENCIÁL ÚZEMIA, PODKLAD PRE POROVNANIE .....	14
2.5	KALIBROVANÝ MODEL (KM) IDENTIFIKUJÚCI SÚČASNÝ STAV, PODKLAD PRE POROVNANIE .....	18
2.6	DOPRAVNÁ PROGNÓZA .....	19
2.6.1	MODELOVANÁ PROGNÓZA .....	22
3	MODELOVANÉ SCENÁRE .....	31
3.1	HODNOTENIE SCENÁROV .....	31
4	ZÁVER .....	39
	PRÍLOHY .....	40

## Zoznam obrázkov

OBR. 2-1 SCHÉMA ČINNOSTI SOFTVÉRU PTV VISUM.....	7
OBR. 2-2 ZONÁLNE ČLENENIE ÚZEMIA (ZÁUJMOVÁ A SPÁDOVÁ OBLASŤ).....	8
OBR. 2-3 ZONÁLNE ČLENENIE ÚZEMIA (DETAIL RIEŠENEJ OBLASTI).....	8
OBR. 2-4 DOPRAVNÁ SIEŤ DOPRAVNÉHO MODELU .....	9
OBR. 2-5 KOMUNIKAČNÁ SIEŤ V RIEŠENEJ OBLASTI.....	10
OBR. 2-6 NAPOJENIE ZÓN NA SIEŤ .....	10
OBR. 2-7 PÁRY AKTIVÍT .....	12
OBR. 2-8 PARAMETRIZÁCIA DISTRIBÚCIE CIEST .....	14
OBR. 2-9 PARAMETRIZÁCIA VÝBERU DOPRAVNÉHO PROSTRIEDKU .....	14
OBR. 2-10 VÝPOČET ODPOROVÝCH FUNKCIÍ PRE DOPYTOVÉ VRSTVY .....	15
OBR. 2-11 PRÍKLAD DEFINOVANIA DISTRIBÚCIE DOPRAVY VO VÝPOČTOVOM MODELI .....	16
OBR. 2-12 ISOCHRONY DOSTUPNOSTI MLYNSKÉ NIVY – BLOK B13.....	17
OBR. 2-13 ISOCHRONY DOSTUPNOSTI PRE VHD – ZASTÁVKA E – BAJKALSKÁ.....	17
OBR. 2-14 ISOCHRONY DOSTUPNOSTI PRE CYKLISTICKÚ DOPRAVU - APOLLO .....	18
OBR. 2-15 ISOCHRONY DOSTUPNOSTI PRE PEŠÍCH – APOLLO.....	18
OBR. 2-16 REGIONÁLNE ZAŤAŽENIE IAD – SÚČASNÝ STAV 2023 .....	19
OBR. 2-17 SOCIO-DEMOGRAFICKÁ ŠTRUKTÚRA OBYVATEĽSTVA 1.....	20
OBR. 2-18 SOCIO-DEMOGRAFICKÁ ŠTRUKTÚRA OBYVATEĽSTVA 2.....	21
OBR. 2-19 NAVRHOVANÁ LINKA ELEKTRIČKY – NET PODUNAJSKÉ BISKUPICE A VRAKUŇA .....	22
OBR. 2-20 NAVRHOVANÝ CEST. PORIADOK LINKY E.....	22
OBR. 2-21 POČETNOSŤ GENEROVANEJ DOPRAVY ÚZEMÍM MLYNSKÝCH NÍV .....	25
OBR. 2-22 PARAMETRE DISTRIBUČNÝCH FUNKCIÍ PRE OBLASŤ MLYNSKÝCH NÍV .....	25
OBR. 2-23 DISTRIBÚCIA CIEST – BLOK A6 .....	26
OBR. 2-24 DISTRIBÚCIA CIEST – BLOK A16 .....	26
OBR. 2-25 DISTRIBÚCIA CIEST – BLOK B2 .....	27
OBR. 2-26 DISTRIBÚCIA CIEST – BLOK B7 .....	27
OBR. 2-27 DISTRIBÚCIA CIEST – BLOK B18 .....	28
OBR. 2-28 DISTRIBÚCIA CIEST – BLOK C8 .....	28
OBR. 2-29 DISTRIBÚCIA CIEST – BLOK C21 .....	29
OBR. 2-30 DISTRIBÚCIA CIEST – VŠETKY BLOKY SPOLU .....	29
OBR. 2-31 DEĽBA PREPRAVNEJ PRÁCE – VYBRANÉ DOPYTOVÉ VRSTVY.....	30
OBR. 2-32 CELKOVÁ DEĽBA PREPRAVNEJ PRÁCE – OBLASŤ MLYNSKÉ NIVY .....	30
OBR. 3-1 ZAŤAŽENIE IAD – 24H .....	32
OBR. 3-2 ZAŤAŽENIE PUT – 24H.....	33
OBR. 3-3 ZAŤAŽENIE BIKE – 24H.....	33
OBR. 3-4 ZAŤAŽENIE ČASOVÝCH INTERVALOV – CESTY „BYDLISKO – PRÁCA“ .....	34
OBR. 3-5 ZAŤAŽENIE IAD – RANNÁ ŠPIČKOVÁ HODINA.....	34
OBR. 3-6 STUPEŇ SATURÁCIE KOMUNIKÁCIÍ – RANNÁ ŠPIČKOVÁ HODINA .....	35
OBR. 3-7 ZAŤAŽENIE VHD – RANNÁ ŠPIČKOVÁ HODINA.....	35
OBR. 3-8 ZAŤAŽENIE CYKLISTICKEJ DOPRAVY – RANNÁ ŠPIČKOVÁ HODINA.....	36
OBR. 3-9 ZAŤAŽENIE IAD – POPOLUDŇAJŠIA ŠPIČKOVÁ HODINA .....	37
OBR. 3-10 STUPEŇ SATURÁCIE – POPOLUDŇAJŠIA ŠPIČKOVÁ HODINA.....	37
OBR. 3-11 ZAŤAŽENIE VHD – POPOLUDŇAJŠIA ŠPIČKOVÁ HODINA .....	38
OBR. 3-12 ZAŤAŽENIE CYKLISTICKEJ DOPRAVY – POPOLUDŇAJŠIA ŠPIČKOVÁ HODINA.....	38



# 1 Úvod

Na základe objednávky z augusta 2023 sme v prostredí medzinárodne uznávaného softvéru PTV Visum vypracovali multimodálny dopravný model, ktorý by mal slúžiť na odborné posúdenia výhľadovej dopravnej situácie v dotknutom území.

Dopravný model vychádza z dopravného modelu mesta a regiónu Bratislava. Riešené územie je vymedzené ulicami Košická - Prievozská - Hraničná - telesom diaľnice D1 - Prístavným mostom a Prístavnou ulicou. Nová mestská štvrť Mlynské nivy je navrhnutá ako kompaktná štvrť, tzv. 15-minútové mesto, s dostatočnou dostupnosťou občianskej vybavenosti, základných služieb, verejných a kultúrnych priestorov. Základným princípom návrhu je podpora a preferencia MHD, cyklistov a peších, upokojuvanie IAD a vytvorenie mestského bulváru ako ťažiskovej osi v území. Návrh uvažuje so zavedením „Zóny 30“ pre celé riešené územie.

Makroskopický model umožňuje hodnotiť synergický vplyv navrhovaných riešení na zlepšenie dopravnej ponuky, s ktorých realizáciou sa uvažuje. Cieľom projektu je ponúknuť v oblasti dopravy trvalo udržateľné riešenia v podobe podpory zabezpečenia rozvoja verejnej hromadnej dopravy, cyklistickej dopravy a uspokojovania základných potrieb obyvateľstva v ich pešej dostupnosti.

Dopravný model bol vypracovaný na základe podkladov o existujúcej a plánovanej cestnej sieti na území Slovenskej republiky; z dopravných prieskumov (profilových a smerových) vykonaných v bezprostredne dotknutom území a ďalších podkladov nevyhnutých na vypracovanie dopravného modelu (napr. demografické údaje, socioekonomické údaje), ktoré sú obsahom databázy spracovateľa alebo získaných z verejne dostupných zdrojov.

Pri spracovaní dopravného modelu boli analyzované informácie z veľkého počtu materiálov. Ide o materiály spracované alebo poskytnuté Objednávateľom, správcami komunikácií, materiály Štatistického úradu SR a materiály z databázy spracovateľa (najmä výsledky celoštátnych sčítaní dopravy, údaje z elektronického výberu mýta).

Údaje poskytnuté objednávateľom:

- Navrhovaná dopravná sieť pre riešené územie vo verzii .ver a pdf s funkčnými triedami navrhovaných komunikácií
- Územie rozdelené do zón s počtami obyvateľov a pracovných príležitostí pre maximalistický variant
- Odhadované počty obyvateľov a pracovných príležitostí v oblastiach v dotyku NET Podunajské Biskupice a Vrakuňa
- Odhad demografickej štruktúry obyvateľov riešeného územia MUŠ vychádzajúci z IPP územia a SODB 2021
- Výhľadové riešenie verejnej osobnej dopravy pre riešené územie a širšie vzťahy (schéma v pdf)
- Trasovanie a polohy uvažovaných zastávok NET Podunajské Biskupice a Vrakuňa vrátane intervalu a cestovných časov medzi zastávkami (pdf).

---

Východiská dopravného modelu:

- Dopravný model bude uvažovať už s existenciou NET Pribinova – Košická, NET Podunajské Biskupice a Vrakuňa a NET v Petržalke, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov Dvor
- Model by mal zohľadňovať skrátenie priemernej dĺžky ciest (blízka vzdialenosť cieľov pre uspokojovanie potrieb obyvateľov)
- Predpokladať zmenu distribúcie prepravných vzťahov
- Zmena v delbe prepravnej práce s podporou VHD, pešej, cyklistickej dopravy a s vplyvom upokojuvania IAD.

Cieľom zadania sú očakávané výstupy z dopravného modelu:

- definícia početnosti ciest pre jednotlivé dopravné módy (IAD, MHD, peší a bicykel) a bloky.
- definícia zaťaženia cestnej siete
- definícia predpokladaného počtu prepravených osôb v jednotlivých prepravných systémoch
- identifikácia kritických bodov resp. definovanie priemerného času čakania na ťažiskových križovatkách.
- model spracovaný na 3 scenáre (24- hodinový, ranná špičková hodina od 7:00 do 8:00 a poobedná špičková hodina od 16:00 do 17:00).

---

## 2 Metodika tvorby dopravného modelu

---

Dopravný model je multimodálny, ktorý posudzuje viac než jeden druh dopravy, a tak reflektuje zmeny dopravného dopytu v dôsledku konkurencie medzi jednotlivými druhmi dopravy.

Celý proces tvorby dopravného modelu sa skladá zo štyroch krokov:

- 1) Výpočet objemu zdrojovej a cieľovej dopravy územia
- 2) Smerovanie prepravných prúdov
- 3) Deľba prepravnej práce
- 4) Pridelenie zaťaženia na komunikačnú sieť

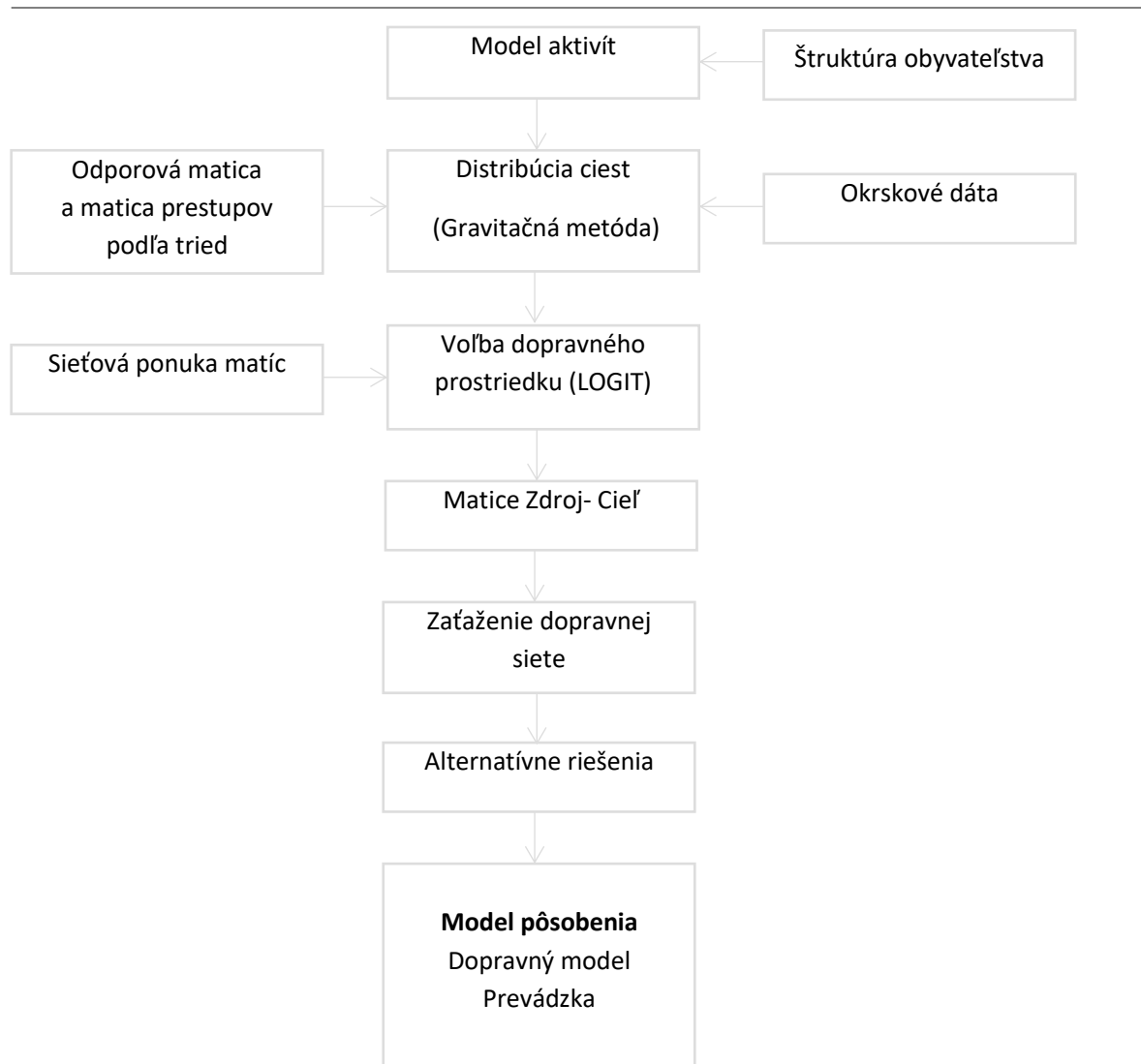
Takto definovaný dopravný model umožňuje modelovanie dopravného dopytu v závislosti na počte obyvateľov, demografickej štruktúre, množstva pracovných príležitostí v regióne, kvality dopravného spojenia v regióne a stupňa saturácie komunikačnej siete.

Dopravný model bol spracovaný pomocou dopravno-plánovacieho softvéru PTV-VISION spoločnosti PTV Karlsruhe - verzia PTV Visum 2023.

Dopravný model sa skladá z modelu dopravného dopytu (dopytový model), ktorý vo výsledku predstavuje matice medzioblastných dopravných vzťahov pre jednotlivé druhy dopravy a z modelu dopravnej ponuky (ponukový model), ktorý obsahuje parametrizovanú komunikačnú sieť.

Multimodálny model porovnáva ponuku jednotlivých druhov dopravy prostredníctvom ukazovateľa generalizovaných nákladov cesty.

Model pracuje na základe klasického štvorstupňového modelu. V nasledujúcej schéme je znázornený postup prác s modelom programu Visum.



Obr. 2-1 Schéma činnosti softvéru PTV Visum

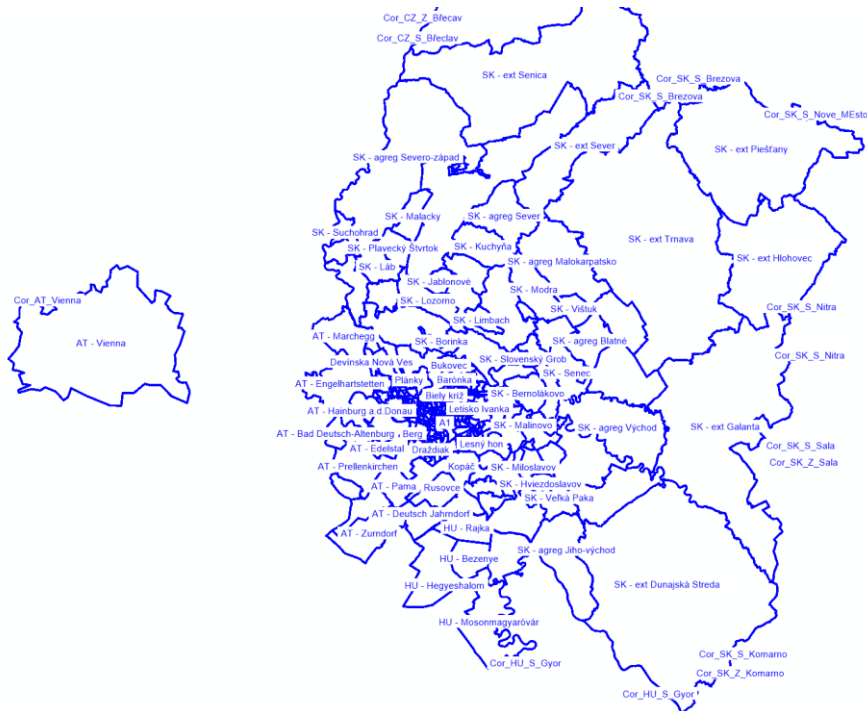
## 2.1 Zonálne členenie územia

V tomto kroku boli pre potreby definovania prepravných vzťahov v dopravnom modeli definované zóny.

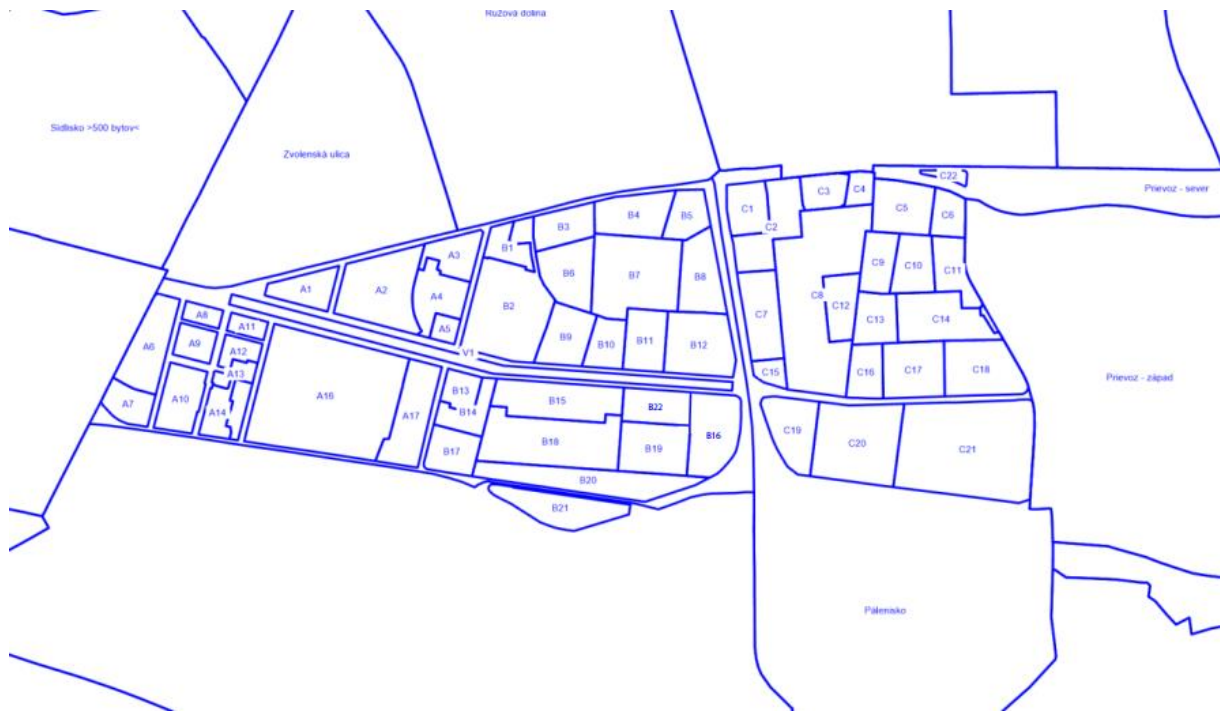
Dopravný model zahŕňa širšie záujmové územie riešeného územia, definované spádovou oblasťou s vyznanými, zdrojovými, cieľovými aj tranzitnými prepravnými vzťahmi. Pokrýva dotknuté územie Bratislavy a príslušné územia Bratislavského, Trnavského kraja a pohraničných území Rakúska a Maďarska.

Celkovo bolo takto do modelu zapracovaných 436 dopravných zón.

Pre každú zónu boli následne špecifikované základné socio-demografické údaje (počty obyvateľov v rôznych skupinách), ako aj počty rôznych potenciálnych príležitostí cieľov ciest (pracovné príležitosti, nákupné možnosti a iné), ktoré boli využívané ako štruktúralne veličiny v modeli dopytu.



Obr. 2-2 Zonálne členenie územia (záujmová a spádová oblasť)



Obr. 2-3 Zonálne členenie územia (detail riešenej oblasti)

## 2.2 Model dopravnej ponuky

Komunikačná sieť pozostáva z diaľnic, ciest I. II. a III. triedy, miestnych komunikácií, železničných a električkových tratí a cyklistických a peších chodníkov. V sieti hromadnej dopravy je ďalej definovaných 1 624 staníc a zastávok všetkých zúčastnených dopravcov a zapracovaných viac ako 15-tisíc spojov.

Pre všetky linky hromadnej dopravy boli definované odchody jednotlivých spojov podľa cestovných poriadkov.

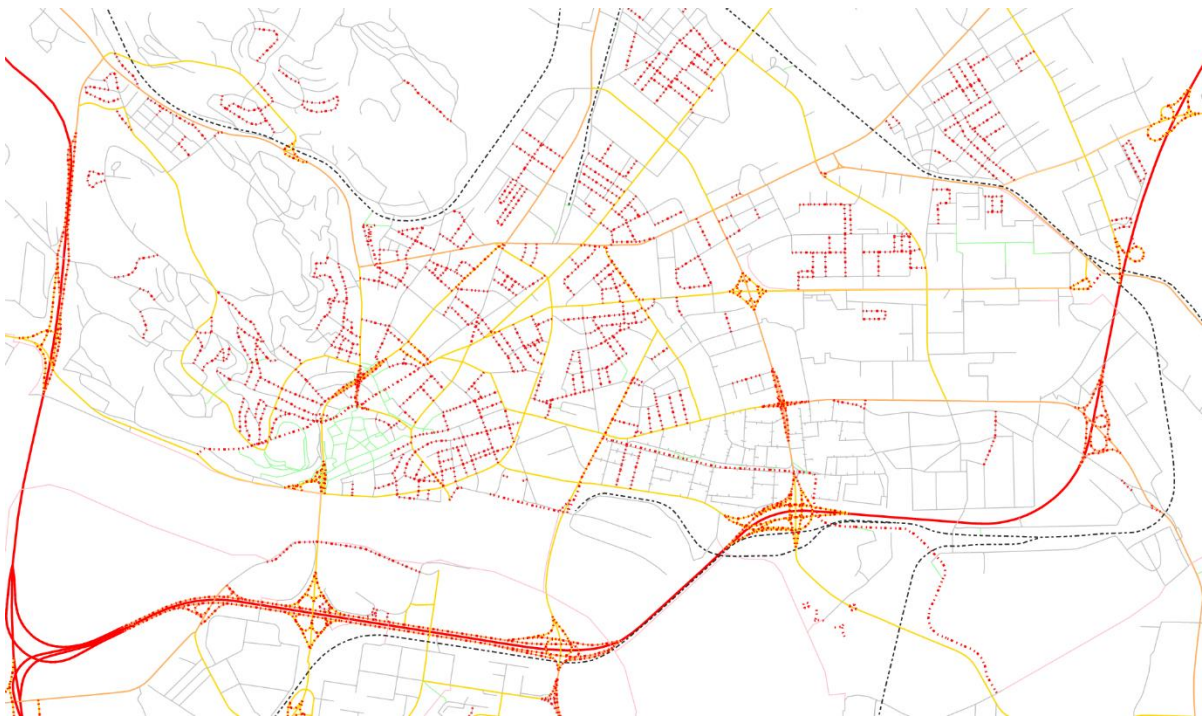
Následne boli jednotlivé úseky doplnené o nasledujúce parametre:

1. rýchlosť:
  - a. intravilány obcí – 50km/h (s ďalším rozlíšením podľa jednotlivých funkčných úrovní),
  - b. extravilány obcí – 90 km/h,
  - c. diaľnice a rýchlostné cesty v extraviláne 130 km/h,
  - d. diaľnice a rýchlostné cesty v intraviláne 90 km/h,
  - e. diaľnice a rýchlostné cesty - dvoj pruh – 100 km/h,
  - f. tunely 80-100 km/h
2. počet jazdných pruhov v jednom smere,
3. typ dopravného systému pre rôzne typy vozidiel.

Dopravné zóny sú prepojené na jednotlivé uzly pomocou konektorov. Konektor je spojnica medzi uzlom a zónou a prerozdeľuje dopravu z/do zóny.

Jednotlivé konektory boli doplnené o nasledovné parametre:

- dĺžka,
- deľba prepravného prúdu,
- kapacita,
- typ rozdeľovania dopravy.



Obr. 2-4 Dopravná sieť dopravného modelu





Obr. 2-5 Komunikačná sieť v riešenej oblasti

Jednotlivé zóny boli napojené na komunikačnú sieť všetkých druhov dopravy pomocou viacerých konektorov.



Obr. 2-6 Napojenie zón na sieť

## 2.3 Model dopravného dopytu

Dopravný dopyt je samostatne spracovaný pre osobnú a nákladnú dopravu. Poskytnutý dopravný model poskytoval model dopytu spracovaný pre celé územie. V rámci spracovania tohto zadania bol model dopytu spracovaný osobitne pre oblasť Mlynské Nivy, v ktorej sa predpokladá zmena správania sa obyvateľstva v súvislosti s možnosťou blízkeho napĺňania svojich potrieb – tzv. modelu 15-minútového mesta.

### 2.3.1 Model osobnej dopravy

Výpočet dopravného dopytu prebieha v prvých troch krokoch štvorstupňového modelu:

1. Tvorba ciest (trip generation) – pre každú zónu je definovaný počet ciest, ktoré tu začínajú a končia.
2. Distribúcia ciest (trip distribution) – vytvorenie matice dopravných vzťahov.
3. Voľba dopravného módu (mode choice) – rozdelenie dopravných vzťahov medzi dopravné módy.

Potenciál a atraktivita jednotlivých zón z hľadiska prepravných vzťahov je definovaná pomocou piatich základných štrukturálnych veličín. Počty obyvateľov boli zadané podľa poskytnutých údajov. Demografická štruktúra vychádza z SODB 2021. Ostatné charakteristiky boli pre jednotlivé atraktivity zadané relatívnymi hodnotami na základe dostupných údajov a znalosti územia.

Tab. 2-1 Štrukturálne jednotky aktivity zón

Potenciál/atraktivita	Atribút/štrukturálna veličina
Obyvateľstvo	Počet obyvateľov
Voľný čas	Počet kaviarní, divadiel, kín, bánk, športovísk,...
Práca	Počet pracovných príležitostí
Nákupy	Nákupná plocha
Škola	Počet miest na školách

Potenciál prepravy (produktivita) jednotlivých zón je dezagregovaný do jednotlivých skupín obyvateľstva podľa ekonomickej aktivity a vlastníctva automobilu. Demografická štruktúra preberá z modelu BSK aplikovaná na nové zóny :

- EAC – ekonomicky aktívni s autom
- EAnoC – ekonomicky neaktívni s autom
- ENC – ekonomicky aktívni bez auta
- ENnoC – ekonomicky neaktívni bez auta
- Deti – Deti do 15r
- Študenti – SŠ + VŠ

Atraktivita zón je delená podľa:

- počtu pracovných príležitostí,
- počtu žiakov,
- nákupných možností,
- a ostatných štrukturálnych veličín

podľa účelu sú rozlišované cesty:

- za prácou,
- za nákupmi,
- vzdelaním,



- služobné,
- rekreácia,
- domov,
- iné.

Number: 9	Code	Name
1	X_HB	Domov - Business
2	X_HD	Domov - Doktor
3	X_HE	Domov - Škola
4	X_HL	Domov - Voľn čas
5	X_HO	Domov - Iné
6	X_HS	Domov - Nákupy
7	X_HW	Domov - Práca
8	X_OO	Iné - Iné
9	X_WO	Práca - Iné

Obr. 2-7 Páry aktivít

Počet ciest pre jednotlivé účely bol na základe štrukturálnych veličín určený pomocou mier produkcie a atrakcie. Z dôvodu neexistencie iných podkladov boli tieto použité preddefinované miery produkcie a atrakcie založené na nemeckých socio-dopravných prieskumoch, pričom sa predpokladá, že pre oblasť Bratislavy sú tieto podobné.

Celkovo bolo v území pre súčasný stav vygenerovaných takmer 1,523 mil. ciest, z toho najväčšie podiely tvorili cesty (z domu) za prácou 31 %, ďalej cesty za nákupom a ostatnými účelmi 21 %, do školy 13 %, atď. Toto zhruba zodpovedá aktuálnym prieskumom a odhadom.

Celkový počet jzd sa odhadne samostatne pre každú socio-ekonomickú skupinu obyvateľstva:

- ekonomicky aktívni (zamestnanci, živnostníci) s automobilom / bez automobilu,
- ekonomicky neaktívni s automobilom / bez automobilu,
- študenti (nad 15 rokov),
- žiaci (do 15 rokov),
- ďalšie skupiny.

Najvýznamnejšie účely cesty (kompatibilne s inými modelmi, najmä Modelom SR):

- práca,
- služobné cesty,
- škola (základná, stredná, vysoká, iné vzdelávanie),
- nákupy (denné, príležitostné),
- voľnočasové aktivity (šport, zábava, atď.),
- osobné záležitosti (návštevy lekára),
- súkromné záležitosti,
- sprievod (iných osôb),
- ďalšie účely (voliteľné zhotoviteľom modelu) a
- ostatné cesty.

Ľahká doprava bola v dopravnom modeli rozdelená do dvoch segmentov: vnútorná doprava (krátke cesty) a ostatná - externá.

Na výpočet matice vnútornej, ľahkej dopravy boli použité dopravno-sociologické podklady ako je uvedené vyššie.

Matica externej dopravy (dlhé cesty) bola zložená z viacerých zdrojových databáz.

### 2.3.2 Model nákladnej dopravy

Stanovenie objemu nákladnej dopravy si vyžaduje špecifický prístup, ktorý je principiálne odlišný od zostaveného dopytového modelu osobnej dopravy. Z dôvodu nedostatku základných údajov, ktoré by verne charakterizovali generovanie ciest týmto druhom dopravy nebolo možné zostaviť použiteľný dopytový model.

Základným zdrojom údajov boli archívne údaje spracovateľa z mýtného systému SR. Údajová databáza obsahovala počty spárovaných prejazdov podľa vopred zadaného a špecifikovaného kordónu. Výsledok bol ďalej porovnávaný s údajmi z dopravných dát z automatických sčítačov dopravy z archívu spracovateľa.

## 2.4 Deľba prepravnej práce

Deľba prepravnej práce vychádzala najmä z výsledkov dopravno-sociologického prieskumu, ktorý bol vykonaný v riešenom území pre potreby modelov Slovenskej republiky a ÚGD mesta Bratislava. Tieto podkladové údaje boli ďalej pre prognózu upravené, tak aby čo najlepšie reflektovali strategické dokumenty v oblasti rozvoja verejnej hromadnej dopravy a nemotorovej dopravy. Delenie bolo zahrnuté vo výpočte matíc prepravných vzťahov v klasickom štvorstupňovom modeli dopravy. Výber módu je charakterizovaný výberom nezávislých premenných:

$T_{ij}(m)$  cestovný čas z  $i$ -tej do  $j$ -tej zóny dopravným prostriedkom  $m$ ,

$Z_{ij}(m)$  suma príchodzích časov v  $i$ -tej a odchodzích časov v  $j$ -tej zóne pre dopravný mód  $m$ ,

$C_{ij}(m)$  cestovné z  $i$ -tej do  $j$ -tej zóny dopravným módom  $m$ ,

$D_{ij}'$  vzdialenosť z  $i$  do  $j$ .

Parameters: Trip distribution

For active OD pairs only  
 Exclude OD pairs connecting passive zones  
 Set any result demand matrix to 0 prior to calculation  
 Apply estimated parameters

	Demand stratum	Utility function	Function type	a	b	c	Direction parameters
12	X_HE_X_Deti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
13	X_HE_X_Študenti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,35	Productions, Singly constrained
14	X_HL_X_Deti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
15	X_HL_X_EA_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,6	Productions, Singly constrained
16	X_HL_X_EA_noC	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
17	X_HL_X_EN_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,6	Productions, Singly constrained
18	X_HL_X_EN_noC	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
19	X_HL_X_Študenti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
20	X_HO_X_Deti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
21	X_HO_X_EA_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
22	X_HO_X_EA_noC	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
23	X_HO_X_EN_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
24	X_HO_X_EN_noC	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
25	X_HO_X_Študenti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
26	X_HS_X_Deti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
27	X_HS_X_EA_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,6	Productions, Singly constrained

Obr. 2-8 Parametrizácia distribúcie ciest

Parameters: Mode choice

Set any result demand matrix to 0 prior to calculation

	Key	Demand stratum	Mode	Utility function	Function type	a	b	c	Input dema
1	X_HB_X_EA_C/Bike	X_HB_X_EA_C	Bike Bike	(-0,0213)*Matrix ([NO]=44)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
2	X_HB_X_EA_C/Car	X_HB_X_EA_C	Car Car	4,28*1- 0,0213*Matrix ([NO]=39)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
3	X_HB_X_EA_C/PuT	X_HB_X_EA_C	PuT PuT	2,86*1- 0,0213*Matrix ([NO]=38)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
4	X_HB_X_EA_C/Walk	X_HB_X_EA_C	Walk Walk	1,23*1- 0,0213*Matrix ([NO]=45)+ 2,75*Matrix ([NO]=78)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
5	X_HB_X_EA_noC/Bike	X_HB_X_EA_noC	Bike Bike	(-0,0213)*Matrix ([NO]=44)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
6	X_HB_X_EA_noC/Car	X_HB_X_EA_noC	Car Car	0,01*1- 0,0213*Matrix ([NO]=39)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
7	X_HB_X_EA_noC/PuT	X_HB_X_EA_noC	PuT PuT	2,86*1- 0,0213*Matrix ([NO]=38)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
8	X_HB_X_EA_noC/Walk	X_HB_X_EA_noC	Walk Walk	1,23*1- 0,0213*Matrix ([NO]=45)+ 2,75*Matrix ([NO]=78)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
9	X_HB_X_EN_C/Bike	X_HB_X_EN_C	Bike Bike	(-0,0213)*Matrix ([NO]=44)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
10	X_HB_X_EN_C/Car	X_HB_X_EN_C	Car Car	4,28*1- 0,0213*Matrix ([NO]=39)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
11	X_HB_X_EN_C/PuT	X_HB_X_EN_C	PuT PuT	2,86*1- 0,0213*Matrix ([NO]=38)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
12	X_HB_X_EN_C/Walk	X_HB_X_EN_C	Walk Walk	1,23*1- 0,0213*Matrix ([NO]=45)+ 2,75*Matrix (2,307*1	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
13	X_HB_X_EN_noC/Bike	X_HB_X_EN_noC	Bike Bike	(-0,0213)*Matrix ([NO]=44)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
14	X_HB_X_EN_noC/Car	X_HB_X_EN_noC	Car Car	0,05*1- 0,0213*Matrix ([NO]=39)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
15	X_HB_X_EN_noC/PuT	X_HB_X_EN_noC	PuT PuT	2,86*1- 0,0213*Matrix ([NO]=38)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
16	X_HB_X_EN_noC/Walk	X_HB_X_EN_noC	Walk Walk	1,23*1- 0,0213*Matrix ([NO]=45)+ 2,75*Matrix ([NO]=78)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
17	X_HB_X_Študenti/Bike	X_HB_X_Študenti	Bike Bike	(-0,0213)*Matrix ([NO]=44)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
18	X_HB_X_Študenti/Car	X_HB_X_Študenti	Car Car	(-1000000)*1	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
19	X_HB_X_Študenti/PuT	X_HB_X_Študenti	PuT PuT	0,86*1- 0,0213*Matrix ([NO]=38)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
20	X_HB_X_Študenti/Walk	X_HB_X_Študenti	Walk Walk	1,23*1- 0,0213*Matrix ([NO]=45)+ 2,75*Matrix ([NO]=78)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D
21	X_HB_X_Deti/Bike	X_HB_X_Deti	Bike Bike	(-0,0415)*Matrix ([NO]=44)	...	Logit	0	0	1 ... Matrix([DModelCode] = CONTEXT[D

Obr. 2-9 Parametrizácia výberu dopravného prostriedku

## 2.4.1 Pridelenie dopravy na komunikačnú sieť

Zaťaženie cestnej siete individuálnou dopravou bolo definované výpočtovým procesom (algoritmom) Equilibrium assignment. Metóda principiálne zohľadňuje kapacitu siete vo viacerých iteráciách.

Zaťaženie cestnej siete hromadnou dopravou bolo definované výpočtovým procesom (algoritmom) Timetable-based. Algoritmus používa cestovný poriadok všetkých druhov verejnej dopravy.

## 2.4.2 Gravitačný model (GM) identifikujúci potenciál územia, podklad pre porovnanie

Úlohou gravitačného modelu je dopracovanie sa k veľkosti každého prepravného vzťahu medzi dvoma okrskami, pre začínajúce cesty a pre končiacie cesty, a tak vytvorenie kompletnej matice vzťahov pre všetkých n okrskov, na ktoré je riešené územie rozdelené. Pritom je možné postaviť všeobecnú hypotézu, že prepravný vzťah medzi dvoma okrskami  $i$  a  $j$  je závislý od:

- disponibility v zdrojovom okrsku  $i$  (objem zdrojovej prepravy  $DZ$ ),
- atraktivity v cieľovom okrsku  $j$  (objem cieľovej prepravy  $DC$ ),
- vzdialenosti zdroja a cieľa (danej recipročnou funkciou odporu  $w$ ),
- konkurencie ostatných cieľov (pri pohľade zo zdroja), ako aj ostatných zdrojov (pri pohľade z cieľa), a to ako z hľadiska ich objemu (množstva), tak aj z hľadiska ich dosažiteľnosti,
- počtu príležitostí medzi zdrojom  $i$  a cieľom  $j$  pre ukončenie cesty (substitúcia predošlej hypotézy).

Syntetické postupy hľadajú rôzne spôsoby vyjadrenia faktorov pre budúcnosť, pretože významne ovplyvňujú veľkosť výhľadového prepravného vzťahu  $D_{ij}$ . Zo syntetických postupov sa u nás, ale aj vo svete, používa predovšetkým gravitačný model v rôznych modifikáciách. Gravitačné modely boli pôvodne vyvíjané v priamej analógii z Newtonovho gravitačného zákona. Ich všeobecná forma je

$$D_{ij} = k_{ij} * \frac{A_i * A_j}{f(w_{ij})}$$

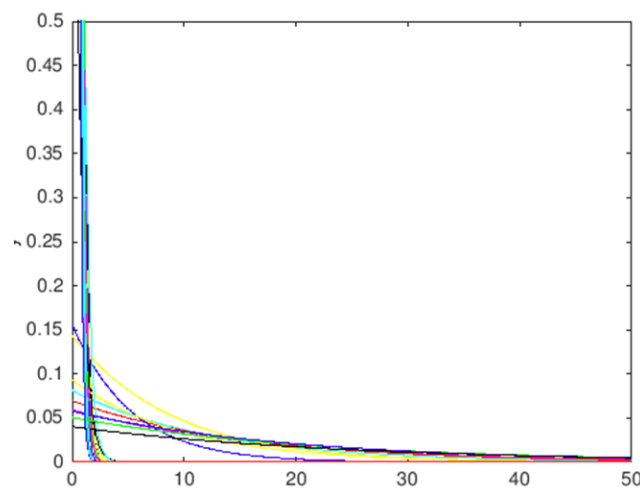
Kde:

$A_i$  - disponibilita zdrojového okrsku  $i$

$A_j$  - atraktivita cieľového okrsku  $j$

$k_{ij}$  - faktor zabezpečujúci splnenie okrajových podmienok

$f(w_{ij})$  - odporová funkcia medzi zdrojom  $i$  a cieľom  $j$



Obr. 2-10 Výpočet odporových funkcií pre dopytové vrstvy

Tento model je najpoužívanejším modelom na generovanie prepravných vzťahov využívaný pri bežnom modelovaní dopravy. Počet ciest generovaný zo zdroja do určitého cieľa je priamo úmerný jeho atraktivite a nepriamo úmerný odporu (vyjadreného pomocou odporovej funkcie) medzi nimi. Pomocou gravitačného modelu bol spracovaný aj tento model.

Najväčším problémom gravitačných modelov je správne vyjadrenie odporovej funkcie. Existuje množstvo matematických funkcií, ktoré sa dajú použiť ako odporová funkcia (pre gravitačný model  $f(w_{ij})$  - odporová funkcia medzi zdrojom  $i$  a cieľom  $j$ )

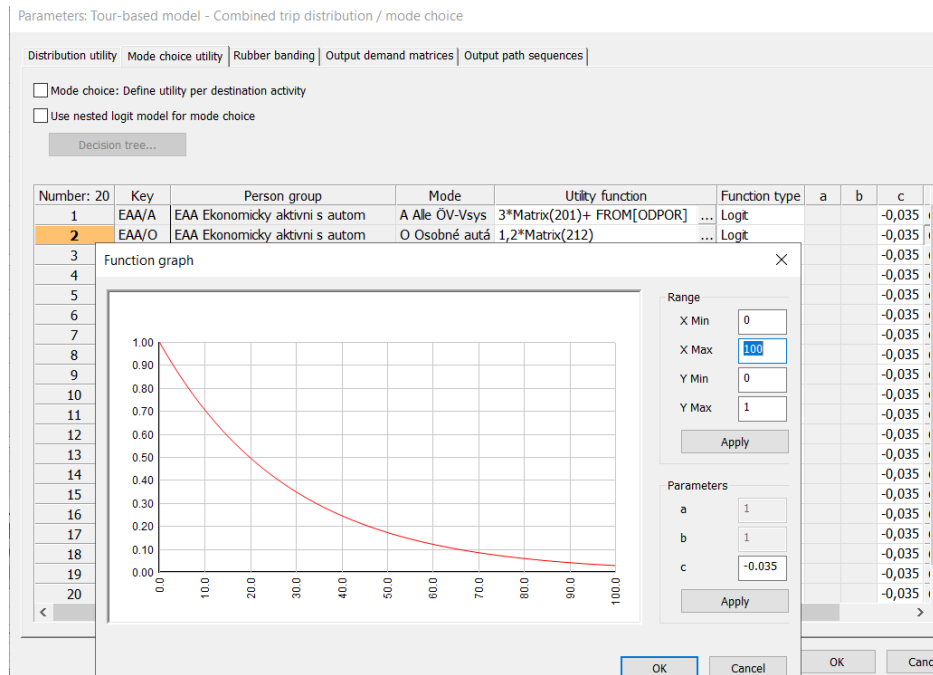
Tri najpoužívanejšie sú:

- Exponenciálna alebo Logit  $e^{(cU)}$
- Kirchhofova alebo negatívna mocninová  $U^{(-c)}$
- Gamma alebo kombinovaná  $aU^{(be^{(cU)})}$

Kde:

- U je úžitkovosť,
- a,b,c sú koeficienty

Vo všeobecnosti je dobrou voľbou Logit funkcia, pretože umožňuje ľahko ovplyvňovať priebeh krivky. Pre spracovanie predkladaného modelu bol zvolený multimodálny prístup.



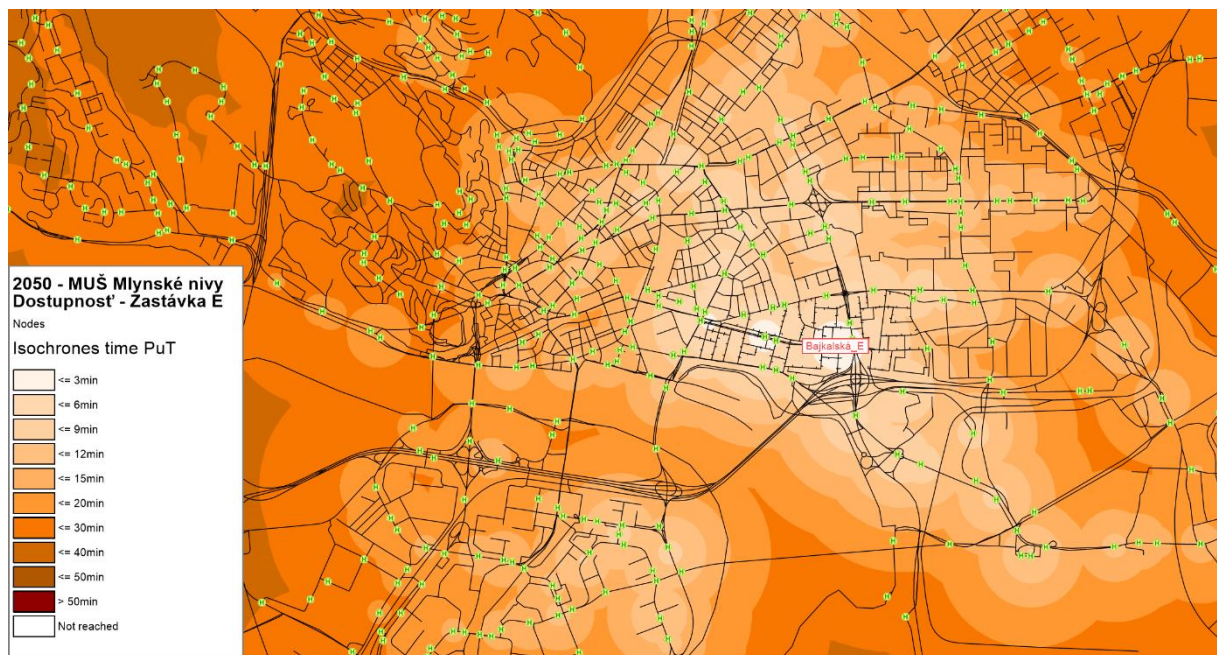
Obr. 2-11 Príklad definovania distribúcie dopravy vo výpočtovom modeli

Dopravný model pri zaťažovaní siete reflektuje najmä čas cesty, či už pre individuálnu automobilovú dopravu alebo verejnú hromadnú dopravu. Nižšie sú znázornené izochrony dostupnosti pre oblasť Mlynské Nivy.





Obr. 2-12 Izochrony dostupnosti Mlynské Nivy – Blok B13



Obr. 2-13 Izochrony dostupnosti pre VHD – zastávka E – Bajkalská



Obr. 2-14 Izochrony dostupnosti pre cyklistickú dopravu - Apollo



Obr. 2-15 Izochrony dostupnosti pre peších – Apollo

## 2.5 Kalibrovaný model (KM) identifikujúci súčasný stav, podklad pre porovnanie

Proces kalibrácie zahŕňa definovanie konštánt a parametrov výpočtového modelu.

Proces kalibrácie zahŕňa odhadovanie rôznych konštánt a parametrov výpočtového modelu. Z tohto dôvodu je proces vývinu modelu občas označovaný ako „odhadovanie“. Po zaťažení cestnej siete sa údaje na jednotlivých úsekoch siete dajú jednoducho porovnať s aktuálnym meraním dopravy na vyselektovaných profiloch. Porovnanie intenzity dopravy na jednotlivých medzikrižovatkových úsekoch je konečným testom nastavenia dopravného modelu.

Kalibrácia modelu bola realizovaná na základe dostupných údajov o intenzitách dopravy a výsledkov



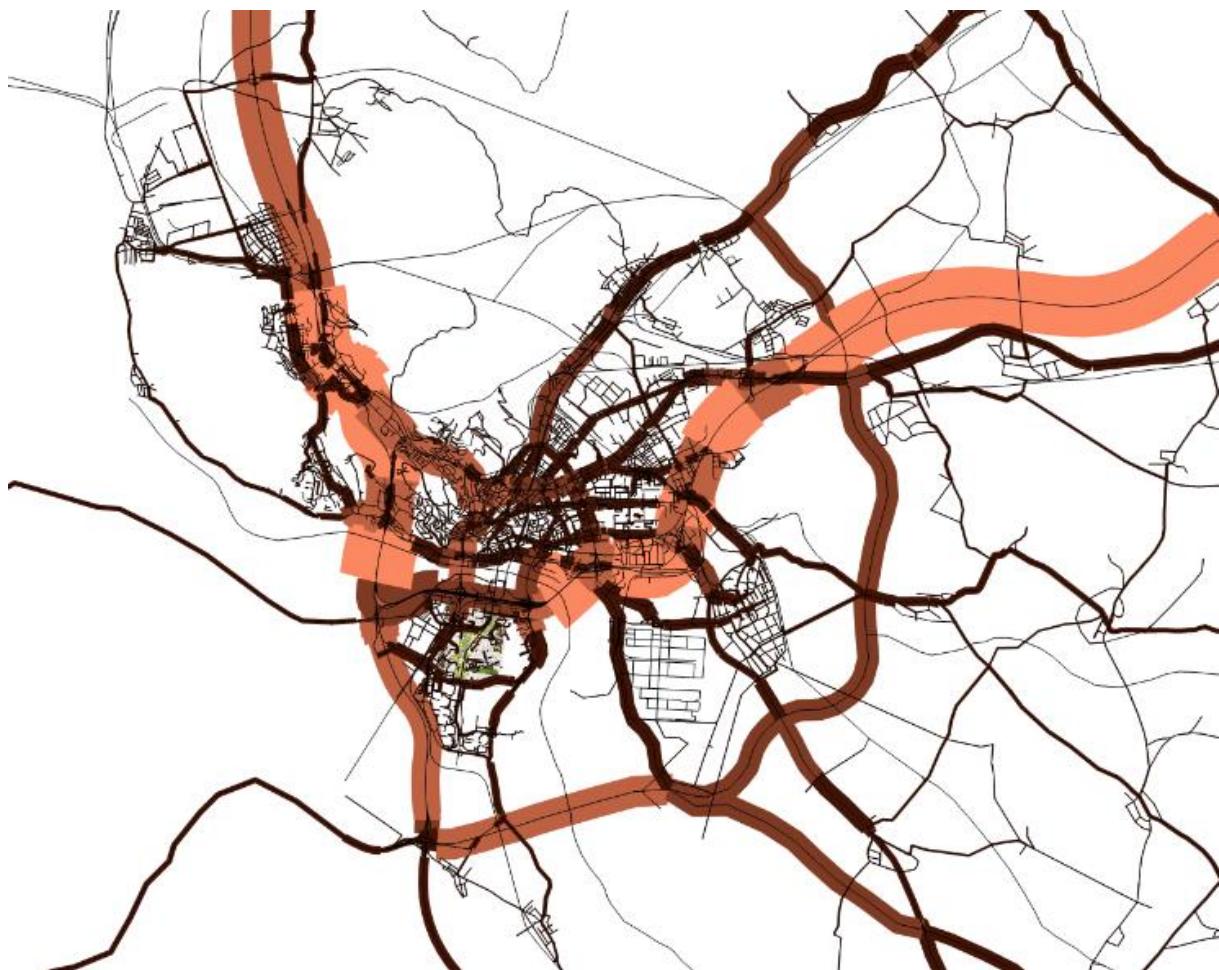
analýz mobilitného správania sa obyvateľstva a iných dostupných dopravných prieskumov z archívu spracovateľa.

Posúdenie miery zhody modelu a reality sa často definuje pomocou štatistických nástrojov. Najčastejšie sa vyjadruje hodnota štatistiky GEH (pomenované podľa Geoffrey E. Havers). Tento ukazovateľ sa používa pri teste dobrej zhody a v princípe overuje, či má náhodná veličina nejaké určité, vopred dané rozdelenie. Štatistika zahŕňa relatívnu a absolútnu chybu a je teda vhodná pre vyjadrenie zhody modelu a reality. Vzťah určujúci výsledky štatistiky GEH je

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

M - intenzita vypočítaná modelom,

C - intenzita empiricky získaná v teréne.



Obr. 2-16 Regionálne zaťaženie IAD – súčasný stav 2023

## 2.6 Dopravná prognóza

V zmysle zadania bola dopravná prognóza vypočítaná pre výhľadové obdobie roka 2050. Modelová sieť tvorila existujúca diaľničná a cestná sieť doplnená o koridory plánovaných investícií – najmä existencia električkových tratí NET Pribinova – Košická, NET Podunajské Biskupice a Vrakuňa a NET v Petržalke, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov Dvor.



Zmeny v množstvách dopravných vzťahov boli vypočítané pomocou gravitačného modelu. Sú založené na závislosti od výhľadového demografického vývoja a vývoja automobilizácie pri osobnej doprave a hospodárskeho vývoja (regionálny rast HDP) pri nákladnej doprave.

Zohľadnený bol aj vývoj charakteristiky mobility (mobilita a dĺžka cesty) v súlade s predpokladmi tzv. 15-minútového mesta. Taktiež boli zohľadnené koeficienty zistené z analýzy závislosti na historickom demografickom a hospodárskom vývoji a automobilizácii v dotknutom území.

Softvér PTV Visum pri prognóze vývoja umožňuje hodnotenie nasledujúcich zmien:

- sociálno-demografický a hospodársky vývoj;
- zmena preferencií (starnutie spoločnosti, rastúce preferencie mladej generácie pre virtuálnu elektronickú mobilitu, atď.);
- kvalita infraštruktúry (náklady, čas, pohodlie, následnosť spojov, dostupnosť zastávok/staniíc verejnej osobnej dopravy);
- náklady na energiu, environmentálne obmedzenia, dane, poplatky.

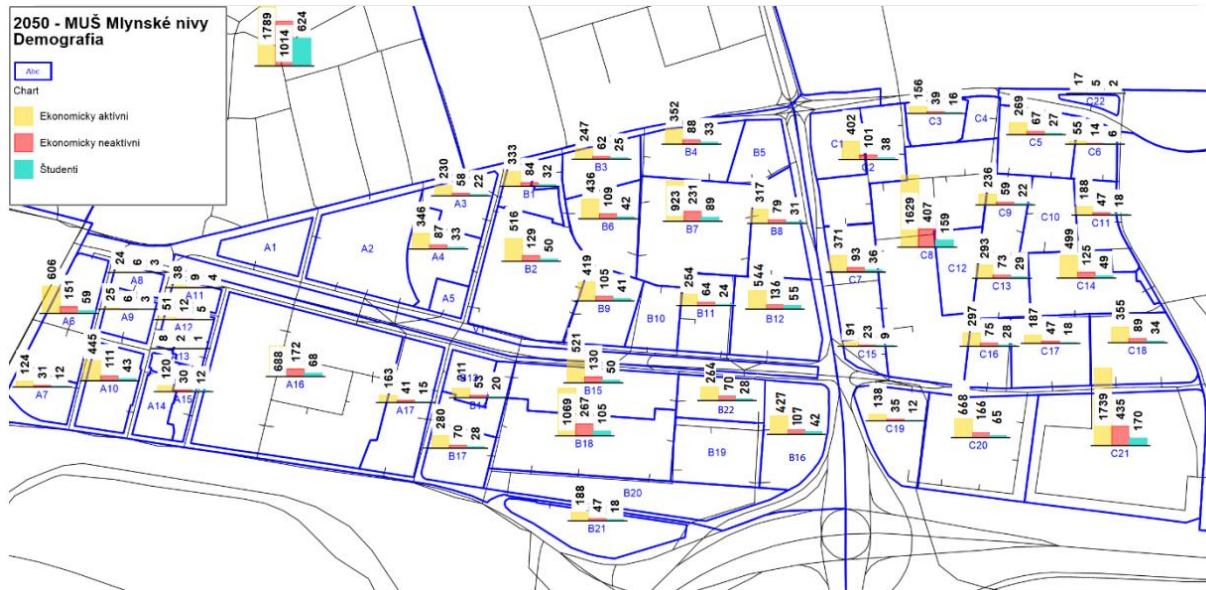
Pre výpočet prognózovaných hodnôt dopravy boli použité viaceré štatistické údaje.

Demografická prognóza bola použitá zo zdrojov Štatistického úradu SR. Údaje sú členené na okresy. V ďalšom kroku sa údaje prekonvertovali - dezagregovali na zonálne členenie dopravného modelu.

Prognóza pre riešenú oblasť Mlynské Nivy vychádza z dostupných podkladov o investičnom zámere, kde sme vychádzali z predpokladaného počtu trvalo žijúceho obyvateľstva



Obr. 2-17 Socio-demografická štruktúra obyvateľstva 1



Obr. 2-18 Socio-demografická štruktúra obyvateľstva 2

Oblasť Mlynských Nív bola doplnená aj o údaje o štruktúrálnych veličinách – predpokladaný počet pracovných príležitostí, nákupných možností, parkovacích miest, miest na školách apod.

Zmeny v oblasti dopravnej ponuky obsahujú najmä nasledovné predpoklady, ktorých uplatnenie bolo pre prognózu nemenné.

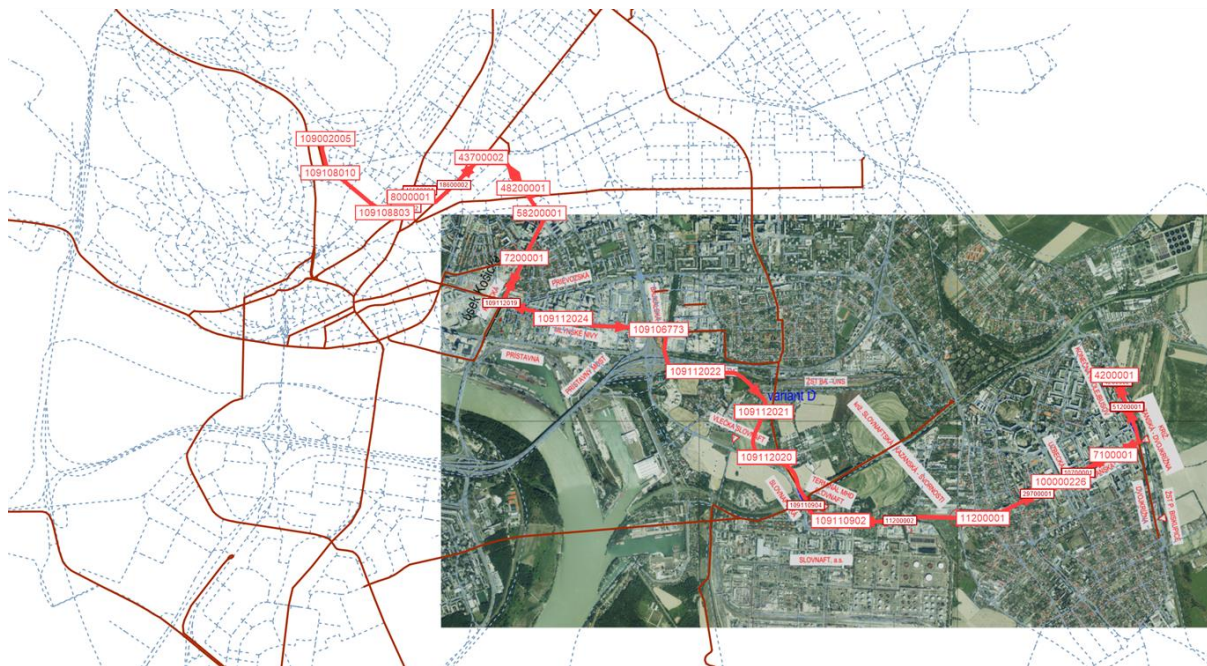
#### Verejná hromadná doprava:

Rozvoj v oblasti verejnej hromadnej dopravy je plánovaný zabezpečiť prostredníctvom zrealizovaných električkových tratí

- NET Pribinova – Košická,
- NET Podunajské Biskupice a Vrakuňa,
- NET v Petržalke, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov Dvor.

Nosný dopravný systém predstavuje značné vylepšenie dopravnej ponuky a je podporným predpokladom k zmene v deľbe prepravnej práce v rámci multimodálneho dopravného modelu.





Obr. 2-19 Navrhovaná linka električky – NET Podunajské Biskupice a Vrakuňa

Line route editor (line route NET\_Nivy-Vrakuňa > Čiližská - Hl. stanica)

Index	StopPointNo	StopPoint(Name)	Info	Profile point	<>	Board	Align	StopTime	Run time	Arr	Dep	AccumRunTime	CoupledVehJourne
1	4200001	Čiližská		☒		☒		0min		00:00:00	00:00:00	0h	
10	7100001	Dudvážska		☒	...	☒	☒	0min	3min	00:03:00	00:03:00	3min	
16	100000226	Uzbečká_E		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:04:00	00:04:00	4min	
21	11200001	Slovnaftská		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:05:00	00:05:00	5min	
25	69600001	Ulica svornosti_E		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:06:00	00:06:00	6min	
30	109110902	Refinery Gallery_E		☒	...	☒	☒	0min	2min	00:08:00	00:08:00	8min	
34	109112020	Čierny les_E		☒	...	☒	☒	0min	2min	00:10:00	00:10:00	10min	
35	109112021	Jastrabia_E		☒	...	☒	☒	0min	2min	00:12:00	00:12:00	12min	
36	109112022	Nový Ružinov_E		☒	...	☒	☒	0min	2min	00:14:00	00:14:00	14min	
37	109106773	Grófska Niva_E		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:15:00	00:15:00	15min	
38	109112023	Bajkalská_E		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:16:00	00:16:00	16min	
39	109112024	Apollo		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:17:00	00:17:00	17min	
40	109112025	Mlynské Nivy		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:18:00	00:18:00	18min	
43	7200001	Dulovo nám.		☒	!	☒	☒	0min	1min	00:19:00	00:19:00	19min	
49	58200001	Trhovisko		☒	!	☒	☒	0min	1min	00:20:00	00:20:00	20min	
57	48200001	Saleziaňi		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:21:00	00:21:00	21min	
61	43700002	Trnavské mýto		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:22:00	00:22:00	22min	
70	18600001	Legionárska E Krížna		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:23:00	00:23:00	23min	
77	8000001	Blumentál		☒	...	☒	☒	0min	1min	00:24:00	00:24:00	24min	
81	109108803	STU		☒	!	☒	☒	0min	2min	00:26:00	00:26:00	26min	
85	109108024	Úrad Vlády SR		☒	!	☒	☒	0min	1min	00:27:00	00:27:00	27min	
87	109108010	Nám. Franza Liszta		☒	=	☒	☒	0min	1min	00:28:00	00:28:00	28min	
91	109002005	Hlavná stanica		☒	=	☒	☒	0min	1min	00:29:00	00:29:00	29min	

Obr. 2-20 Navrhovaný cest. poriadok linky E

## 2.6.1 Modelovaná prognóza

Modelová sieť pre všetky varianty bola zaťažená výhľadovými maticami a doplnená aktualizovanou dopravnou prognózou pre intravilánové úseky cestnej siete. Zaťaženie modelovej siete bolo spracované pomocou dopravnoplánujacieho softvéru PTV VISUM 2023 metódou postupného viackrokového zaťažovania komunikačnej siete.

Zaťaženie pre prognózu uvažuje novogenerovanú dopravu na základe poskytnutých podkladov. Funkčné využitie a ostatné charakteristiky jednotlivých blokov ovplyvňujú výpočet novej dopravy. Pre oblasť Mlynské Nivy bol vytvorený osobitný dopytový model, ktorý odráža projektované možnosti naplnenia prepravných potrieb obyvateľstva.

Tab. 2-2 Socio-demografická charakteristika projektovaných blokov Mlynské Nivy

Zóna	Deti	EAC	EAnC	EN+C	EN-C	Študenti	Počet zamestnancov
A1	0	0	0	0	0	0	1 492
A2	0	0	0	0	0	0	2 207
A3	73	212	18	38	20	22	246
A4	110	319	27	57	30	33	371
A5	0	0	0	0	0	0	1008
A6	193	558	48	99	52	59	649
A7	40	114	10	20	11	12	723
A8	8	22	2	4	2	3	0
A9	8	23	2	4	2	3	0
A10	142	410	35	73	38	43	476
A11	12	35	3	6	3	4	0
A12	16	47	4	8	4	5	0
A13	3	7	1	1	1	1	9
A14	4	13	1	2	1	2	80
A15	38	111	9	20	10	12	16
A16	220	634	54	113	59	68	4016
A17	52	150	13	27	14	15	948
B1	106	307	26	55	29	32	357
B2	165	475	41	85	44	50	3009
B3	79	228	19	41	21	25	266
B4	112	324	28	58	30	33	376
B5	0	0	0	0	0	0	780
B6	139	402	34	71	38	42	57
B7	294	850	73	151	80	89	121
B8	101	292	25	52	27	31	339
B9	134	386	33	69	36	41	449
B10	58	166	14	30	16	18	194
B11	81	234	20	42	22	24	272
B12	174	501	43	89	47	55	581
B13	53	153	13	27	14	17	178
B14	67	194	17	35	18	20	226
B15	166	480	41	85	45	50	558
B16	137	393	34	70	37	42	480
B17	89	258	22	46	24	28	300
B18	341	985	84	175	92	105	141
B19	174	502	43	89	47	53	72
B20	0	0	0	0	0	0	0
B21	60	173	15	31	16	18	1094
B22	90	242	22	46	24	28	267
C1	106	305	26	54	29	32	354
C2	128	370	32	66	35	38	430
C3	50	144	12	26	13	16	168
C4	30	85	7	15	8	10	99
C5	86	248	21	44	23	27	289
C6	18	51	4	9	5	6	323
C7	118	342	29	61	32	36	397
C8	520	1501	128	267	140	159	214
C9	75	217	19	39	20	22	31
C10	63	182	16	32	17	19	212
C11	60	173	15	31	16	18	201
C12	0	0	0	0	0	0	0
C13	94	270	23	48	25	29	39
C14	159	460	39	82	43	49	66
C15	29	84	7	15	8	9	98
C17	60	172	15	31	16	18	200
C16	95	274	23	49	26	28	318
C18	113	327	28	58	31	34	380
C19	44	127	11	23	12	12	803
C20	214	616	52	109	57	65	715
C21	555	1602	137	285	150	170	229
C22	6	16	1	3	2	2	102
V1	0	0	0	0	0	0	0

Samotné územie bude na základe komplexného návrhu obsahovať množstvo pracovných miest, ktoré bude redukovať jazdy automobилоm za prácou. Riešené územie bude zároveň plošne pokryté hromadnou dopravou (autobusy,, trolejbusy a električka), ktorá pokryje ďalšie veľké množstvo jász smerom do centra mesta a späť.

Táto štruktúra umožňuje na základe časového rozvrhu jednotlivých druhov ciest vierohodne kvantifikovať množstvo dopravného dopytu, ktorý sa očakáva počas rannej a poobednej špičkovej hodiny.

Spracovaný multimodálny dopravný model má preto predpoklad lepšie a hodnovernejšie popísať budúce dopravné pomery.

Model zohľadňuje dennú variáciu dopravy pre jednotlivé účely ciest. Na základe zadaných parametrov makroskopického dopravného modelu sme v jednotlivých scenároch rozlišovali dennú variáciu dopravy v členení pre každý pár skupiny obyvateľstva a účelu cesty.

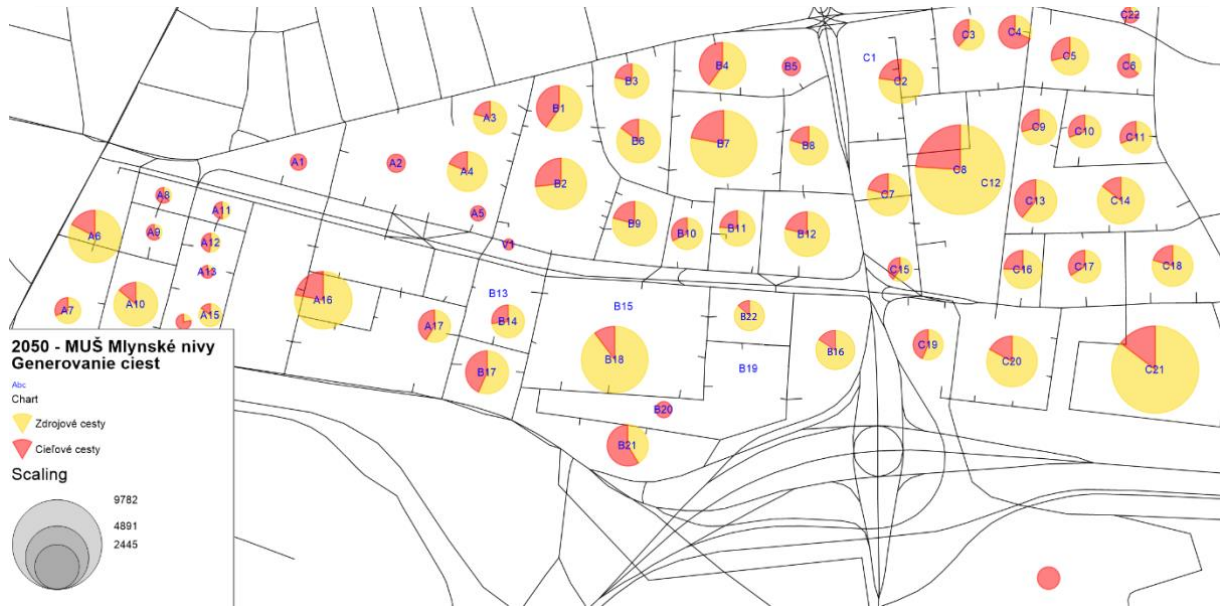
Makroskopický dopravný model generuje pre oblasť Nív počet ciest na základe vopred definovaných parametrov.

Tab. 2-3 Tabuľka hybností

	Špecifické hybnosti	Deti	EA_C	EA_noC	EN_C	EN_noC	Študenti
X_HB	Home-Business	0,00	0,10	0,08	0,01	0,02	0,01
X_HD	Home-Doctor	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
X_HE	Home-Education	1,53	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08
X_HL	Home-Leisure Time	0,61	0,55	0,55	0,45	0,85	0,59
X_HO	Home-Other	0,40	0,50	0,40	1,27	0,80	0,31
X_HS	Home-Shopping	0,10	0,32	0,26	0,57	0,52	0,27
X_HW	Home-Work	0,00	1,40	1,40	0,00	0,00	0,21
	Celková hybnosť *	2,67	2,89	2,73	2,32	2,22	2,49
	* bez ciest typu O-O a W-O						

Na základe generovania ciest makroskopickým modelom sme vytvorili transformovanú tabuľku generovania ciest, ktorá ponúka zrealnený odhad novogenerovanej dopravy. Tá zohľadňuje všetky faktory, ktoré nastanú po dobudovaní riešenej oblasti Mlynských Nív – generovanie prepravných vzťahov, distribúciu ciest – skrátenie priemernej dĺžky ciest (blízka vzdialenosť cieľov uspokojovania potrieb obyvateľov), očakávanú pozitívnu zmenu v delbe prepravnej práce v súvislosti s priaznivou podporou verejnej hromadnej dopravy a cyklickej dopravy v riešenom území.





Obr. 2-21 Početnosť generovanej dopravy územím Mlynských Nív

### Zmena distribúcie ciest

Dopravný model uvažuje so zmenou priemernej dĺžky cesty – skrátením ciest. Pre riešené bloky boli nastavené nové parametre distribučných funkcií, tak aby zodpovedali ponúkaným možnostiam v oblasti Nivy (dostatok pracovných miest, a ostatnej občianskej vybavenosti).

Parameters: Trip distribution

For active OD pairs only

Exclude OD pairs connecting passive zones

Set any result demand matrix to 0 prior to calculation

Apply estimated parameters

	Demand stratum	Utility function	Function type	a	b	c	Direction parameters
12	X_HE_X_Deti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
13	X_HE_X_Študenti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,35	Productions, Singly constrained
14	X_HL_X_Deti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
15	X_HL_X_EA_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,6	Productions, Singly constrained
16	X_HL_X_EA_noC	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
17	X_HL_X_EN_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,6	Productions, Singly constrained
18	X_HL_X_EN_noC	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
19	X_HL_X_Študenti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
20	X_HO_X_Deti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
21	X_HO_X_EA_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
22	X_HO_X_EA_noC	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
23	X_HO_X_EN_C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
24	X_HO_X_EN_noC	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
25	X_HO_X_Študenti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,5	Productions, Singly constrained
26	X_HS_X_Deti	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,7	Productions, Singly constrained
27	X HS X EA C	Matrix([CODE]="ITA" & [DSEGCODE]="Car") ...	Logit	0	0	-0,6	Productions, Singly constrained

Obr. 2-22 Parametre distribučných funkcií pre oblasť Mlynských Nív

Výrazná zmena nastavenia distribučných funkcií spočíva v upravených hodnotách parametra c pre funkciu Logit. Výsledkom sú kratšie priemerné dĺžky ciest, ktoré je možné vidieť na nasledovných obrázkoch.



Obr. 2-23 Distribúcia ciest – Blok A6



Obr. 2-24 Distribúcia ciest – Blok A16





Obr. 2-25 Distribúcia ciest – Blok B2



Obr. 2-26 Distribúcia ciest – Blok B7





Obr. 2-27 Distribúcia ciest – Blok B18



Obr. 2-28 Distribúcia ciest – Blok C8



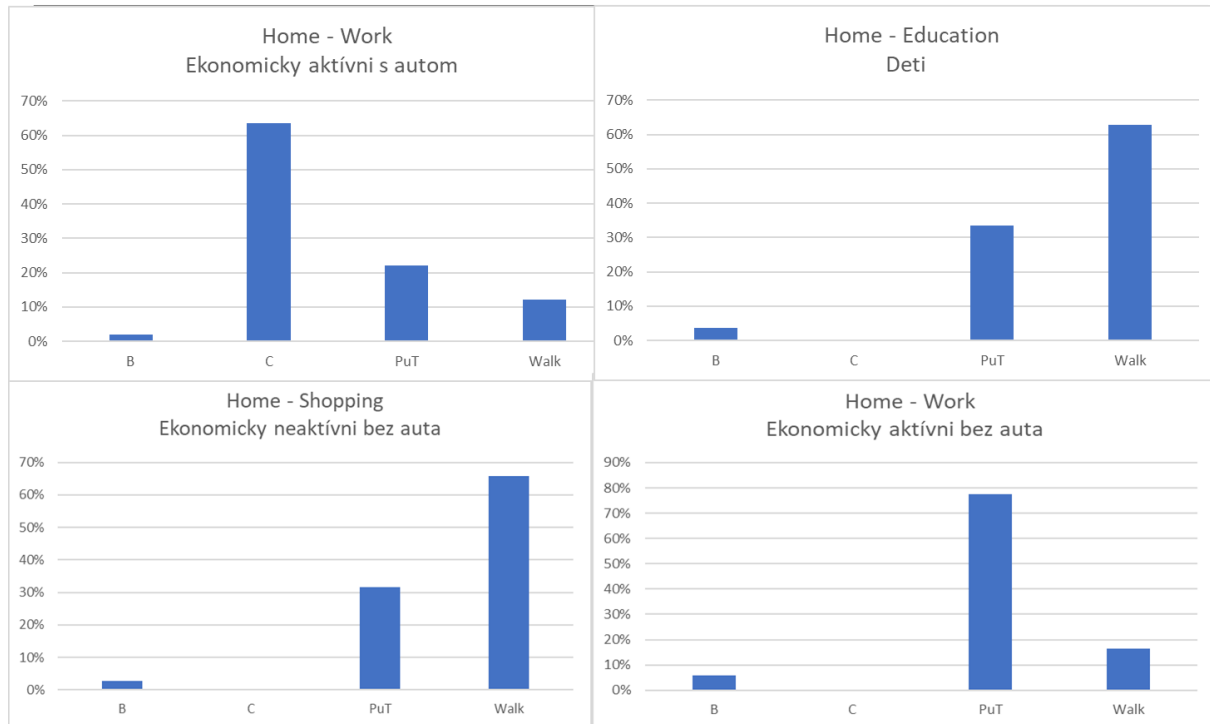
Obr. 2-29 Distribúcia ciest – Blok C21



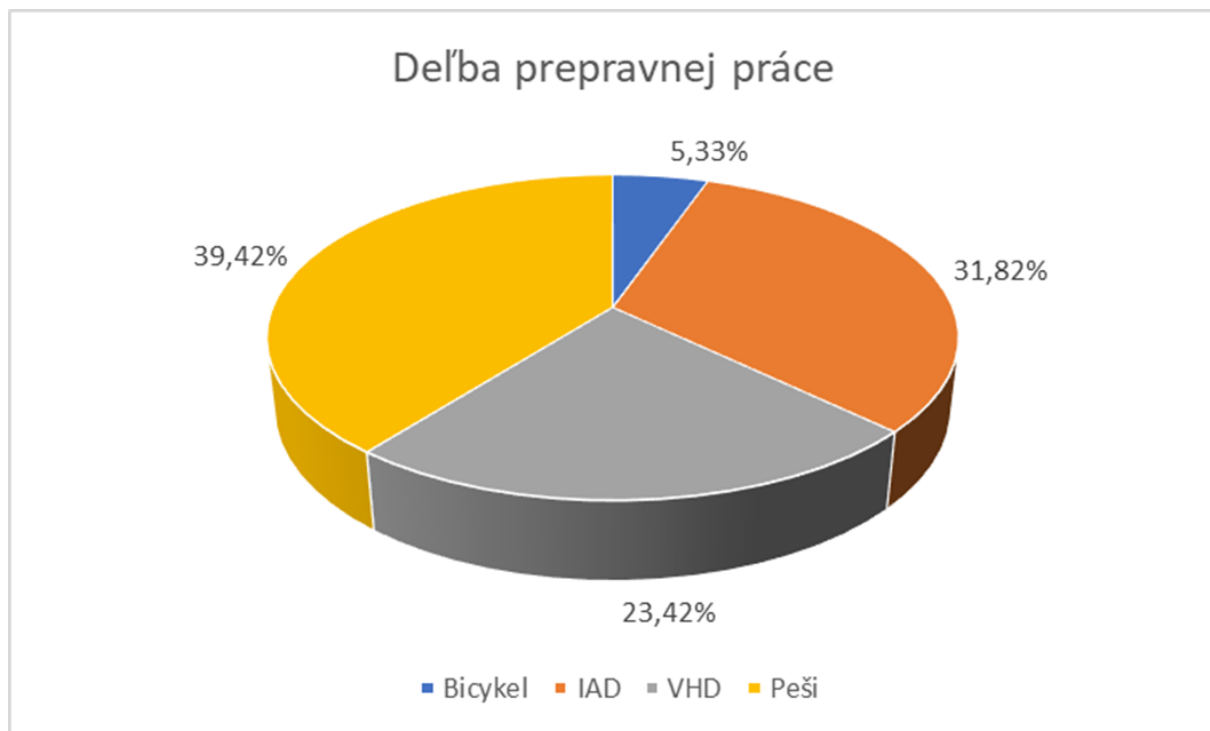
Obr. 2-30 Distribúcia ciest – všetky bloky spolu

### Zmena del'by prepravnej práce

Očakávaná pozitívna zmena del'by prepravnej práce je priamo ovplyvnená výrazne lepšou dostupnosťou MHD prostredníctvom novej električkovej trate vedenej priamo cez územie Mlynských Nív, ďalej výrazným zlepšením podmienok pre cyklistov a peších, ktorá súvisí s blízkosťou cieľov uspokojovania potrieb.



Obr. 2-31 Delba prepravnej práce – vybrané dopytové vrstvy



Obr. 2-32 Celková delba prepravnej práce – oblasť Mlynské Nivy



## 3 Modelované scenáre

V rámci dopravného modelu boli analyzované a posudzované nasledovné scenáre pre finálny stav po dobudovaní celého investičného zámeru:

- Scenár 1 – 24h zaťaženie,
- Scenár 2 – zaťaženie počas ranej špičkovej hodiny,
- Scenár 3 – zaťaženie počas popoludňajšej špičkovej hodiny.

Dopravný model pre rok 2050 vychádza z týchto hlavných predpokladov:

1. finálny stav investícií v riešenej oblasti – Mlynské Nivy,
2. zmena priemernej dĺžky cesty,
3. pozitívna zmena delby prepravnej práce,
4. bez investícií do dopravnej infraštruktúry pre IAD.

Vstupom dopravného modelu je zároveň identifikácia možných kritických bodov dopravnej infraštruktúry IAD.

Podrobné popisy jednotlivých variantov sú súčasťou dopravno-inžinierskych podkladov.

### 3.1 Hodnotenie scenárov

Odborné posúdenie je zamerané na kvantifikáciu vplyvu projektu na dopravnú situáciu v riešenej oblasti. Skúmali sme, či je projekt socio-ekonomicky dostatočne prínosný a ktoré líniové uzly je z hľadiska celospoločenských prínosov potrebné nevyhnutne bližšie posúdiť prostredníctvom dopravno-kapacitného posúdenia.

Hlavným zdrojom vstupných dát posúdenia týchto aspektov bol dopravný model spracovaný v rámci tohto zadania.

Všetky číselné údaje boli vygenerované priamo v softvérovom prostredí PTV Visum, ktorý to na základe vopred definovaných parametrov siete či skladby dopravného prúdu umožňuje.

S cieľom rozlíšenia základnej a novej dopravy pre posudzovanú novú štvrť bol dopytový model vytvorený osobne pre celé modelované územie a osobitne pre oblasť Mlynských Nív. V nasledovnej tabuľke je uvedený sumár počtu generovaných ciest modelom pre 24h scenár a pre rannú (RŠH) a poobednú (PŠH) špičkovú hodinu. Tabuľka zároveň obsahuje údaje o priemernej dĺžke cesty pre jednotlivé dopravné módy s rozlíšením pre celú modelovanú oblasť a detail pre riešenú oblasť – Mlynské Nivy.

Tab. 3-1 Počet a priemerná dĺžka generovaných ciest

Dopravný mód		Celý model			Oblasť Mlynské Nivy			Priemerná dĺžka cesty [km]
		24h	RŠH	PŠH	24h	RŠH	PŠH	
CarTOLL	IAD	303 079	9 634	11 028				9,33
Bike	Bicykel	24 349	2 280	2 443	4 631	476	388	2,63
Car	IAD	536 565	60 745	56 185	27 736	3 206	2 863	9,33
PuT	VHD	663 636	74 627	54 267	20 500	3 262	1 920	7,81
Walk	Peši	229 914	33 089	18 892	34 305	4 777	2 737	<<1

### Scenár 1 – Zaťaženie pre priemerný pracovný deň – 24h

Zaťaženie individuálnej automobilovej dopravy bolo spracované pre interval priemerného dňa. Dopravný model disponuje možnosťou kalkulovať dopravný dopyt na určený časový interval s rozlíšením % -neho zaťaženia jázd v priebehu dňa a zároveň s rozlíšením účelu cestovania.

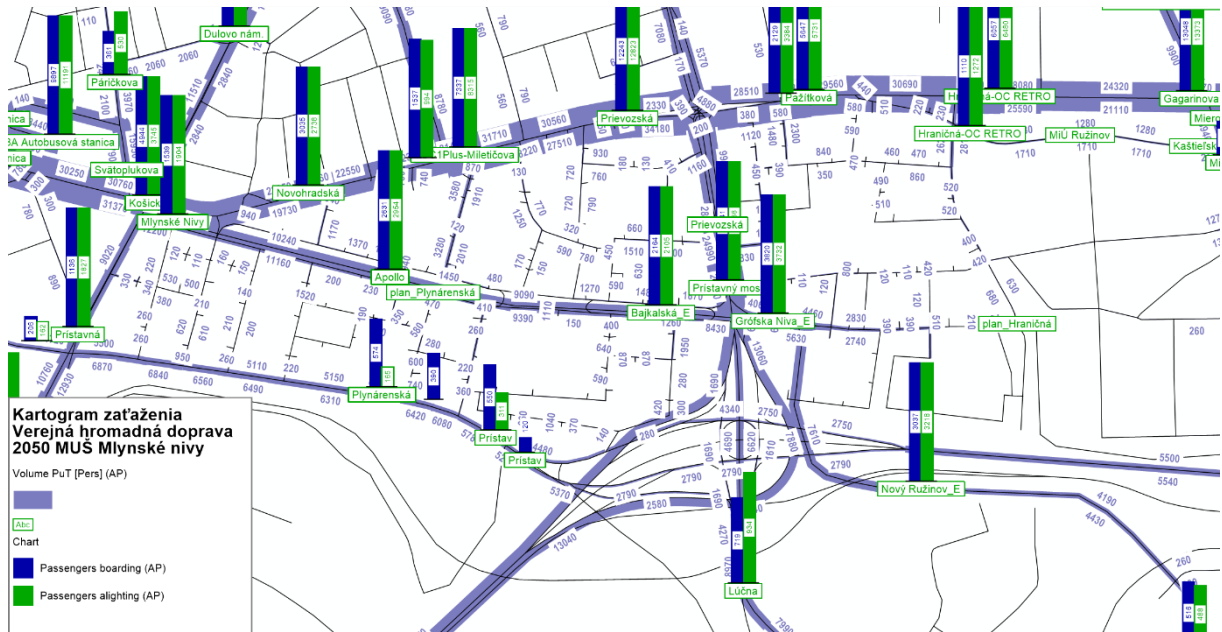
Na nasledovných obrázkoch sú znázornené kartogramy zaťaženia pre IAD, VHD a cyklistickú dopravu. Podrobné kartogramy sú súčasťou príloh.

Vzhľadom na to, že v riešenej oblasti model uvažuje so zavedením tempa 30km/h, je komunikačná sieť významne odľahčená od tranzitnej dopravy cez riešenú oblasť.



Obr. 3-1 Zaťaženie IAD – 24h

Zaťaženie novej električkovej trate vedúcej cez Mlynské Nivy smerom na Podunajské Biskupice a Vrakuňu je modelom odhadované na cca 21 000 osôb/deň. Najvyťaženejšími zastávkami električkovej linky budú podľa predpokladu zastávky Apollo a Bajkalská.



Obr. 3-2 Zaťaženie PuT – 24h



Obr. 3-3 Zaťaženie Bike – 24h

### Scenár 2 – Zaťaženie počas rannej špičkovej hodiny

Dopravný model disponuje možnosťou kalkulovať dopravný dopyt na určený časový interval s rozlíšením %-neho zaťaženia jász v priebehu dňa a zároveň s rozlíšením účelu cestovania.

Number: 24	Start day	Start time	End day	End time	Weight	Share	Accumulated share
1	1	00:00:00	1	01:00:00	0,100	0,100%	0,100%
2	1	01:00:00	1	02:00:00	0,000	0,000%	0,100%
3	1	02:00:00	1	03:00:00	0,100	0,100%	0,200%
4	1	03:00:00	1	04:00:00	0,300	0,300%	0,500%
5	1	04:00:00	1	05:00:00	1,200	1,200%	1,700%
6	1	05:00:00	1	06:00:00	6,900	6,900%	8,600%
7	1	06:00:00	1	07:00:00	23,900	23,900%	32,500%
8	1	07:00:00	1	08:00:00	32,700	32,700%	65,200%
9	1	08:00:00	1	09:00:00	12,500	12,500%	77,700%
10	1	09:00:00	1	10:00:00	3,600	3,600%	81,300%
11	1	10:00:00	1	11:00:00	1,700	1,700%	83,000%
12	1	11:00:00	1	12:00:00	0,900	0,900%	83,900%
13	1	12:00:00	1	13:00:00	2,200	2,200%	86,100%
14	1	13:00:00	1	14:00:00	4,600	4,600%	90,700%
15	1	14:00:00	1	15:00:00	3,600	3,600%	94,300%
16	1	15:00:00	1	16:00:00	1,700	1,700%	96,000%
17	1	16:00:00	1	17:00:00	1,000	1,000%	97,000%
18	1	17:00:00	1	18:00:00	0,900	0,900%	97,900%
19	1	18:00:00	1	19:00:00	0,700	0,700%	98,600%
20	1	19:00:00	1	20:00:00	0,600	0,600%	99,200%
21	1	20:00:00	1	21:00:00	0,200	0,200%	99,400%
22	1	21:00:00	1	22:00:00	0,400	0,400%	99,800%
23	1	22:00:00	1	23:00:00	0,100	0,100%	99,900%
24	1	23:00:00	2	00:00:00	0,100	0,100%	100,000%

Obr. 3-4 Zaťaženie časových intervalov – cesty „Bydlisko – Práca“

Na základe týchto časových sérií spracovaných pre rôzne účely ciest je možné zohľadniť dennú variáciu dopravnej záťaže. Výsledkom sú nasledujúce kartogramy dopravného zaťaženia pre všetky dopravné módy.



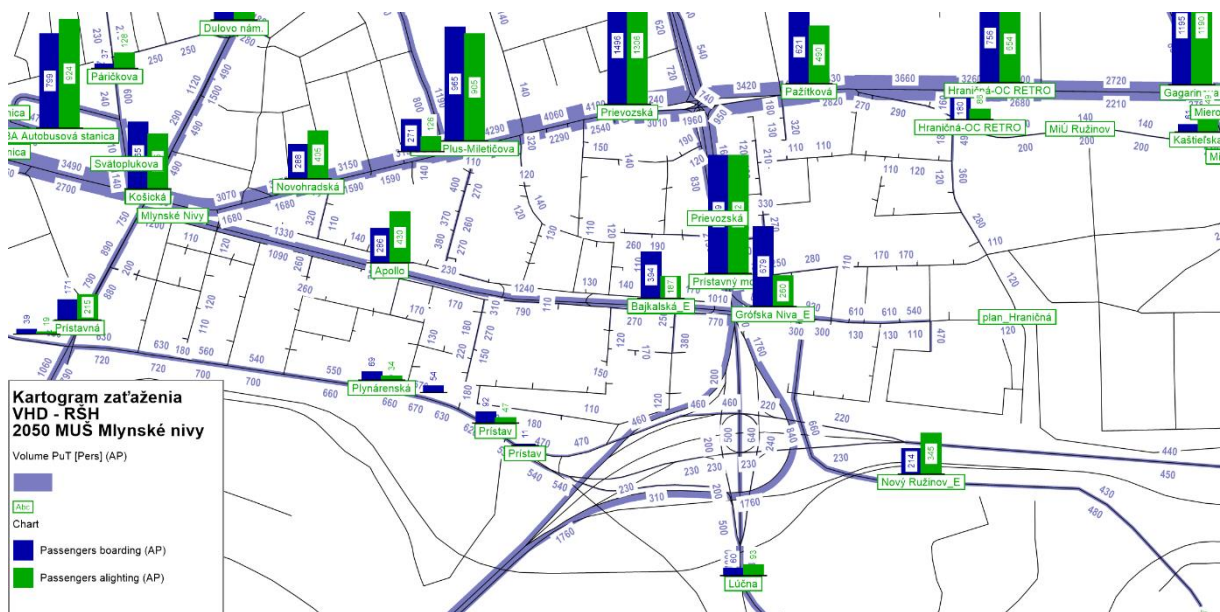
Obr. 3-5 Zaťaženie IAD – ranná špičková hodina

Na základe vykonaného zaťaženia dopravnej siete prostredníctvom funkcie „Equilibrium assignment“ sme následne vytvorili kartogram stupňa saturácie jednotlivých komunikácií – vid' obr. nižšie. Zjednodušené dopravné-kapacitné posúdenie podľa HCM 2010 je zároveň súčasťou prílohy 5.





Obr. 3-6 Stupeň saturácie komunikácií – ranná špičková hodina



Obr. 3-7 Zaťaženie VHD – ranná špičková hodina





Obr. 3-8 Zaťaženie cyklistickej dopravy – ranná špičková hodina

Hodnotenie kritických uzlov, ktoré je obsahom Prílohy č. 5 zahŕňa nasledovné križovatky:

- Košická x Prievozská,
- Košická x Prístavná,
- Prístavná x Súkenická,
- Prístavná x Plynárenská,
- Prievozská x Turčianska,
- Prievozská x Plynárenská,
- Prievozská x Jarabinkova,
- Prievozská x Bajkalská,
- Prievozská x Hraničná.

Ako najkritickejší uzol v rámci rannej špičkovej hodiny sa javí križovatka Prievozská x Hraničná – ľavé odbočenie v smere do centra – hodnotené stupňom E.

Scenár 3 – Zaťaženie počas popoludňajšej špičkovej hodiny

Popoludňajšia špičková hodina bola v modeli spracovaná ako „scenár 3.“ Výsledky zaťaženia sú zobrazené na nasledujúcich obrázkoch. Podrobnejšie kartogramy zaťaženia sú súčasťou príloh 6 až 8.



Obr. 3-9 Zaťaženie IAD – popoludňajšia špičková hodina



Obr. 3-10 Stupeň saturácie – popoludňajšia špičková hodina



---

## 4 Záver

---

Dopravný model sa zaoberal prognózovaním intenzít dopravy po dostavbe všetkých investičných zámerov v oblasti Mlynské Nivy a navrhovaných riešení na zlepšenie dopravnej obsluhy dotknutého územia.

Základným predpokladom funkčného riešenia budúcej dopravnej situácie je všestranný rozvoj územia, ktorý okrem výstavby bytových domov zahŕňa aj doplnenie investičného zámeru o výstavbu so zameraním na rozvoj obchodu, služieb, zdravotníctva, školstva a ostatnej občianskej vybavenosti.

Vzhľadom na funkčné využitie územia model pracuje s predpokladom zmeny v distribúcii prepravných vzťahov a skrátení priemernej dĺžky ciest a to najmä z dôvodu možnosti bližšieho uspokojovania potrieb ako sú cesta do práce, cesta za nákupmi a do školy.

Analýza dopravného zaťaženia preukazuje zásadný vplyv nového usporiadania cestnej siete a úsekov na celkovú deľbu prepravnej práce v riešenom území. To je dosahované najmä blízkosťou možností naplňovania potrieb obyvateľstva a výstavbou nosných električkových tratí v riešenom území.

Multimodálny dopravný model generuje pre obyvateľov riešenej oblasti približne 2,6 ciest/deň. Podľa využitého dopravného prostriedku sa priemerná dĺžka cesty pohybuje pre peších do 1km, pre cesty bicyklom do 2,5km, pre cesty verejnou hromadnou dopravou do 8 km a pre cesty vykonávané individuálnou automobilovou dopravou je to približne 9,5 km.

Podiel verejnej hromadnej dopravy na deľbe prepravnej práce je v konečnom stave odhadovaný na 23,5 % a podiel individuálnej dopravy v objeme 32%. S najvyšším prírastkom očakávame podiel cyklistickej dopravy, kde sa očakáva 5% podiel. Model generuje pomerne vysoký podiel peších ciest – 39,5%. K naplneniu týchto cieľov prispieva fakt významného rozvoja verejnej hromadnej dopravy a cyklistickej dopravy. Vyváženosť dopravného riešenia záujmového územia má prispieť k trvalo udržateľnej mobilite v území.

Nové percentuálne rozdelenie deľby prepravnej práce v prospech verejnej hromadnej dopravy a najmä cyklistickej dopravy výrazne optimisticky vplývajú na výsledky dopravného modelu. Preto je potrebné dbať na to, aby sa navrhované opatrenia podarilo aj realizovať.



---

## Prílohy

---

Príloha 1 - Kartogram zaťaženia individuálnej automobilovej dopravy\_24h

Príloha 2 - Kartogram zaťaženia verejnej hromadnej dopravy\_24h

Príloha 3 - Kartogram zaťaženia individuálnej automobilovej dopravy - ranná špičková hodina

Príloha 4 - Kartogram zaťaženia verejnej hromadnej dopravy - ranná špičková hodina

Príloha 5 - Kartogram zaťaženia individuálnej automobilovej dopravy - ranná špičková hodina + hodnotenie

Príloha 6 - Kartogram zaťaženia individuálnej automobilovej dopravy - popoludňajšia špičková hodina

Príloha 7 - Kartogram zaťaženia verejnej hromadnej dopravy - popoludňajšia špičková hodina

Príloha 8 - Kartogram zaťaženia individuálnej automobilovej dopravy - popoludňajšia špičková hodina + hodnotenie