



EURÓPSKA ÚNIA
Európske štrukturálne a investičné fondy
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Metodická príručka k zostave dopravných modelov a dopravných prognóz (verzia 1.1)

Účinnosť od 01.08.2021

Vysvetlenie pojmov

Atraktivita	Počet končiacich ciest v dopravnej zóne
Automobilizácia	Ukazovateľ dostupnosti osobného automobilu určený ako počet automobilov na 1000 obyvateľov
Cesta	Proces premiestnenia jednej osoby, resp. jednotky tovaru, za jediným konkrétnym účelom bez prerušenia inou aktivitou
Cieľ cesty	Miesta ukončenia cesty
Disponibilita	Počet začínajúcich ciest v dopravnej zóne
Dopravná zóna	Základná jednotka, pre ktorú sú v dopravnom modeli vytvorené prepravné vzťahy
Dopytová vrstva	Základný segment dopytu po preprave, na ktorý je rozdelený dopravný prúd.
Generalizované (cestovné) náklady	Vnímaná hodnota nákladov používateľov dopravného systému a zahŕňa finančné aj nefinančné náklady spojené s uskutočnením cesty.
GIS	Geografický informačný systém
Hrana (teória grafov)	Predstavuje úseky dopravnej infraštruktúry s generalizovanými homogénnymi parametrami, každá hrana je ohraničená práve dvomi uzlami,
Kalibrácia	Proces nastavovania modelu, kde dochádza k úprave jeho parametre, tak, aby sa výstupy čo najviac približovali pozorovanému reálnemu stavu
Komplexný uzol	V generalizovanej dopravnej sieti súbor uzlov a hrán, ktoré tvoria z hľadiska mierky a účelu dopravného modelu funkčne jeden celok.
Matica prepravných vzťahov	Objem prepravných vzťahov medzi jednotlivými zónami dopravného modelu
MHD	Mestská hromadná doprava
Okolité územie	Oblasť obklopujúca záujmové územie
Opatrenie	Akcia investičného alebo prevádzkového charakteru, ktorá akokoľvek mení parametre dopravnej siete alebo jej častí vrátane ich doplnenia alebo redukcie.
PCU	Passenger Car Unit
Scenár dopravného modelu	Súbor predpokladov, na základe ktorých je vytvorený dopravný model
Uzly (teória grafov)	Miesta, kde dochádza k napojeniu hrán
Validácia	Proces overenia údajov skalibrovaného modelu
Vnútrozónálna doprava	Doprava, ktorou sa vykonávajú cesty, ktorých zdroj aj cieľ cesty je v tej istej dopravnej zóne
Základný scenár	Scenár dopravného modelu, ktorý reprezentuje súčasný stav, resp. jeho najpravdepodobnejšie pretrvanie do budúcnosti
Záujmové územie	Oblasť, kde sa detailne sledujú dopravné interakcie
Zdroj cesty	Miesto začiatku cesty

Gestorm Metodickéj príručky k zostave dopravných modelov a dopravných prognóz je Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky.

Obsah

1	Úvod	4
1.1	Cieľ metodiky	4
1.2	Použitie metodiky	4
1.3	Doplňujúce informácie	5
2	Rozdelenie dopravných modelov	5
2.1	Úvod k rozdeleniu dopravných modelov	5
2.2	Modely podľa rozsahu modelovaného územia	6
2.3	Modely podľa počtu a druhov dopravy	6
2.4	Modely podľa zohľadnenia času	7
2.5	Modely podľa spôsobu modelovania ciest	7
2.6	Modely podľa miery rozdelenia (segmentácie) dopravného prúdu	8
3	Tvorba dopravného modelu	8
3.1	Postup tvorby dopravného modelu	8
3.2	Štruktúra dopravného modelu	9
3.3	Dopravné zóny	11
3.4	Segmentácia dopravného modelu	11
3.5	Generalizované cestovné náklady	12
4	Parametre dopravnej siete	13
4.1	Úvod	13
4.2	Cestná doprava	14
4.3	Železničná doprava	15
4.4	Verejná doprava	15
4.5	Ostatné druhy dopravy	16
5	Štvorstupňový dopravný model	16
5.1	Úvod	16
5.2	Tvorba ciest	16
5.3	Distribúcia ciest	18
5.4	Voľba druhu dopravy (mode choice)	18
5.5	Pridelenie dopravy (Traffic Assignment)	19
6	Vzorové typy dopravných modelov	21
6.1	Úvod	21
6.2	Strategické modely	21
6.3	Taktické modely	23
7	Zdroje údajov	25
7.1	Úvod	25
7.2	Údaje o dopyte	25
7.3	Údaje o mobilite	26
7.4	Údaje o dopravných a prepravných prúdoch	26
8	Kalibrácia a validácia	27
8.1	Úvod ku kalibrácii a validácii	27
8.2	Testovanie reálnosti a citlivosti	28
8.3	Postup kalibrácie	28
8.4	Posudzovanie miery zhody	29
9	Scenáre dopravného modelu	30
9.1	Úvod	30
9.2	Scenáre založené na budúcom dopyte	31
9.3	Scenáre založené na budúcom dopyte pre taktické modely	32
9.4	Scenáre budúceho stavu pre strategické modely	33
9.5	Zdroje údajov pre prognózu	33
10	Výstupy dopravného modelu	34
11	Použitá literárna zdroje	35

1 Úvod

1.1 Cieľ metodiky

- 1.1.1 Základným predpokladom správneho posúdenia dopadov opatrení v doprave je existencia dôveryhodnej dopravnej prognózy. Významným prínosom je možnosť porovnania budúcich scenárov s alebo bez realizácie opatrenia so súčasným stavom.
- 1.1.2 Cieľom metodiky je zjednotiť spôsob spracovania dopravných prognóz pre podobné typy opatrení. Bez jednotnej metodiky nie je možné objektívne eliminovať subjektívny pohľad zhotoviteľov dopravných prognóz na vstupné predpoklady, postupy a vstupné údaje. Pre uľahčenie prípravy prognózy, následného posúdenia a výberu konkrétnych opatrení (investičných alebo prevádzkových) vrátane variantných riešení je potrebná jednotná metodika dopravného modelovania.
- 1.1.3 Dopravný model sleduje nasledujúce ciele:
- efektívne plánovanie a možnosť posudzovať rôzne riešenia dopravného problému,
 - poskytnutie podkladov o vývoji dopravy a jej distribúcii pre hodnotenie opatrení v doprave (investičných alebo prevádzkových projektov).
- 1.1.4 Predložená metodika definuje štandardy pre celý postup spracovania dopravného modelu v závislosti od typu úlohy. Mala by sa aplikovať pre všetky projekty vedúce k zmenám v kvalite, rozsahu alebo spôsobe využívania dopravnej infraštruktúry alebo verejnej dopravy.
- 1.1.5 Táto metodika definuje:
- zoznam vstupných dát a spôsob ich spracovania,
 - spôsoby modelovania dopytu a pridelenia dopravy,
 - požiadavky na vytvorenie dopravnej prognózy,
 - požiadavky na zoznam a kvalitu výstupov dopravného modelu a na správu o dopravnom modeli.

1.2 Použitie metodiky

- 1.2.1 Metodika určuje minimálne záväzné alebo odporúčané postupy, v odôvodnených prípadoch je možné pristupovať odlišne od metodiky, každý takýto krok odporúčame konzultovať s gestorom tejto metodiky.
- 1.2.2 Použitie metodiky jej záväzné pre prípravu dopravných prognóz v rámci:
- procesu strategického plánovania,
 - posudzovania investičných projektov v celkovej hodnote nad 10 mil. eur,
 - posudzovania prevádzkových konceptov v hodnote nad 10 mil. eur za rok.
- 1.2.3 Použitie metodiky je odporúčané pre dopravné projekty, kde dôjde k zmenám v:
- atraktivite dotknutej komunikácie (najmä zmeny v prejazdnych časoch)
 - organizácii dopravy
 - zdrojoch a cieľoch dopravy (výstavba nových priemyselných parkov a pod.)
- 1.2.4 V procese strategického plánovania je metodiku potrebné používať vždy, keď sa vytvára dopravný model. Vytvorenie dopravného modelu sa odporúča vždy v procese prípravy:
- dopravného plánu,
 - dopravnej stratégie,
 - územného generelu dopravy,
 - plánu udržateľnej mobility,
 - územného plánu.
- 1.2.5 V procese posudzovania investičných projektov alebo prevádzkových konceptov je metodiku potrebné používať vždy, keď sa vytvára dopravný model. Vytvorenie dopravného modelu pre konkrétny projekt sa odporúča v jednej, príp. viacerých fázach procese prípravy:
- projektového zámeru (pre-feasibility study),

- štúdie uskutočniteľnosti (feasibility study),
 - technickej štúdie,
 - posudzovania vplyvov na životné prostredie,
 - prípravy dokumentácie pre územné rozhodnutie,
 - prípravy dokumentácie pre stavebné povolenie,
 - prípravy dokumentácie pre ponuku (verejné obstarávanie).
- 1.2.6 Použitie metodiky je záväzné pre projekty, kde je Ministerstvo dopravy a výstavby SR alebo organizácie v jeho pôsobnosti:
- investorom,
 - správcom (manažérom) infraštruktúry,
 - dotknutým subjektom,
 - objednávatelom dopravných služieb,
 - poskytovateľom investičnej alebo neinvestičnej dotácie (príspevku).
- 1.2.7 Metodiku sa odporúča používať aj pre projekty samosprávy alebo iných investorov, ak spĺňajú podmienky na posudzovanie vplyvov na životné prostredie, alebo je vyžadované vytvoriť dopravnú prognózu.

1.3 Doplnujúce informácie

- 1.3.1 Aktuálna verzia metodiky uvádza primárne postupy pre zostavu makroskopických dopravných modelov založených na modelovaní ciest. Pri zostave iných typov modelov by mali byť požiadavky metodiky podľa možnosti primerane zohľadnené. Postupy, ktorými sa táto metodika nezaobera, by mali byť vykonané podľa relevantných odborných postupov s využitím relevantných dátových podkladov.
- 1.3.2 Pri zostave a používaní dopravných modelov je potrebné eliminovať skutočnosti, ktoré môžu viesť k neprávnej interpretácii jeho výstupov a viesť k prijatiu nesprávnych opatrení z dôvodu:
- chýb vstupných dát (napr. vybrané socio-ekonomické údaje, dopyt, dopravná sieť),
 - použitiu modelu na iný účel než bol model vytvorený,
 - nerealistických vstupných a modelovaných predpokladov správania sa účastníkov dopravného procesu,
 - nedostatočnej kvality spracovania (kalibrácie a validácie) modelu.
- 1.3.3 Pri posudzovaní dopravného projektu sa neodporúča bez adekvátnej úpravy používať existujúce modely vytvorené za iným účelom. Typ riešeného problému môže vyžadovať odlišnú mieru detailnosti, odlišný rozsah záujmového územia, odlišný spôsob modelovania aktivít a pod.
- 1.3.4 Pri interpretácii výstupov dopravného modelu je potrebné vychádzať zo vstupných predpokladov použitých pri jeho zostave.

2 Rozdelenie dopravných modelov

2.1 Úvod k rozdeleniu dopravných modelov

- 2.1.1 Pri tvorbe dopravného modelu je kľúčové sledovať účel, pre ktorý sa model spracováva.
- 2.1.2 Dopravné modely môžeme rozdeliť podľa:
- rozsahu modelovaného územia,
 - uvažovaných druhov dopravy,
 - časového hľadiska (trvania modelovaného obdobia),
 - prístupu k modelovaniu denných aktivít,
 - spôsobu dezagregácie (segmentácie) prepravného prúdu.
- 2.1.3 Dopravné modely využívané v praxi sú často kombináciou nižšie uvedených typov modelov. Jednotlivé typy dopravných modelov sa striktné nedefinujú a môžu sa navzájom prelínať.

2.2 Modely podľa rozsahu modelovaného územia

2.2.1 **Makroskopické modely** – využívajú sa pre veľké územné celky (napr. región, štát) s rozsiahlou dopravnou sieťou, na ktorej sa modeluje predovšetkým intenzita, smerovanie dopravného (prepravného) prúdu a deľba prepravnej práce. Vo väčšine prípadov ide o statické a deterministické modely s nižšou úrovňou detailnosti (detailnosť na úrovni vybranej časti dňa/týždňa/mesiaca, napr. ranná špička, priemerný deň a pod.), v ktorých sa neuvažuje sa vzájomná interakcia medzi vozidlami. Makroskopické modely slúžia predovšetkým ako nástroj posudzovania:

- opatrení v rámci strategických dokumentov,
- veľkých investičných projektov (výstavba alebo rozsiahla prestavba dopravnej infraštruktúry, koridorové štúdie),
- opatrení v dopravnej politike (parkovacia politika, poplatky),
- významné zmeny ponuky vo verejnej doprave.

2.2.2 **Mikroskopické modely** – zameriavajú sa na konkrétne vozidlo, jeho správanie (správanie vodiča), vlastnosti a vzájomné ovplyvňovanie sa s ostatnými vozidlami v dopravnom prúde. Základným predpokladom sú kvalitné podklady na detailnej priestorovej úrovni, napr. so spracovaním detailného geometrického usporiadania riešeného územia (počet a šírka jazdných pruhov, polohy návestidiel, rozmery vozidiel, ich hmotnosť, maximálna rýchlosť či hodnoty zrýchlenia). Model počíta časové zdržanie, rýchlosť vozidiel, dĺžku kolón, priepustnosť infraštruktúry a pod. Mikroskopické modely slúžia predovšetkým ako nástroj posudzovania:

- detailného technického riešenia prvkov infraštruktúry (napr. križovatka v časti mesta, usporiadanie koľajiska železničnej stanice),
- detailného dopravno-organizačných opatrení v konkrétnej lokalite (napr. spôsoby riadenia a smerovania dopravy v križovatke).

2.2.3 **Mezoskopické modely** – kombinujú prvky makroskopických a mikroskopických modelov. Využívajú podrobnejšie členenie územia i charakteristiky jednotlivých prvkov dopravnej siete než makroskopické modely, neuvažujú ale s vzájomnou interakciou medzi vozidlami v dopravnom prúde. Podobne ako makroskopické modely poskytujú údaje o dopravných prúdoch a prepravných vzťahov, ktoré však modelujú dynamicky. Z dôvodu vyššej územnej podrobnosti sú mezoskopické modely vhodné pre menšie územné celky na úrovni menších regiónov, miest alebo aglomerácií. Mezoskopické modely slúžia predovšetkým ako nástroj posudzovania:

- kapacity a priepustnosti infraštruktúry,
- dopravno-organizačných opatrení (napr. preferencia vozidiel MHD, zelené vlny).

2.2.4 **Nanoskopické modely** – sú mikroskopické modely, ktoré kladú dôraz na vyššiu podrobnosť vybraných parametrov modelu. Umožňujú podrobnejšie simulovať jazdné vlastnosti jednotlivých prvkov systému, napr. jazda vodiča nákladného vozidla, autobusu, osobného vozidla, cyklistu, chodca, osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu a pod.

2.2.5 **Hybridné modely** – v súčasnosti ide o najpoužívanejší typ dopravných modelov, ktoré kombinujú vyššie uvedené typy modelov. Napr. ak sa v makroskopickom modeli používa veľká úroveň detailu v záujmových miestach. Hybridný model umožňuje simulovať predmetné javy v rôznych lokalitách s odlišnou úrovňou detailu. Vďaka tomu je zachovaná primeraná veľkosť modelu a zároveň aj efektívnosť celkovej práce s modelom. Na stanovenie súčasného stavu dopravy sú u týchto modelov použité zistené hodnoty prepravných prúdov z dopravných prieskumov a je k nim len pripočítaný rozdielový budúci dopyt, zistený klasickým štvorstupňovým postupom alebo predikciou dopravy.

2.3 Modely podľa počtu a druhov dopravy

2.3.1 **Unimodálne modely** – posudzujú len jeden druh dopravy. Ide napr. o modely cestnej dopravy alebo modely verejnej hromadnej dopravy. Spracovanie takéhoto modelu je obvykle jednoduchšie z dôvodu absencie rozhodovacieho algoritmu pre voľbu dopravného prostriedku. Unimodálny model umožňuje simuláciu zmeny trasovania dopravných intenzít na dopravnej sieti vrátane odhadu dopravného zaťaženia. Absencia voľby dopravného prostriedku

obmedzuje možnosť predpovedať zmeny dopytu. Často chýba aj model vzniku a distribúcie ciest, preto by mal byť kompenzovaný rozsiahlymi empirickými dátami o zdrojoch a cieľoch ciest (matica prepravných vzťahov). Z toho dôvodu sa modely verejnej hromadnej dopravy alebo modely cestnej dopravy nevyužívajú na strednodobé a dlhodobé predikcie. Model sa kalibruje na súčasný stav dopravného dopytu a ponuky podľa dopravných prieskumov. Prípadná zmena dopravných intenzít je daná len zmenou trasovania ciest. Unimodálne modely možno použiť pre technologicky uzavreté spôsoby dopravy, t. j. pre špeciálne prípady cestnej dopravy, vodnú dopravu alebo železničnú dopravu. Odporúča sa používať ich len v prípade mikrosimulácie alebo pre makroskopické modely s vyrovnanou a konštantnou deľbou dopravnej práce.

- 2.3.2 **Multimodálne modely** – posudzujú viac než jeden druh dopravy a reflektujú tak zmeny dopravného dopytu v dôsledku konkurencie medzi jednotlivými druhmi dopravy. Príkladom sú strategické modely, kde sa uvažuje, že obyvatelia sa rozhodujú medzi automobilovou dopravou, verejnou dopravou, chôdzou alebo jazdou na bicykli. Ďalším príkladom sú modely nákladnej dopravy, kde sa okrem cestnej dopravy modeluje aj doprava železničná alebo vodná. Multimodálny model porovnáva ponuku jednotlivých druhov dopravy prostredníctvom ukazovateľa generalizovaných nákladov cesty. V prípade osobnej dopravy tento ukazovateľ kombinuje údaje o cestovnom čase (obvykle zahŕňa tiež čakanie na spoj a čakanie na začiatok následnej aktivity), prestupoch, mýtnom, cestovnom vo verejnej doprave a poplatkoch a nákladoch vo individuálnej doprave. V prípade nákladnej dopravy môže do výpočtu vstupovať aj citlivosť tovaru na čas a náklady či dostupnosť prekladiska resp. terminálu. Výsledkom je komplexný ukazovateľ, ktorý slúži na rozhodovanie účastníkov dopravy pri voľbe trasy, voľbe cieľa (destinácie) i voľbe druhu dopravy. Na základe týchto vstupov model vypočíta intenzity dopravy pre jednotlivé druhy dopravy a rozdelí medzi celkový objem prepravených osôb a tovarov.

2.4 Modely podľa zohľadnenia času

- 2.4.1 **Statické modely** – nezohľadňujú dynamiku dopravného systému v čase. Statické modely počítajú dopravné objemy (intenzity) za vopred daný časový interval (napr. 24 hodín alebo dopravná špička – obdobie pri MHD, hodina pri AD). Výsledkom statického modelu sú modelované dopravné intenzity v dopravnej sieti vo forme kartogramov pre dané časové obdobie.
- 2.4.2 **Dynamické modely** – zohľadňujú dynamiku dopravného prúdu v čase, ich vlastnosti sa môžu v sledovanom čase meniť. Používajú sa pre analýzu javov, ktoré sa menia v krátkych časových intervaloch. Príkladom je dopravný model poskytujúci údaje o dopravných intenzitách a prepravných prúdoch pre rôzne časové obdobia. Základným rozdielom oproti statickým modelom je, že do modelu vstupuje hustota dopravy, t. j. počet vozidiel na 1 km cesty. Dynamické modely lepšie simulujú dopravné kongescie a sú vhodné na identifikáciu problematických lokalít s výhľadom do budúcnosti. Dynamické modely sa používajú najmä pre modelovanie inteligentných dopravných systémov na základe z nich dostupných dát. Výsledkom dynamického modelu sú modelované intenzity dopravy vo forme animácií vozidiel, ktoré sa menia v čase alebo v niektorých prípadoch vo forme kartogramov.

2.5 Modely podľa spôsobu modelovania ciest

- 2.5.1 **Modely založené na jednotlivých cestách (trip-based)**. Základnou analytickou jednotkou tohto prístupu je cesta (Trip). Modeluje aktivity uskutočnené v priebehu dňa ako jednosmerné cesty medzi zdrojom a cieľom, ktoré sú vzájomne nezávislé z hľadiska poradia a času. Modely založené na jednotlivých cestách modely sú v súčasnosti využívané najčastejšie a to predovšetkým z dôvodu dostupnosti dát.
- 2.5.2 **Modely založené na reťazcoch ciest (tour-based)**. Základnou analytickou jednotkou tohto prístupu je reťazec ciest – jász (Tour). Modeluje aktivity v priebehu dňa ako reťazce ciest – jednotlivých jász, ktoré na seba chronologicky nadväzujú. Súbor aktivít uskutočnených v priebehu dňa môže byť rozdelený do niekoľkých reťazcov, ktoré sú však už navzájom nezávislé z hľadiska poradia a času. V praxi sa tento prístup využíva ako v nákladnej tak aj v osobnej doprave (reťazec je tvorený cestami do školy, práce, na nákupy, za voľnočasovými aktivitami a pod.).
- 2.5.3 **Modely párov ciest (activity-based)**. Základnou analytickou jednotkou tohto prístupu sú jednotlivé páry účelov ciest (aktivity), z ktorých sa modelujú rozvrhy denných činností (Activity

schedule). Ide o komplexný prístup na modelovanie denných aktivít v postupnosti času, nakoľko parametre každej aktivity zahŕňajú počiatočný a koncový čas, dobu, lokalizáciu a podmienky v súvislosti s históriou cesty v rámci dňa (napr. použitý dopravný prostriedok). Ide o najvierohodnejší spôsob simulácie dopytu po doprave. Umožňuje reagovať na opatrenia dopravného charakteru (infraštruktúrne, dopravno-organizačné, ekonomické), a tiež opatrenia cielené na komplexnú zmenu dopravného správania v dôsledku nových (nielen dopravných) technológií, ktoré vplyvajú na priebeh denných aktivít. Z praktického hľadiska ide zároveň o prístup najzložitejší. Jeho použitie kladie vysoké nároky na podrobnosť údajov o dopravnom správaní modelovanej populácie a o cieľoch dopytu po doprave (napr. otváracie hodiny obchodných prevádzok). Modely s použitím tohto prístupu sú náročné aj z výpočtového hľadiska. Všetky uvedené nároky sú v súčasnosti hlavnými limitujúcimi faktormi nasadenia „activity-based“ modelov v praxi.

2.5.4 Zhrnutie zložitosti modelov:

Typ modelu	Model podľa rozsahu	Priestorové rozlíšenie	Demografické rozlíšenie	Čas zbehnutia programu	Náklady
Trip-based	Makroskopický	Nízke-stredné	Nízke	Nízke-stredné	Nízke
Tour-based	Makro/mezoskopický	Nízke-stredné	Stredné	Stredné	Nízke
Activity-based	Mezo/mikroskopický	Stredné-vysoké	Vysoké	Stredné-vysoké	Stredné

2.6 Modely podľa miery rozdelenia (segmentácie) dopravného prúdu

- 2.6.1 **Agregované modely** – ide o simuláciu správania sa rôznych homogénnych skupín obyvateľstva podľa účelu a so špecifickými požiadavkami na prepravu. Ich výhodou je iteratívne (opakované) modelovanie objemov, smerovania a delby prepravnej práce, ktoré umožňuje postupne upresňovať výsledky jednotlivých krokov podľa miery poznania súčasného prepravného procesu.
- 2.6.2 **Dezagregované modely** – ide o simuláciu individuálneho správania sa typických jednotlivcov v čase a priestore a ich agregáciu (spájanie, združovanie) do výsledných prepravných vzťahov územia následným prepočtom na celý kolektív. Tento spôsob modelovania vyžaduje výsledky podrobného dopravno-sociologického prieskumu.

3 Tvorba dopravného modelu

3.1 Postup tvorby dopravného modelu

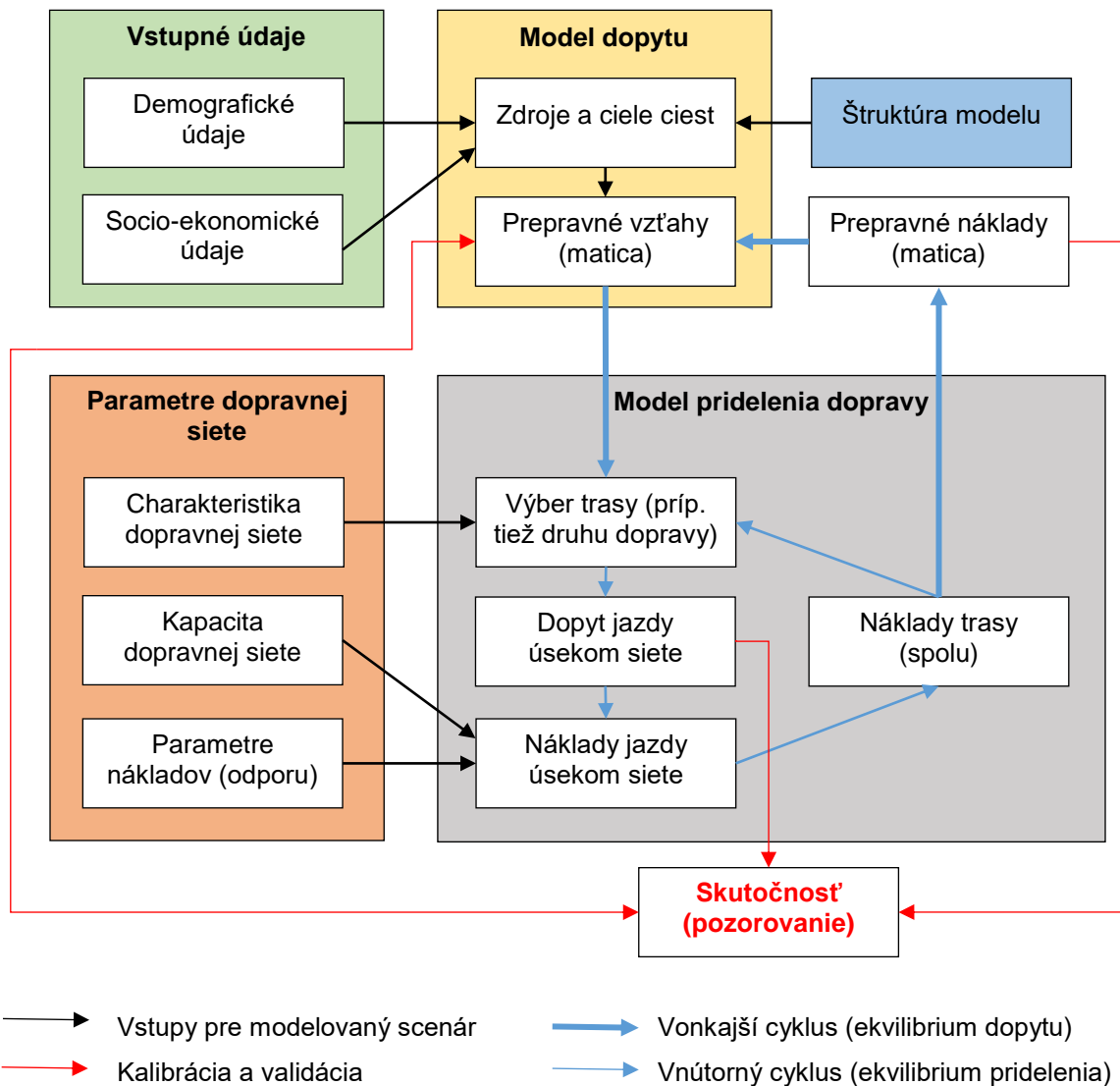
Tvorba dopravného modelu sa skladá z nasledujúcich krokov, ktoré na seba nadväzujú.

- 3.1.1 **Definícia účelu dopravného modelu** – účel dopravného modelu vychádza z charakteru štúdie/analýzy, pre ktorú sa model tvorí. Charakter, rozsah, komplexnosť dopravného modelu má zodpovedať účelu použitia modelu. V tejto počiatočnej fáze má byť tiež zvážené budúce využitie dopravného modelu, nakoľko model obvykle neslúži len pre jednu štúdiu.
- 3.1.2 **Štruktúra modelu** (rozsah modelovaného územia, počet a druhy dopravy, zohľadnenie času, spôsob modelovania ciest, mier rozdelenia dopravného prúdu) – podľa účelu modelu sa odvodzuje detailnosť modelu a spôsob modelovania dopravy.
- 3.1.3 **Vstupné údaje** – štruktúra modelu definuje rozsah a charakter potrebných vstupných údajov. Ich zber alebo vytvorenie sa musí uskutočniť ešte pred realizáciou samotného dopravného modelu. Zber a tvorba údajov predstavujú z časového a finančného hľadiska najnáročnejšiu časť tvorby modelu.
- 3.1.4 **Proces tvorby modelu** – vstupné údaje sa použijú na vytvorenie modelu dopytu, cestnej siete a jej parametrov, prepravných nákladov, delby prepravnej práce a matice prepravných vzťahov. Ako prvé sa modelujú základné (fundamentálne) vplyvy na dopravu (obyvateľstvo) a postupne sa pridáva zložitosť (pracovné miesta, cestovný ruch a pod.). Obrázok v 3.2.1 znázorňuje tieto vzťahy.

- 3.1.5 **Kalibrácia** (spresňovanie) – kalibrácia modelu je špecializovaná činnosť počas tvorby dopravného modelu. Vytvorený dopravný model je kalibrovaný podľa empiricky získaných údajov. V niektorých prípadoch môžu byť dobré znalosti miestnych pomerov pre kalibráciu veľmi užitočné. Výsledky kalibrácie sú kritériom kvality modelu a musia byť predložené užívateľovi/zhotoviteľovi modelu.
- 3.1.6 **Validácia** (overenie) – je proces testovania presnosti kalibrovaného modelu porovnaním jeho výstupov s výsledkami získanými zberom údajov z terénu. Testovanie sa vykonáva na nezávislej vzorke údajov, pričom údaje použité na validáciu majú byť iné ako údaje využité na kalibráciu. Výsledky validácie sú kritériom kvality modelu a ako také musia byť predložené užívateľovi modelu. Dáta na validáciu sú podobné ako dáta na kalibráciu, pretože ide o ukazovatele ktoré overujú štruktúru a priestorovú distribúciu dopravného dopytu.
- 3.1.7 **Predikcia** (predpoklad) – základným predpokladom na tvorbu predikcie vývoja dopravy v nulovom (vývoj situácie bez opatrení) alebo návrhovom scenári je platnosť (validita) modelu vzhľadom na súčasný stav. Vstupné parametre nulového aj návrhového scenára musí definovať užívateľ resp. zadávateľ modelu v spolupráci s tvorcom, ktorý tieto parametre zapracuje (vývoj dopravnej ponuky a nákladov na dopravu, vývoj dopravného dopytu a podkladových socio-ekonomických údajov, citlivostné scenáre).

3.2 Štruktúra dopravného modelu

- 3.2.1 Obrázok znázorňuje štandardnú štruktúru dopravného modelu:



Zdroj: Autor, Department for Transport (2014a)

- 3.2.2 V súlade so všeobecnou ekonomickou teóriou objem dopytu zodpovedá ponuke vyjadrenej (generalizovanými) cestovnými nákladmi.
- 3.2.3 Dopyt aj cestovné náklady sú počítané samostatne pre každú dvojicu zdrojov a cieľov cesty a reprezentované sú maticami. V súlade so štruktúrou modelu sú dopyt aj náklady kalkulované samostatne pre jednotlivé druhy dopravy a dopytové vrstvy.
- 3.2.4 Zdrojom a cieľom cesty sú dopravné zóny. Charakter dopravnej zóny zodpovedá rozsahu záujmového územia, typu a účelu dopravného modelu. Viac v časti 3.3.
- 3.2.5 Dopytové vrstvy predstavujú základné segmenty (dezagregáty), pre ktoré sú samostatne modelované prepravné vzťahy. Spravidla ide o kombináciu demografických skupín, účelu ciest, príp. reťazca alebo párov ciest.
- 3.2.6 Výška cestovných nákladov (generalizované náklady) by mala zodpovedať vnímanej hodnote nákladov používateľov dopravného systému a zahŕňa finančné aj nefinančné náklady spojené s uskutočnením cesty, ako napr. trvanie prepravy, prevádzkové náklady, poplatky a pod.
- 3.2.7 Vzhľadom k tomu, že objem dopytu ovplyvňuje náklady a náklady následne ovplyvňujú dopyt, je potrebné dosiahnuť vzájomnú zohodu výšky generalizovaných nákladov v modeli dopytu a modeli pridelenia. Toto je možné dosiahnuť iteračným opakovaním modelových procedúr, až do doby dosiahnutia požadovanej miery konvergencie.

- 3.2.8 Pri dopravnom modelovaní, rovnako ako pri všetkých kvantitatívnych modeloch, je cieľom nájsť rovnováhu medzi jednoduchosťou a popisnosťou. Pri malom počte vstupov a parametrov je riziko prílišného zovšeobecnenia (*underfit*), kedy je model príliš rigidný a nedostatočne popisuje zložitosť reality zachytenej meraniami. Opačným rizikom je prílišná špecifikácia (*overfit*), kedy prílišné zvyšovanie počtu parametrov zdanlivo vedie k vyššej presnosti vzhľadom na merania, avšak znižuje prediktívnu schopnosť modelov mimo oblasti meraní. **Príliš zložitý model s veľa parametrami (zónami, dopytovými vrstvami) tak môže mať menšiu prediktívnu schopnosť ako menej zložitý.**

3.3 Dopravné zóny

- 3.3.1 Dopravná zóna je základná jednotka, pre ktorú sú v dopravnom modeli vytvorené prepravné vzťahy.
- 3.3.2 Počet, veľkosť a charakteristika dopravných zón (zonálne členenie) má byť stanovená v takej územnej podrobnosti, aby zachytila zmeny v prepravných vzťahoch, ktoré nastanú na základe vplyvu opatrení posudzovaných dopravným modelom.
- 3.3.3 Zóny sa odporúča vytvárať podľa podobného dopravného správania (porovnateľná dostupnosť), ekonomickej aktivity, populácie a pod. Pre každú dopravnú zónu má platiť, že:
- tvorí kompaktné územie vyznačujúce sa podobnými dopravnými charakteristikami, polohou a napojením na dopravné ťahy,
 - zjednodušenie reálneho stavu spôsobené zlúčením menších celkov do jednej zóny významne neovplyvňuje kvalitu výstupov dopravného modelu.
- 3.3.4 Pre jednotlivé typy modelov je v závislosti od veľkosti modelovaného územia vzhľadom k narastajúcej zložitosti výpočtových procedúr vhodná odlišná štruktúra zonálneho členenia a miera detailu. V užšom modelovanom území (záujmovom území) sa odporúča vyšší detail (menšie dopravné zóny), naopak v širšom modelovanom (okolité územie) území nižší detail (väčšie dopravné zóny), kde:
- záujmové územie je oblasť, kde sa detailne sledujú dopravné interakcie, jeho veľkosť zodpovedá územiu administratívnych jednotiek pre ktorú sa vytvára strategický dopravný model alebo v ktorom sa plánuje realizovať projekt, pre ktorý bol model vytvorený,
 - okolité územie je oblasť obklopujúca záujmové územie a prebiehajú medzi nimi dopravné interakcie.
- 3.3.5 Jednotlivé zóny je potrebné k dopravnej infraštruktúre napojiť konektormi. Napojenie na dopravnú sieť je vykonané v miestach napojenia hlavných prístupových komunikácií, a to výhradne mimo cestných križovatiek.
- 3.3.6 Požiadavky na veľkosť modelovaného územia, veľkosť dopravných zón a ich napojenie na dopravnú sieť sú uvedené v časti 6.2.
- 3.3.7 Výber atribútov zón musí byť odôvodnený v priloženej dokumentácii k modelu odvolávajúc sa na relevantné zdroje/literatúru a tiež uviesť zdroj údajov. Vyšší počet atribútov zvyšuje zložitosť modelu. Tá má za následok dlhší simulačný čas a nemusí nutne viesť k presnejším prognózam kvôli riziku prílišnej špecifikácie. K ich pridávaniu preto treba pristupovať s opatrnosťou.
- 3.3.8 Pri prvej iterácii môže model obsahovať len jeden atribút zóny, a to počet obyvateľov. Z neho je možné s rozumnou presnosťou odvodiť počet ekonomicky aktívnych a z toho vyplývajúci počet ciest.
- 3.3.9 Pri vyšších iteráciách algoritmu, keď je cieľom konvergencia modelu, majú zóny v dopravnom modeli niekoľko iných atribútov meraných v počte osôb (počet zamestnancov, pracovných miest, študentov, dôchodcov atď.) alebo iných jednotkách (nákupná plocha, počet reštaurácií, divadiel atď.).

3.4 Segmentácia dopravného modelu

- 3.4.1 Segmentácia je vykonaná s cieľom získať homogénne dopytové vrstvy z hľadiska dopravného správania. Rôzne skupiny obyvateľstva môžu mať rôzne cestovné návyky.

- 3.4.2 Dopytové vrstvy sú tvorené kombináciou jednotlivých atraktivít s relevantnými disponibilítami. Pre strategické modely založené na jednotlivých cestách je minimálne potrebné zohľadniť tieto dopytové vrstvy (kombinácie disponibilít a atraktivít):
- dochádzka do práce = ekonomicky aktívne obyvateľstvo a počet ciest do práce (pracovných príležitostí),
 - dochádzka do škôl = počet žiakov a študentov x počet ciest do školy (miest v školách)
 - dochádzka za službami = obyvateľstvo spolu x počet ciest za službami (návštevnosť zariadení)
 - diaľkové cesty = vhodná disponibilita x vhodná atraktivita,
 - cesty domov.
- 3.4.3 Jednotlivé dopytové vrstvy môžu byť ďalej členené podľa času začiatku alebo konca cesty (časového obdobia).
- 3.4.4 V modeloch založených na jednotlivých cestách nie je potrebné vytvárať samostatnú dopytovú vrstvu pre účel cesty domov. Cesty domov postačuje odvodiť pomocou transpozície matíc ostatných dopytových vrstiev.
- 3.4.5 V prípade potreby je možné počet dopytových vrstiev rozšíriť rozdelením vybraných dopytových vrstiev na samostatné segmenty. V strategických modeloch sa odporúča diaľkové cesty rozčleniť na diaľkové cesty pracovné a voľnočasové (cestovný ruch), dochádzku za službami je možné rozčleniť podľa typu služby (napr. návšteva maloobchodu, zdravotníckych zariadení, úradov). Počet dopytových vrstiev podľa typu cesty (trip purpose) by však nemal byť zbytočne vysoký, čo predlžuje dobu zbehnutia algoritmu a negarantuje vyššiu prediktívnu schopnosť modelu.
- 3.4.6 V modeloch založených na pároch alebo reťazcoch ciest je potrebné počet dopytových vrstiev primerane rozšíriť o všetky relevantné kombinácie účelov ciest v reťazci, a to samostatne pre jednotlivé druhy dopravy a demografické skupiny.
- 3.4.7 Segmentácia skupín obyvateľov v dopravnom modeli je bližšie definovaná v 5.2.6.

3.5 Generalizované cestovné náklady

- 3.5.1 Výška cestovných nákladov (generalizovaných nákladov) a ich vnímanie je spravidla odlišné pre rôzne demografické skupiny, účely cesty, druhy dopravy a časové obdobie. Odporúča sa preto pre každú dopytovú vrstvu a modelované časové obdobie určiť samostatne:
- výšku generalizovaných nákladov,
 - deterenčnú funkciu (impedancie).
- 3.5.2 Výšku generalizovaných nákladov je potrebné určiť samostatne pre každý druh dopravy, resp. každú relevantnú prepravnú trasu. Dôrazne sa odporúča aby bol vo všetkých modelovacích krokoch spôsob výpočtu výšky cestovných nákladov totožný a dosiahnutá bola ich jednotná výška.
- 3.5.3 Výška generalizovaných nákladov sa určí ako funkcia predstavujúca lineárnu kombináciu viacerých premenných. Zohľadniť je potrebné minimálne tieto premenné:
- celkové trvanie cesty vrátane prístupu k dopravnému prostriedku, celkového času stráveného vo vozidle a času presunu od dopravného prostriedku do cieľa cesty,
 - celkové peňažné náklady spojené s uskutočnením cesty (prevádzkové náklady, poplatky za vjazd, parkovné, mýto, diaľničné poplatky, náklady na cestovné vo verejnej doprave a pod.),
 - vnímanú mieru diskomfortu (napr. penalizácia prestupov vo verejnej doprave alebo penalizácia menej komfortných druhov dopravy), ktorej hodnota by mala byť určená na základe prieskumu a mala by zohľadňovať mieru diskomfortu,
 - v nákladnej doprave tiež časové straty a finančné náklady spojené s nakládkou, vykládkou, prekládkou a zhromažďovaním tovaru.
- 3.5.4 Pri výpočte generalizovaných nákladov pre verejnú dopravu je pri cestách verejnou dopravou je potrebné zahrnúť aj tieto zložky:
- čakanie na zastávke,
 - čakanie v cieli alebo na začiatku cesty z dôvodu neflexibilného cestovného poriadku,
 - presuny a čakacie časy pri prestupoch,

- 3.5.5 Zložky uvedené v bode 3.5.5 sa odporúča započítať s relatívne vyššou váhou, a to z dôvodu neochoty cestujúcich čakať alebo vnímaného diskomfortu pri peších presunoch. Výška váhy sa odporúča ako najviac dvojnásobok váhy času stráveného vo vozidle.
- 3.5.6 Výpočet generalizovaných nákladov vo verejnej doprave by mal vychádzať z nasledujúcich foriem modelovania verejnej dopravy:
- **skutočných cestovných poriadkov**, ak spoje neodchádzajú v pravidelných intervaloch kratších ako 15 minút, celkové trvanie cesty sa určí ako vážený priemer časového rozdielu medzi požadovaným (nie skutočným) časom odchodu z nástupnej stanice a skutočným príchodom do cieľovej stanice pre všetky relevantné spojenia v modelovanom časovom období.
 - **priemerných intervalov**, ak sú spoje organizované v linkách s pravidelnými intervalmi kratšími ako 15 minút, celkové trvanie cesty sa určí ako súčet priemerného intervalu odchodov (kvadratickej odchýlka odchodov) pri nástupe cesty, cestovného času stráveného vo vozidle a priemerného čakacieho času pri prestupe závislého od intervalu použitých liniek.
 - **priemerných cestovných časov**, ak je deľba prepravnej práce modelovaná zjednodušená a nepredpokladá sa jej zmena v súvislosti s realizáciou opatrení.
- 3.5.7 Výšku generalizovaných nákladov je potrebné určiť buď v jednotnej miere, a to buď vo forme času (sekundy) alebo finančných nákladov (eurá). Prevod medzi jednotkou času a finančnými nákladmi je potrebné vykonať na základe konceptu vnímaných nákladov času (nákladoch obetovanej príležitosti). Neodporúča sa používať hodnoty založené na koncepte ochoty používateľa priplatiť si za vyšší štandard. Alternatívne je možné použiť hodnoty uvedené v Metodickej príručke pre výpočet prínosov a nákladov (metodika CBA). Tieto hodnoty je možné používať len po primeranej úprave.
- 3.5.8 Pri výpočte generalizovaných nákladov v cestnej doprave je potrebné zohľadniť:
- priemernú dobu prejazdu alebo zdržanie na úseku alebo prvkami dopravnej siete (získaných z dopravných prieskumov alebo navigačného softvéru),
 - priemernú obsadenosť osobného vozidla (získanej z prieskumov mobility),
 - kapacitu nákladných vozidiel a jej skutočné využitie (získaných z prieskumov, štatistík, alebo meraní).
- 3.5.9 Priemernú dobu prejazdu a zdržania je potrebné v cestnej doprave určiť pre:
- každý úsek dopravnej siete v závislosti od jeho vyťaženia (podiel využitia kapacity), celkovej kapacity, kategórie a šírkového usporiadania cesty. Odporúča sa využiť koncept funkcií zdržania dopravného prúdu (Volume Delay Functions).
 - križovatky, kde už dochádza alebo je predpoklad, že bude dochádzať k významnému zdržaniu a ovplyvňovaniu výberu trasy, a to v závislosti od jej vyťaženia (podiel využitia kapacity), intenzity dopravy, kapacity a signálneho plánu. Odporúča sa využiť koncept funkcií zdržania dopravného prúdu (Volume Delay Functions).
- 3.5.10 Priemernú dobu prejazdu a zdržanie na úsekoch siete iných druhoch dopravy a na iných prvkoch cestnej siete sa odporúča určiť na základe empiricky získaných údajov. Zahrnuté by mali byť minimálne zdržania z dôvodu vykonávania technických alebo administratívnych úkonov (napr. colná/technická prehliadka, manipulácia s dopravným prostriedkom a pod.).
- 3.5.11 Zdržania na križovatkách je potrebné modelovať zvýšením čakacích dôb na samotných križovatkách (turns) v modeli, nie upravovaním času na úseku (linku).
- 3.5.12 Pre každú dopravnú zónu je potrebné určiť priemernú výšku nákladov na uskutočnenie cesty, ktorá začína aj končí v danej zóne. Dĺžka jednotlivých ciest vo všeobecnosti závisí od vzdialenosti skutočných zdrojov a cieľov ciest na území danej zóny. Výšku nákladov sa odporúča určiť na základe odhadu ocenenia váženého priemeru dĺžky takýchto ciest.

4 Parametre dopravnej siete

4.1 Úvod

- 4.1.1 Rozsah, detailnosť a druh dopravnej infraštruktúry zahrnutej v dopravnom modeli závisí od štruktúry modelu a typu modelovej úlohy. Vo všeobecnosti platí, že je potrebné zahrnúť

dopravnú infraštruktúru pre všetky modelované druhy dopravy, resp. druhy dopravy, ktoré budú pridelené na dopravnú sieť.

- 4.1.2 Dopravnú sieť je v dopravnom modeli potrebné definovať na základe matematickej reprezentácie založenej na hranách a uzloch (v súlade s teóriou grafov), kde :
- Hrany sú úseky dopravnej infraštruktúry s generalizovanými homogénnymi parametrami (napr. medzikrižovatkové úseky, úseky s rovnakou rýchlosťou, kapacitou a pod.), každá hrana je ohraničená práve dvomi uzlami,
 - Uzly sú miesta, kde dochádza k napojeniu hrán (napr. križovatky, miesta rozšírenia počtu jazdných pruhov, zastávky verejnej dopravy, koniec cesty a pod.).
- 4.1.3 V zložitejších modeloch sa dopravná sieť odporúča vytvoriť na báze vektorových dát spracovaných v špecifických (geografických) informačných softvéroch.
- 4.1.4 Každá hrana a uzol sa vyznačuje svojimi parametrami. Parametre je potrebné v dopravnom modeli zahrnúť a zahrnúť tiež pri výpočtoch.
- 4.1.5 Dopravnú sieť sa odporúča v makroskopických modeloch zjednodušiť (generalizovať), čím sa zjednoduší tvorba dopravného modelu aj náročnosť výpočtových procedúr. V rámci generalizácie je možné jedným (komplexným) uzlom nahradiť súbor blízkych uzlov a hrán (napr. križovatkové vetvy v križovatkách, rozvetvené železničné stanice). Podobne je možné do jednej hrany zlúčiť nadväzujúce hrany, ktoré nezačínajú alebo nekončia vo významnom uzle. Parametre hrán a uzlov by po generalizácii mali byť definované tak, aby neznižovali presnosť výpočtových procedúr ani vierohodnosť dopravného modelu.
- 4.1.6 Dôležitým prvým krokom pred vytvorením dopytového modelu je overenie reálnosti modelovanej dopravnej siete podľa prepravných časov. Prepravné časy medzi zónami a odporové matice (skim matice) pred pridelením dopravy na sieť by mali zodpovedať časom voľného prejazdu. Dáta na overenie môžu pochádzať z plánovačov ciest, GPS a časmi prejazdov medzi automatickými sčítačmi dopravy, alebo vlastnými prieskumami prepravných časov, pokiaľ sú odchýlky dostatočne nízke. Pre overenie dopravnej siete v modeli je potrebné postupovať podľa kapitoly 8.

4.2 Cestná doprava

- 4.2.1 Pre hrany v cestnej sieti je v záujmovom území potrebné zahrnúť tieto parametre:
- typ komunikácie,
 - poloha (mesto/predmestie/vidiek),
 - dĺžka,
 - počet jazdných pruhov,
 - kapacita,
 - teoretická rýchlosť prejazdu (maximálna dosiahnuteľná rýchlosť v nezaťaženej sieti, spravidla je nižšia ako maximálna povolená rýchlosť),
 - skutočná rýchlosť prejazdu (rýchlosť prejazdu v zaťaženej sieti),
 - teoretická doba prejazdu (minimálny čas prejazdu v nezaťaženej sieti),
 - skutočná doba prejazdu (čas prejazdu v zaťaženej sieti),
 - zoznam druhov dopravy, ktoré môžu vykonať prejazd,
 - parametre funkcie zdržania dopravného prúdu v závislosti od využitia kapacity (volume delay function),
 - ďalšie relevantné parametre v mikroskopických modeloch ako napr. šírka a radenie v jazdných pruhoch,
- 4.2.2 Pre uzly v cestnej sieti (napr. križovatky, riadené priechody, priecestia) je v záujmovom území potrebné zahrnúť tieto parametre:
- povolené smery jazdy (vrátane možnosti otáčania),
 - kapacita v jednotlivých smeroch,
 - teoretická doba prejazdu v jednotlivých smeroch (minimálny čas prejazdu v nezaťaženej sieti),
 - skutočná doba prejazdu v jednotlivých smeroch (čas prejazdu v zaťaženej sieti),
 - zdržanie pri prejazdu v jednotlivých smeroch (zdržanie v zaťaženej sieti),
 - parametre funkcie zdržania dopravného prúdu v závislosti od využitia kapacity (volume delay function),

- 4.2.3 V cestnej doprave je potrebné zahrnúť minimálne tieto typy komunikácií:
- v záujmovom území všetky diaľnice, rýchlostné cesty, cesty I. – III. triedy, prípadne tiež všetky relevantné miestne komunikácie slúžiace na napojenia významných dopravných zón, alebo plniace významnú tranzitnú funkciu, v lokálnom modeli tiež miestne komunikácie a vybrané účelové komunikácie,
 - v okolitom území diaľnice, rýchlostné cesty, cesty I. triedy a všetky cesty nižších kategórií, ktoré nadväzujú na cesty v užšom modelovanom území.
- 4.2.4 Funkcie zdržania opisujú vplyv vzťahu kapacity cestnej siete a dopravnej intenzity. Ovpływujú zaťaženie cestnej siete, keď sa dopravná intenzita blíži ku kapacite úseku/uzla, resp. prevyšuje kapacitu. Dopravný model má logicky spracované členenie cestnej siete, kde každý typ komunikácie má svoju odporovú funkciu.
- 4.2.5 Druhy funkcií podľa modelu (opísaných v 6.2):
- Najčastejšie používaný typ funkcie zdržania je BPR alebo BPR2, vyvinutými americkou Bureau of Public Roads,
 - Dôležité je správne určiť kapacity ciest, najviac sú ovplyvnené cesty s menšími povolenými rýchlosťami.

4.3 Železničná doprava

- 4.3.1 Modelovať železničnú sieť je potrebné v prípade zostavy makroskopického modelu nákladnej dopravy alebo simulačných modelov. V prípade potreby modelovať osobnú železničnú dopravu nie je nevyhnutné vytvárať železničnú sieť a je potrebné postupovať podľa bodu 4.4.
- 4.3.2 Pre hrany v železničnej sieti je potrebné zahrnúť minimálne tieto parametre:
- dĺžka,
 - poloha (mesto/predmestie/vidiek),
 - (voľná) kapacita,
 - trakcia,
 - doba prejazdu,
 - ďalšie relevantné parametre v simulačných modeloch (napr. rýchlostný limit).
- 4.3.3 Pre uzly v železničnej sieti (napr. stanice, odbočky) je v modelovom území potrebné zahrnúť tieto parametre:
- kapacita prejazdu v jednotlivých smeroch,
 - doba prejazdu medzi jednotlivými smermi,
 - trvanie manipulácie s vlakom,
 - ďalšie relevantné parametre v simulačných modeloch (napr. rýchlostný limit prejazdu).
- 4.3.4 V železničnej doprave je potrebné zahrnúť minimálne tieto druhy tratí:
- v záujmovom území všetky verejné železničné trate, prípadne tiež všetky relevantné neverejné železničné trate a vlečky na napojenia významných dopravných zón,
 - v okolitom území všetky hlavné železničné trate, príp. tiež nižších kategórií, ktoré nadväzujú na železnice v užšom modelovanom území.

4.4 Verejná doprava

- 4.4.1 V prípade ak je verejná doprava modelovaná na báze presných cestovných poriadkov alebo intervalov liniek, hrany predstavujú každý úsek jazdy spoja (linky) medzi dvomi zastávkami a uzly zastávky verejnej dopravy. Každý spoj (linku) reprezentuje sled po sebe nadväzujúcich hrán a uzlov (zastávok verejnej dopravy).
- 4.4.2 V prípade ak je verejná doprava modelovaná na báze priemerných cestovných časov, hrany zodpovedajú hranám cestnej siete a uzly zodpovedajú uzlom cestnej siete a zastávkam.
- 4.4.3 Pre hrany (spoje, resp. linky) verejnej dopravy je v modelovom území potrebné zahrnúť tieto parametre:
- dĺžka,
 - kapacita (dopravného prostriedku),

- dopyt,
- doba jazdy medzi jednotlivými zastávkami,
- časy odchodu a príchodu v jednotlivých zastávkach.

4.4.4 Pre zastávky verejnej dopravy je v modelovom území potrebné zahrnúť tieto parametre:

- kapacita,
- dostupnosť (čas prístupu na a zo zastávky),
- kapacita prejazdu v jednotlivých smeroch,
- zdržanie v zastávke vrátane zdržanie pri prestupe (čas presunu v rámci zastávky a čakací čas pri prestupe).

4.4.5 Pri modelovaní siete verejnej dopravy je potrebné zahrnúť minimálne:

- všetky spoje a linky prechádzajúce záujmovým územím, ktoré tu majú aspoň jednu zastávku (pri modelovaní podľa bodu 4.4.1),
- zastávky, kde dochádza k vzájomnému prestupu medzi rôznymi linkami,
- aspoň 1 zastávku v každej dopravnej zóne pre každú linku a každý druhy dopravy, ktorý na území zóny v skutočnosti zastavuje.

4.5 Ostatné druhy dopravy

4.5.1 Ak to účel zostavovaného makroskopického modelu nákladnej dopravy vyžaduje, je potrebné zahrnúť ďalšie relevantné druhy dopravy a ich dopravnú sieť. Pre jednotlivé druhy dopravy je potrebné zohľadniť:

- Vodná doprava – vodné cesty (dĺžka, rýchlosť plavby, plavebná trieda (ponor), voľná kapacita, spoľahlivosť), prístavy a plavebné komory (kapacita, doba plavby, zdržanie, trvanie manipulácií),
- Letecká doprava – letiská (kapacita, zdržanie, trvanie manipulácií), priame letové trasy medzi letiskami (dĺžka, kapacita, dobu preletu)

4.5.2 Samostatnú sieť nemotorovej dopravy je potrebné vytvárať len v tých makroskopických modeloch, kde dochádza k jej prideleniu (spravidla mestské, príp. tiež regionálne modely) na dopravnú sieť, alebo v mikroskopických simulačných modeloch. Pre jednotlivé druhy dopravy je potrebné zohľadniť:

- Cyklistická doprava – samostatné cestičky pre cyklistov a úseky cestnej siete, kde je povolená jazda cyklistov (dĺžka, doba prejazdu, zdržania na križovatkách alebo iných úsekoch), vyššie rozlíšenie územného plánu a využitie plôch, tzv. „bezpečné zóny“ na pohyb,
- Pešia doprava – samostatné chodníky a úseky cestnej siete s chodníkmi (dĺžka, šírka, doba prejazdu, zdržania na križovatkách alebo iných úsekoch), vyššie rozlíšenie územného plánu a využitie plôch, tzv. „bezpečné zóny“ na pohyb, rozsah pohľadu/viditeľnosť.

5 Štvorstupňový dopravný model

5.1 Úvod

5.1.1 Najčastejšie používaná štruktúra tvorby dopravného modelu v praxi vychádza z teórie štvorstupňového dopravného modelu.

5.1.2 Modelu dopytu zodpovedajú prvé 2 kroky:

- tvorba ciest (Trip Generation),
- distribúcia ciest (Trip Distribution).

5.1.3 Modelu pridelenia dopravy posledné 2 kroky:

- výber druhu dopravy (Mode Choice),
- pridelenie dopravy (Traffic Assignment),

5.2 Tvorba ciest

5.2.1 Cieľom je pre každú dopravnú zónu a každé modelované časové obdobie určiť samostatne počet začínajúcich ciest a končiacich ciest v danej zóne.

- 5.2.2 V prípade, ak je dostupný hodnoverný zdroj o počte začínajúcich ciest a končiacich ciest v danej zóne, odporúča sa tento zdroj prevziať. V opačnom prípade je potrebné počty ciest vypočítať dopravným modelom alebo vypočítať inak a vložiť do dopravného modelu, a to na základe nasledujúcich predpokladov.
- 5.2.3 Počet začínajúcich ciest v danej zóne predstavuje disponibilitu zóny. Počet končiacich ciest v danej zóne predstavuje atraktivitu zóny.
- 5.2.4 Pre každú dopravnú zónu a dopytovú vrstvu by malo platiť, že v priebehu 24 h je počet vznikajúcich ciest rovný počtu končiacich ciest. Toto neplatí, ak je modelované kratšie časové obdobie, prípadne pre cesty medzi dvomi bydliskami alebo voľnočasové cesty (najmä diaľkové cesty), kde sa návrat do zdroja cesty vykonáva obvykle v dlhšom časovom horizonte.
- 5.2.5 Atraktivity a disponibility by mali byť v závislosti od štruktúry modelu segmentované podľa dopytových vrstiev.
- 5.2.6 Disponibility sa odporúča segmentovať podľa ekonomickej aktivity (výška príjmu), dostupnosti automobilu, príp. tiež typu a polohy miesta bydliska (región, vybavenosť obce) minimálne na tieto demografické skupiny:
- Ekonomicky aktívne obyvateľstvo s dostupnosťou automobilu v domácnosti,
 - Ekonomicky aktívne obyvateľstvo bez dostupnosti automobilu v domácnosti,
 - Ekonomicky neaktívne obyvateľstvo s dostupnosťou automobilu v domácnosti,
 - Ekonomicky neaktívne obyvateľstvo bez dostupnosti automobilu v domácnosti,
 - Žiaci a študenti (v strategických modeloch sa odporúča uviesť samostatne na základné, stredné a vysoké školy).
- 5.2.7 V makroskopických modeloch, v prípade, ak sa v modelovanej oblasti nachádzajú úseky cestnej siete spoplatnené diaľničnými značkami, je potrebné obyvateľstvo s dostupnosťou automobilu ďalej rozdeliť podľa disponovania diaľničnou značkou. Alternatívne je možné pristúpiť k zahrnutiu poplatkov za diaľničnú značku do funkcie generalizovaných nákladov, ak je cesta vykonávaná po spoplatnenom úseku.
- 5.2.8 V makroskopických modeloch sa disponibilita danej zóny sa určí ako násobok hybnosti danej demografickej skupiny (počet ciest za deň) zistenej z prieskumu mobility a počtu obyvateľov danej demografickej skupiny v danej zóne.
- 5.2.9 Atraktivita danej zóny predstavuje počet ciest za konkrétnym účelom ukončených v danej zóne. V prípade nedostupnosti týchto údajov, je potrebné určiť zjednodušené odhady založené na vhodných dátových zdrojoch a celkovom počte ciest. Pre jednotlivé účely ciest sa odporúča používať tieto hodnoty:
- dochádzka do práce – počet pracovných príležitostí,
 - dochádzka do školy – počet žiakov, resp. miest v školách,
 - dochádzku za službami – počet návštev zdravotníckych zariadení, úradov, maloobchodných prevádzok, resp. ich počet alebo kapacita.
- 5.2.10 Atraktivity sa odporúča segmentovať podľa účelu cesty, frekvencie opakovania cesty (denná/týždenná/občasná) alebo dĺžky cesty. Minimálne je potrebné uviesť tieto atraktivity:
- dochádzku do práce,
 - dochádzku do školy (v strategických modeloch sa odporúča uviesť samostatne na základné, stredné a vysoké školy),
 - dochádzku za službami,
 - cesty domov.
- 5.2.11 Celková atraktivita všetkých zón pre daný účel cesty musí byť zhodná s celkovým počtom ciest daného účelu, ktoré vykonajú obyvatelia zóny. Celkový počet ciest je možné získať ako násobok hybnosti danej demografickej skupiny podľa účelu cesty (počet ciest za deň) zistenej z prieskumu mobility a počtu obyvateľov danej demografickej skupiny. Alternatívne je možné pristúpiť k odhadu na základe špecifických dopravných alebo sociologických prieskumov.
- 5.2.12 Počet demografických skupín a účelov ciest sa odporúča zvyšovať postupne. Každá pridaná skupina či cieľ cesty geometricky zvýši počet dopytových vrstiev, a tým aj zložitosť modelu, pričom vyššia kvalita modelu nie je zaručená.

5.2.13 Pre spôsob výpočet matice prepravných vzťahov pre iný scenár ako súčasný stav, je potrebné postupovať podľa kapitoly 9.

5.2.14 V správe o dopravnom modeli je v časti o tvorbe ciest potrebné zahrnúť:

- Zdroj údajov o počte ciest jednotlivých skupín obyvateľov,
- Zdôvodnenie vybraného počtu skupín obyvateľov a cieľov ciest,
- Zdroje údajov použité na vytvorenie atribútov zón, ktoré sú disponibilnými a atraktivitami v tvorbe ciest.

5.3 Distribúcia ciest

5.3.1 Cieľom je vytvoriť pre každú dvojicu dopravných zón (so zohľadnením smeru jazdy), dopytovú vrstvu a modelované časové obdobie maticu prepravných vzťahov.

5.3.2 V prípade, ak existuje dostupná hodnoverná matica prepravných vzťahov, odporúča sa túto maticu prevziať. Toto platí najmä pre vybrané unimodálne a simulačné modely, kde nie je potrebné uvažovať so zmenou del'by prepravnej práce. V opačnom prípade je potrebné maticu vypočítať dopravným modelom.

5.3.3 Vo všeobecnosti je objem prepravných vzťahov medzi dvojicou zón závislý od:

- disponibility v zdrojovej zóne;
- atraktivity v cieľovej zóne;
- cestovných nákladov medzi zdrojom a cieľom;
- špecifickosti vzťahu medzi zdrojom a cieľom (napr. spádovosť);
- limitu príležitostí na uskutočnenie cesty medzi zdrojom a cieľom.

5.3.4 Vo všeobecnosti platí, že so vzrastajúcou vzdialenosťou (cestovnými nákladmi) medzi potenciálnym zdrojom a cieľom cesty klesá pravdepodobnosť vzniku cesty. Mieru tejto pravdepodobnosti určuje tzv. deterenčná funkcia.

5.3.5 Parametre deterenčnej funkcie by mala byť určené tak, aby modelované rozdelenie počtu ciest v závislosti od ich dĺžky zodpovedala empirickým zisteniam z prieskumov, príp. iných zdrojov.

5.3.6 Celkový objem takto vypočítaných ciest začínajúcich alebo končiacich v danej zóne (celkový súčet v riadku, resp. stĺpci pre danú zónu) by mal zodpovedať počtu určenému počas tvorby ciest (kapitola 5.2). Toto je možné dosiahnuť iteračným opakovaním modelových procedúr, až do doby dosiahnutia požadovanej miery konvergencie.

5.3.7 Výpočet matice prepravných vzťahov pre iný scenár ako súčasný stav, je potrebné vykonať podľa kapitoly 9.

5.3.8 V správe o dopravnom modeli je v časti o distribúcii ciest potrebné zahrnúť:

- Priemernú dĺžku cesty podľa výstupov z modelu pre každú demografickú skupinu a cieľ cesty,
- Rozdelenie počtu ciest podľa kilometrových pásiem,
- Priemernú obsadenosť vozidla,
- Výber funkcií generovania OD matic (exponenciálne, polynomiálne alebo kombinované).

5.4 Voľba druhu dopravy (mode choice)

5.4.1 Cieľom je rozdeliť matice prepravných vzťahov vytvorené v rámci distribúcie ciest na samostatné matice pre jednotlivé druhy dopravy zahrnuté v dopravnom modeli.

5.4.2 Odporúča sa vytvoriť samostatné matice pre jednotlivé dopytové vrstvy a modelované časové obdobia.

5.4.3 Voľba druhu dopravy sa aplikuje pri multimodálnych modeloch. V prípade unimodálnych modelov tento krok nemusí byť aplikovaný.

5.4.4 Rozdelenie matice prepravných vzťahov medzi jednotlivé druhy dopravy sa vykonáva na základe tzv. úžitkovej funkcie v závislosti od generalizovaných nákladov. Generalizované náklady sú vypočítané podľa bodu 3.2.6, a to samostatne pre každý modelovaný druh dopravy. V prípade ak je kapacita jednotlivých druhov dopravy obmedzená, je potrebné túto skutočnosť zohľadniť v úžitkovej funkcii.

- 5.4.5 Parametre úžitkovej funkcie by mala byť určené tak, aby modelovaná deľba prepravnej práce zodpovedala empirickým zisteniam z prieskumov, príp. iných zdrojov.
- 5.4.6 V multimodálnych makroskopických modeloch osobnej dopravy je potrebné zahrnúť minimálne nasledujúce druhy dopravy:
- individuálna cestná doprava,
 - verejná doprava.
- 5.4.7 V strategických modeloch osobnej dopravy je potrebné modelovať nasledujúce druhy dopravy:
- individuálna cestná doprava,
 - individuálna nemotorová doprava (s možným členením na cyklistickú a pešiu dopravu),
 - verejná autobusová doprava,
 - verejná železničná doprava,
 - mestská hromadná doprava (len linky, ktoré prechádzajú viacerými zónami, spravidla v mestských a regionálnych modeloch),
 - letecká doprava (len pre národný model).
- 5.4.8 V strategických modeloch sa odporúča vykonať deľbu prepravnej práce v dvoch krokoch:
- v prvom kroku rozdeliť maticu prepravných vzťahov medzi individuálnu a verejnú dopravu,
 - v druhom kroku rozdeliť individuálnu dopravu medzi cestnú a nemotorovú a verejnú dopravu medzi autobusovú, železničnú, príp. ďalšie relevantné druhy. Alternatívne je možné druhý krok vykonať až počas pridelenia dopravy.
- 5.4.9 V multimodálnych makroskopických modeloch nákladnej dopravy je potrebné zahrnúť minimálne nasledujúce druhy dopravy:
- cestná doprava,
 - železničná doprava.
- 5.4.10 Ďalšie druhy dopravy je potrebné zahrnúť v prípade, ak to účel modelu vyžaduje, resp. sa v modelovanom území vyskytujú.
- 5.4.11 Na výpočet úžitkových funkcií pre krok deľby prepravnej práce sa odporúča využiť mobilitné prieskumy a voľne dostupný softvér mimo dopravného modelu, napríklad python modul *Biogeme*, alebo R moduly *Mixl*, *Apollo* a pod.
- 5.4.12 V správe o dopravnom modeli je potrebné zahrnúť:
- Deľbu prepravnej práce podľa výstupov z modelu,
 - Zdroje údajov a postup využitý na výpočet úžitkových funkcií.

5.5 Pridelenie dopravy (Traffic Assignment)

- 5.5.1 Počas fázy pridelovania dopravy dochádza k rozdeľovaniu prepravných vzťahov na konkrétne trasy a úseky dopravnej siete. Cieľom je pre jednotlivé úseky dopravnej siete určiť:
- dopyt (zaťaženie dopravou),
 - výšku generalizovaných nákladov.
- 5.5.2 Pre cestu medzi dvojicou zón je možné obvykle vykonať viacerými trasami. V rámci pridelovania dopravy sú kalkulované náklady pre jednotlivé trasy. Ich výška závisí od dopytu po konkrétnych trasách. Model pridelenia dopravy je preto rovnovážnym modelom v súlade s konceptom Wardropovho ekvilibria.
- 5.5.3 Pre Wardropovo ekvilibrium platí, že „každý používateľ si vyberá trasu, pre ktorú sú náklady prepravy medzi zdrojom a cieľom cesty minimálne, a akákoľvek zmena tejto trasy by mu priniesla rovnaké alebo vyššie náklady.“
- 5.5.4 V praxi je možné dosiahnuť viacero rôznych wardropových ekvilibrií. Z tohto dôvodu je pri porovnávaní rôznych scenárov potrebné túto možnosť vylúčiť.
- 5.5.5 Pri pridelovaní dopravy sa odporúča zohľadniť rôzne vnímanie generalizovaných nákladov rôznymi demografickými skupinami pre rôzne účely a časy ciest (segmentácia podľa dopytových vrstiev), a to využívaním konceptu User Equilibrium.

- 5.5.6 Výpočet cestovných nákladov vychádza zo zásad uvedených v bode 3.5. Potrebne je prepočítať výšku generalizovaných nákladov použitých v predchádzajúcich fázach zostavy dopravného modelu, a to v závislosti od zmeny zaťaženia dopravnej siete.
- 5.5.7 Zmena zaťaženia dopravnej siete spôsobuje v cestnej doprave zmenu času prejazdu jednotlivých úsekov alebo prvkov dopravnej siete. Toto následne ovplyvňuje výšku generalizovaných nákladov individuálnej aj nákladnej dopravy.
- 5.5.8 Pri výpočte dopytu po jednotlivých úsekoch alebo prvkoch dopravnej siete sa odporúča zohľadňovať prítomnosť vnútrozónnej dopravy, ktorá ale štandardne nie je modelovaná, keďže začína a končí v tej istej dopravnej zóne (v tom istom bode).
- 5.5.9 V prípade ak verejná doprava nie je segregovaná od ostatnej cestnej dopravy je potrebné zmenu cestovných časov zohľadniť tiež, rovnako aj s tým spôsobené možné predĺženie intervalu.
- 5.5.10 Vo verejnej doprave je potrebné zohľadniť limitovanú kapacitu dopravných prostriedkov a príp. tiež preplňovanie dopravných prostriedkov, t. j. zvýšenie vnímaných nákladov vďaka poklesu komfortu alebo čakania na dopravný prostriedok s voľnou kapacitou.
- 5.5.11 V prípade ak pri cestnej doprave dochádza k postupnému pridelovaniu jednotlivých dopytových vrstiev, je vhodné ako pridelovať dopytové vrstvy v závislosti od ich reálneho rozhodovania sa pre výber preferovanej trasy. Odporúča sa preto postupovať v takomto poradí:
- nákladná doprava,
 - autobusová doprava,
 - individuálna lokálna osobná doprava (dochádzka do práce, škôl, za službami)
 - individuálna diaľková osobná doprava.
- 5.5.12 Pri pridelovaní cestnej dopravy sa odporúča zohľadniť pravdepodobnosť rozdelenia dopravného prúdu medzi dvojicou dopravných zón medzi alternatívne trasy v závislosti od pomeru nákladov týchto trás.
- 5.5.13 Pri pridelovaní prepravných tokov na dopravnú sieť je potrebné tieto konvertovať na dopravné prostriedky, a to nasledovne:
- pri cestnej individuálnej doprave zohľadniť reálnu obsadenosť automobilu.
 - pri nákladnej doprave kapacitu dopravného prostriedku (automobil, príp. vlak alebo loď) a jej skutočné využitie.
 - Vzhľadom k odlišnej dĺžke a správaniu sa jednotlivých druhov vozidiel v cestnej doprave, je potrebné všetky vozidlá konvertovať na jednotnú bázu, t. j. počet osobných vozidiel (passenger car unit, PCU). Odporúčané sú hodnoty podľa „*Transport for London, 2010*“:

Typ vozidla	Počet PCU
Bicykel	0,2
Motocykel	0,4
Osobné vozidlo,	1,0
Ľahké nákladné vozidlo (do 3,5t)	1,0
Stredne ťažké nákladné vozidlo (3,5-12t)	1,5
Autobus	2,0
Ťažké nákladné vozidlo (nad 12t)	2,3
Kĺbový autobus	3,2

Alternatívne je možné použiť hodnoty uvedené v TP 102.

- 5.5.14 V prípade ak je modelovaná prekládka (prestup) medzi rôznymi druhmi dopravy, je potrebné:
- prideliť dopravu medzi zdrojom a cieľom na všetky precestované úseky dopravnej siete každého použitého druhu dopravy,
 - zohľadniť kapacitu prestupného (prekládkového) terminálu (napr. kapacita parkoviska P+R),
- 5.5.15 V kroku pridelenia na sieť je potrebné, aby prebehli všetky potrebné iterácie a bola dosiahnutá konvergencia modelu. V prípade nového zbehnúť modelu by nemalo ďalej dochádzať k zmenám v pridelení na sieť. Ak model neskonverguje, je potrebné vrátiť sa k predošlým krokom, najmä overením reálnosti matic prejazdových časov medzi zónami a maticami odporov (skim matice).

- 5.5.16 V prípade pridelenia verejnej dopravy sa odporúča používať koncept vhodný aj pri dlhých intervaloch medzi jednotlivými vlakmi/autobusmi, napríklad Timetable-based assignment. Pri veľmi krátkych intervaloch, typicky MHD, je vhodné použiť pridelenie založené na frekvenciách (intervaloch), napríklad Headway-based assignment. Ak je deľba prepravnej práce modelovaná zjednodušene a nepredpokladá sa jej zmena v súvislosti s realizáciou opatrení, je možné použiť zjednodušený postup pridelenia verejnej dopravy na sieť konceptom Time-system based assignment.
- 5.5.17 V správe o dopravnom modeli je potrebné zahrnúť indikátory zhody výstupov dopravného modelu so sčítaniami a dopravnými prieskumami, ktoré sú opísané v 8.

6 Vzorové typy dopravných modelov

6.1 Úvod

- 6.1.1 Pre potreby tejto metodiky sú definované typizované účely použitia dopravných modelov a k nim zodpovedajúce typizované druhy dopravných modelov. Typizované modely sú ďalej rozlíšené na strategické alebo taktické modely.
- 6.1.2 Pre každý typizovaný model je definované:
- veľkosť modelovaného územia,
 - veľkosť dopravnej zóny,
 - štruktúra modelu (spôsob modelovania ciest),
 - časové obdobie,
 - druhy dopravy,
 - spôsob modelovania verejnej dopravy,
 - odporúčaný účel použitia.
- 6.1.3 Strategické modely modelujú prepravné vzťahy na úrovni obcí, regiónov (samosprávnych krajov) alebo SR. Sú pokladom pri prípravu strategických materiálov (dopravná stratégia, územný generel dopravy, plán udržateľnej mobility, územný plán obce/samosprávneho kraja), slúžia na predikciu scenárov budúceho stavu a vyhodnotenie rôznych opatrení a projektov, ktoré môžu ovplyvniť dopyt po preprave a smerovanie dopravy. Strategické modely je preto potrebné vytvoriť ak makroskopické, multimodálne s dopytom modelovaným na báze tzv. štruktúrálnych veličín (viac v časti 6.2).
- 6.1.4 Taktické modely sú vytvárané pre posúdenie dopadov konkrétnych investičných projektov alebo opatrení neinvestičného charakteru. Taktické modely obvykle môžu vychádzať z existujúcich strategických modelov, ktoré čiastočne modifikujú pre potreby konkrétneho účelu použitia (posúdenia konkrétneho projektu). V praxi môžu byť vytvárané aj unikátne modely, odlišujúce sa od strategických modelov v štruktúre, komplexnosti modelu dopytu a spôsobe pridelovania dopravy.

6.2 Strategické modely

- 6.2.1 Strategické modely by mali byť schopné modelovať očakávané zmeny v dopravnom systéme v nadväznosti na:
- zmenu využitia územia a ekonomickej aktivity (rozmiestnenie socio-ekonomických aktivít a obyvateľstva v území),
 - zmenu parametrov, výstavbu novej alebo zrušenie existujúcej dopravnej infraštruktúry,
 - dopravno-politické opatrenia (zmena parkovacej politiky, zmena poplatkov, obmedzenia vjazdu, uzávery ciest),
 - zmeny dopravnej obsluhy verejnou dopravou (napr. reorganizácia liniek MHD, úprava cestovných poriadkov, posilnenie dopravy),
 - stavebno-organizačné opatrenia (prestavba križovatky, úprava signálnych plánov),
- 6.2.2 Detailnosť spravovania strategických modelov závislosti od veľkosti záujmového územia. Základné rozdelenie strategických modelov je nasledovné:
- národný model,
 - regionálny model,

- lokálny model.

6.2.3 Minimálna požadovaná štruktúra a detailnosť typizovaných strategických modelov je:

Typizovaný model	Záujmové územie	Štandardná veľkosť zóny	Modelované druhy dopravy	Časové obdobie	Modelovanie ciest
Národný	SR	Skupina obcí, centrá dochádzky	Osobná doprava multimod. Nákl. doprava multimod.	Priemerný deň (24 h)	Individuálne cesty
Regionálny	Región	Obec Časti väčších miest	Osobná doprava multimod. Nákl. doprava zjednodušená*	Priemerný deň (24 h) Špička samostatne	Individuálne cesty/ reťazce ciest
Lokálny	Obec	Časť obce (ZSJ) Časti väčších ZSJ	Osobná doprava multimod. Nákl. doprava zjednodušená*	Priemerný deň (24 h) Špička samostatne	Reťazce ciest / reťazce aktivít

*modelované je len pridelenie cestnej nákladnej dopravy

** modelovanie špičky v regionálnom modeli je potrebné len v závislosti od účelu modelu.

6.2.4 **Národný model** slúži na modelovanie prepravných vzťahov na úrovni SR. Je pokladom pri prípravu národnej dopravnej stratégie, koncepcie územného rozvoja SR a regionálnych dopravných modelov. Slúžia na predikciu scenárov budúceho stavu a vyhodnotenie rôznych opatrení a projektov, ktoré môžu ovplyvniť dopyt po preprave a smerovanie dopravy na národnej úrovni (napr. hlavné dopravné ťahy medzi regiónmi). Záujmové územie tvorí celé územie SR. Pre zonálne členenie v záujmovom území platí:

- zóna pozostáva zo skupiny obcí, väčšie mestá tvoria samostatné zóny,
- samostatnými zónami sú centrá dochádzky (regionálne spádové centrá a významné priemyselné lokality) od ich zázemia,
- je potrebné zachovať princíp územnosprávneho členenia, tak aby dopravné zóny ležali vždy v rámci administratívnych hraníc okresov,
- plošne rozsiahle mestá s viac ako 50 tis. obyvateľmi je vhodné rozdeliť do viacerých zón,

6.2.5 **Regionálny model** slúži na modelovanie prepravných vzťahov na úrovni regiónu. Je pokladom pri prípravu plánov udržateľnej mobility, územného plánu a lokálnych dopravných modelov. Slúžia na predikciu scenárov budúceho stavu a vyhodnotenie rôznych opatrení a projektov, ktoré môžu ovplyvniť dopyt po preprave a smerovanie dopravy na regionálnej úrovni (napr. dopravné ťahy medzi mestami a obcami). Záujmové územie tvorí územie vybraných samosprávnych krajov, príp. ich častí. Pre zonálne členenie v záujmovom území platí:

- zóna predstavuje obec, príp. skupina menších obcí, ktoré sú dostupné výhradne tou istou dopravnou komunikáciou,
- samostatnými zónami sú významné zdroje/ciele dopravy (napr. priemyselne/nákupné zóny) a odľahlé sídelné jednotky,
- regionálne centrá, resp. mestá s viac ako 10 tis. obyvateľmi je vhodné rozdeliť do viacerých zón,
- je potrebné zachovať princíp územnosprávneho členenia, tak aby dopravné zóny ležali vždy v rámci administratívnych hraníc okresov (príp. obcí), výnimkou môžu byť špecifické prípady, keď administratívna hranica rozdeľuje funkčne a charakterom jednotný celkom (napr. kompaktná zástavba, priemyselná prevádzka a pod.).

6.2.6 **Lokálny model** slúži na modelovanie prepravných vzťahov na úrovni mesta, resp. mikroregiónu. Je pokladom pri prípravu plánov udržateľnej mobility a územného plánu. Slúži na predikciu scenárov budúceho stavu a vyhodnotenie rôznych opatrení a projektov, ktoré môžu ovplyvniť dopyt po preprave a smerovanie dopravy na lokálnej úrovni (napr. mestská komunikácia). Záujmové územie tvorí územie vybraných obcí. Pre zonálne členenie v záujmovom území platí:

- zóna predstavuje základnú sídelnú jednotku (ZSJ), príp. skupina ZSJ, ktoré sú dostupné výhradne tou istou dopravnou komunikáciou,
- plošne väčšie ZSJ a vybrané ZSJ vyznačujúce sa odlišnou dostupnosťou siete verejnej dopravy je vhodné rozdelené do viacerých zón.

6.2.7 V strategických modeloch je potrebné každú obec (resp. základnú sídelnú jednotku v lokálnom modeli) a každú modelovanú zastávku verejnej dopravy reprezentuje aspoň jeden konektor, pre ktorý platí:

- dĺžka konektoru zodpovedá priemernému času prístupu zo zdroja cesty k miestu napojenia na modelovanú dopravnú sieť, a to samostatne pre jednotlivé druhy dopravy, príp. dopytové vrstvy (napr. peší presun k vozidlu a následný výjazd vozidla len pre osoby disponujúce automobilom, peší presun k používanej zástavke verejnej dopravy).
 - kapacita konektorov je obmedzená na očakávaný počet ciest smerujúci z a do danej obce (resp. základnej sídelnej jednotky).
- 6.2.8 V národnom modeli je nákladná doprava modelovaná podľa teórie štvorstupňového dopravného modelu uvedených v bode 5 s tým rozdielom, že:
- disponibilítami sú objemy produkcie tovaru v jednotlivých zónach a rozdelené sú podľa komoditných skupín (skupín združujúce podobné druhy prepravovaného tovaru),
 - atraktivitami sú objemy spotreby tovaru v jednotlivých zónach a rozdelené sú podľa komoditných skupín (skupín združujúce podobné druhy prepravovaného tovaru),
 - dopytové vrstvy sú kombináciami komoditných skupín v zdroji (disponibility) a cieľi cesty (atraktivity),
- 6.2.9 V regionálnom a lokálnom modeli nie je potrebné modelovať nákladnú dopravu podľa bodu 6.2.8. Postačuje nasledovný zjednodušený spôsob modelovania:
- Maticu prepravných vzťahov ani deľbu prepravných vzťahov nie je potrebné vytvárať, postačí prevzatie matíc z národného modelu, resp. iných dátových zdrojov,
 - Modeluje sa výhradne pridelenie nákladnej dopravy na cestnú sieť v súlade s bodom 5.5.13 a 6.2.3.

6.3 Taktické modely

- 6.3.1 Taktické modely sú vytvárané pre špecifický účel, ktorým je obvykle posúdenie konkrétneho opatrenia. Tieto modely preto nie je obvykle možné používať na iný účel, než pre ktorý boli vytvorené. Ich použitie na iný účel je možné až po primeranej úprave.
- 6.3.2 Taktické modely vychádzajúce z modifikovaných strategických modelov sa vyžadujú v prípadoch, keď je účelom modelu vyhodnotenie opatrenia, po ktorého realizácii sa v záujmovom území očakáva:
- výrazná zmena deľby prepravnej práce medzi jednotlivými druhmi dopravy, alebo
 - výrazná zmena pridelenia prepravných vzťahov v dopravnej sieti,
- 6.3.3 Pre taktické modely vytvorené podľa bodu 6.3.2 je možné uplatniť nasledujúce odlišnosti od strategických modelov:
- záujmove územie môže byť odlišné od administratívnych hraníc,
 - zonálne členenie môže byť detailnejšie v okolí posudzovaného úseku dopravnej siete a menej detailné vo rastúcej vzdialenosti,
 - dĺžka a počet modelovaných časových období môže byť odlišný v závislosti od špecifického správania sa dopravy v jednotlivých častiach dňa, ktoré je potreby vyhodnotiť (napr. potreba vyhodnotiť samostatne dopravnú špičku).
- 6.3.4 Unimodálny model sa neodporúča používať v prípade, ak sa v dlhodobej prognóze uvažuje s nárastom automobilizácie a s tým spojeným zmenám deľby prepravnej práce. Unimodálny model je vhodné zostaviť v prípade:
- ak v záujmovom území nie je dostupná železničná alebo vodná doprava alebo
 - realizácia projektu nespôsobí takú zmenu výšky generalizovaných nákladov jedného druhu dopravy oproti iným, ktorá by viedla k výraznej zmene deľby prepravnej práce medzi jednotlivými druhmi dopravy.

Aký typ modelu použiť?

Pri výbere správneho typu taktického modelu je vhodné postupovať podľa vodiacich otázok:

1. Je účelom modelu posúdiť unimodálne opatrenie?

- ak ÁNO, tak sa postupuje podľa bodu 2
- ak NIE, tak je potrebné vytvoriť multimodálny model

2. Dôjde realizáciou opatrenia k výraznému zvýšeniu atraktivity jedného druhu dopravy oproti druhému?

- ak ÁNO, tak je potrebné vytvoriť multimodálny model
- ak NIE, tak postačuje vytvoriť unimodálny model, toto nemusí platiť v prípade opatrení v cestnej doprave.

3. Dôjde realizáciou opatrenia k výraznej zmene smerovania dopravných prúdov v dopravnej sieti?

- ak ÁNO, tak je potrebné vytvoriť dopravný model s modelom pridelenia dopravy (obvykle v prostredí GIS), a to pre všetky druhy dopravy, kde sa táto zmena smerovania očakáva,
- ak NIE, tak nie je potrebné modelovať pridelenie dopravy v prostredí GIS.

4. Očakávajú sa po realizácii opatrenia výrazné zmeny v objeme a smerovaní dopravy aj mimo záujmového územia?

- ak ÁNO, je potrebné záujmové územie rozšíriť o všetky územia, kde sa očakávajú zmeny, prípadne zmeny v iných územiach a ich dopady kvantifikovať samostatne,
- ak NIE, postačuje vytvoriť model v detaile typizovaného strategického modelu.

5. Je cieľom opatrenia skrátiť zdržania a doby prejazdu len v špecifickom čase?

- ak ÁNO, tak je potrebné samostatne modelovať aj toto časové obdobie,
- ak NIE, tak postačuje dopravný model pre bežný (pracovný) deň.

6. Je cieľom modelu posúdiť primárne kapacitu komunikácii alebo testovať opatrenia na jej zvýšenie?

- ak ÁNO, je potrebné vytvoriť simulačný model,
- ak NIE, tak postačuje statický model.

6.3.5 Zjednodušené modelovanie dopytu,

- je možné v prípade sú dostupné matice prepravných vzťahov z existujúcich dátových zdrojov alebo vypočítané v inom dopravnom modeli,
- je preferovaný postup vždy, okrem prípadov, kedy je dopyt v budúcich časových horizontoch potrebné modelovať plne elasticky podľa bodu 9.2.10 a nie je možné uplatniť zjednodušené modelovanie dopytu.

6.3.6 Zjednodušené modelovanie delby prepravnej práce:

- je možné v prípade ak je vytváraný multimodálny dopravný model a jeho účelom je posúdiť výhradne unimodálne opatrenie, ktoré nevyvolá výraznú zmenu v dopyte po ostatných druhoch dopravy,
- pre ostatné druhy dopravy je možné určiť výšku generalizovaných nákladov zjednodušene, kde postačuje zahrnúť obvyklú dobu prepravy navýšenú vo verejnej doprave o priemerný čas čakania na spoj.

6.3.7 Zjednodušené modelovanie pridelenia dopravy

- je vhodné pre projekty, pri ktorých sa neočakáva výrazná zmena smerovania dopravného prúdu v dopravnej sieti, ale len presun časti dopravy z jedného dopravného ťahu na paralelný dopravný ťah,
- nie je nevyhnutné vytvárať dopravný model v prostredí GIS,
- je založené na analogických prístupoch, kde sú prevzaté aktuálne údaje o intenzitách a smerovaní dopravy získané dopravno-inžinierskymi prieskumami a prevzatím výstupov z iných modelov.

- 6.3.8 V prípade ak je dopravný model vytváraný za účelom posudzovania projektu na lokálnej alebo regionálnej úrovni, a jeho realizácia ovplyvní smerovania dopravy aj na vyššej úrovni (regionálnej alebo národnej, je potrebné samostatne modelovať dopyty na lokálnu a diaľkovú dopravu).
- 6.3.9 V prípade ak je cieľom dopravného modelu primárne posúdenie kapacity alebo priepustnosti vybranej časti dopravnej siete odporúča sa vytvoriť simulačný dopravný model. V takomto modeli:
- nie je potrebné modelovať del'bu prepravnej práce,
 - model dopyt je zjednodušený a založený na maticiach prepravných vzťahov získaných z externého prostredia (iný dopravný model, dopravné prieskumy, analýza dát a pod.).
 - dopytové vrstvy predstavujú kategórie dopravných prostriedkov.

7 Zdroje údajov

7.1 Úvod

- 7.1.1 Pre zostavu dopravného modelu je potrebné disponovať minimálne týmito dátovými podkladmi:
- údaje o disponibilítach (demografické údaje pre model osobnej dopravy, základné údaje o mobilite obyvateľstva, produkcia tovarov pre model nákladnej dopravy),
 - údaje a atraktivitách,
 - údaje o dopravnej infraštruktúre,
 - údaje o intenzitách dopravy na významných úsekoch záujmového územia.
- 7.1.2 Pri akomkoľvek preberaní podkladových údajov, najmä štatistických, je potrebné ich interpretovať v súlade s metodikou ich zberu a vyhodnotenia. Je potrebné zohľadniť skutočnosť, že vybrané údaje nemusia plne zodpovedať potrebám zostavy dopravných modelov. V takomto prípade je potrebné tieto údaje primerane upraviť. V prípade, ak ich úprava nie je možné získať relevantné podklady, odporúča sa použiť iné údaje alebo vykonať doplnujúce analýzy alebo štatistické zisťovania.
- 7.1.3 Pri preberaní oficiálnych štatistických prehľadov je potrebné zohľadniť najmä:
- nesúlad údajov o skutočnom počte obyvateľov s oficiálnymi údajmi o trvalom a prechodnom pobyte alebo údajmi o obvyklom pobyte,
 - nesúlad údajov o mieste (okrese) registrácie motorového vozidla s obvyklou lokalitou využívania tohto vozidla,
 - nesúlad medzi údajmi o dopravných prúdoch vo verejnej doprave a skutočného počtu prepravených cestujúcich.
- 7.1.4 Pri zostave, kalibrácii a validácii dopravného modelu je potrebné vychádzať vždy z údajov, ktoré sú vierohodné a reprezentatívne. Odporúča sa eliminovať zdroje neistoty, ktorými môžu byť:
- chyby merania, nepresnosť výpočtov, chyby v zlučovaní a spracovaní údajov,
 - nesprávna interpretácia údajov a ich nevhodné použitie,
 - nesúlad miery detailu údajov a dopravného modelu.

7.2 Údaje o dopyte

- 7.2.1 Pre modelovanie dopytu v osobnej doprave je potrebné získať minimálne:
- údaje o počte obyvateľov v členení na požadované demografické skupiny,
 - údaje o distribúcii osobných automobilov, v prípade ak účel modelu vyžaduje zohľadňovanie jej zmenu v prognóze,
- 7.2.2 V prípade ak nie je dostupný údaj o počte obyvateľov s dostupnosťou osobného automobilu, je potrebné túto hodnotu odvodiť z počtu obyvateľov a počtu automobilov, a to na báze dostupnosti automobilu v domácnosti. Je potrebné tiež zohľadniť skutočnosť, že v časti domácnosti je dostupný viac než jeden automobil a podiel týchto domácnosti sa môže v rôznych scenároch meniť.
- 7.2.3 Pre modelovanie dopytu v nákladnej doprave je potrebné disponovať potrebnými údajmi o produkcii tovaru a surovín.

7.2.4 V prípade, ak modelovanie dopytu prebieha zjednodušene (podľa bodu 6.2.9 alebo 0), je potrebné získať údaje o prepravných (dopravných) prúdoch medzi konkrétnymi reláciami (dopravné zóny, zastávky verejnej dopravy, terminály nákladnej dopravy). Bližšie informácie k údajom o dopravných prúdoch sú uvedené v časti 7.4.

7.2.5 Údaje o atraktivitách v osobnej doprave by mali byť založené na skutočnom počte:

- pracovných príležitostí,
- žiakov (študentov) v školách,
- návštev zdravotníckych zariadení, úradov, maloobchodných prevádzok a pod.

7.2.6 V prípade ak nie je možné získať skutočné počty podľa bodu 7.2.5 je možné ich zjednodušene odvodiť z údajov o počte zariadení (pracovnísk, škôl, úradov, zdravotných zariadení, maloobchodu a pod.) so zohľadnením ich významu alebo počtu obyvateľov podľa demografických skupín.

7.2.7 Odporúčané zdroje údajov pre modelovanie dopytu sú:

Typ údajov	Zdroj dát	Držiteľ údajov
Zamestnanosť	Evidencia vymeriavacích základov	Sociálna poisťovňa
	Register účtovných závierok	Finančná správa SR
Nezamestnanosť	Evidencia nezamestnaných	Ústredie práce, sociálnych vecí a rodiny
Demografické údaje	Register obyvateľov	Ministerstvo vnútra SR
	Prehľady o počte obyvateľov	Štatistický úrad SR
Údaje o atraktivitách	Mestská a obecná štatistika	Štatistický úrad SR
Automobilizácia	Evidencia vozidiel	Ministerstvo vnútra SR
Údaje o produkcii tovarov a komodít	Odvetvové štatistiky	Štatistický úrad SR

7.2.8 Bližšie informácie o potrebných údajoch pre modelovanie dopytu v scenároch budúceho stavu sú uvedené v časti 9.5.

7.3 Údaje o mobilite

7.3.1 V rámci zostavy strategických modelov je potrebné disponovať samostatne pre všetky uvažované dopytové vrstvy (demografické skupiny, účely ciest, príp. druhy dopravy a časové obdobia) týmito údajmi:

- hybnosť (priemerný počet ciest vykonaný 1 osobou za 24 h) [trip rate],
- priemerná dĺžka cesty a štatistické rozdelenie dĺžky ciest,
- priemerné trvanie cesty a štatistické rozdelenie trvania ciest,

7.3.2 Dáta je možné získať z prieskumov mobility vykonaných v minulosti. Odporúča sa používať údaje platné pre sledovaný región. Alternatívne je možné použiť hodnoty platné pre SR získané počas národného prieskumu mobility z roku 2015. Zásadne sa neodporúča používať údaje staršie ako 8 rokov.

7.3.3 V prípade, ak neexistujú vhodné dáta podľa bodu 7.3.2, je potrebné vykonať prieskum mobility a vyhodnotiť ho v súlade s požiadavkami na údaje pre zostavu dopravného modelu, najmä segmentáciu modelu (dopytové vrstvy - účely ciest, demografické skupiny).

7.3.4 V prieskume mobility je potrebné získať tieto minimálne údaje:

- údaje o cestách na báze denníka ciest (zoznam ciest v sledovanom dni pre viac ako 50 % členov domácnosti, pre každú cestu sa určí jej dĺžka, trvanie, čas a miesto začiatku, čas a miesto konca, použité druhy dopravy, účel cesty)
- údaje o respondentovi (vek, demografická skupina, pohlavie)
- údaje o domácnosti (dostupné druhy dopravy, príjmová úroveň)

7.4 Údaje o dopravných a prepravných prúdoch

7.4.1 Údaje sú nevyhnutné pre správnu kalibráciu a validáciu dopravného modelu. Vo vybraných prípadoch je možné tieto údaje použiť v rámci zjednodušeného výpočtu modelu dopytu. Pre toto je potrebné získať spoľahlivé empirické údaje o smerovaní dopravy (napr. mýtny systém, pohyby SIM karty a pod.).

- 7.4.2 Údaje je potrebné získať v štruktúre a forme kompatibilnej s požiadavkami na zostavu dopravného modelu a jeho štruktúrou. Umiestnenie a výber typov dopravných prieskumov je preto potrebné dôkladne zvážiť a zdokumentovať v správe o dopravnom modeli.
- 7.4.3 Vo všeobecnosti je potrebné získať tieto údaje o dopravných (prepravných) prúdoch:
- intenzita dopravy = počet vozidiel/osôb (na hrane; úseku cesty, železnice, linky verejnej dopravy),
 - smerovanie dopravy = smerovanie vozidiel/osôb v uzle, resp. komplexnom uzle,
 - dopravné/prepravné vzťahy = smerovanie vozidiel/osôb medzi dopravnými zónami,
- 7.4.4 Údaje o intenzitách dopravy (prepravy) sa odporúča získať vždy,
- 7.4.5 Údaje o smerovaní dopravy (prepravy) a prepravných vzťahoch je potrebné získať vo významných uzloch a tiež v lokalitách, kde sa plánuje opatrenie, ktoré môže mať vplyv na výber trasy alebo druhu dopravy:
- pri stavbe križovatky alebo zmeny jej signálneho plánu sú vhodné križovatkové prieskumy,
 - pri obchvatoch alebo projektoch, kde je relevantná väčšia prepravná vzdialenosť, sú potrebné najmä kordónové smerové dopravné prieskumy.
- 7.4.6 V modeloch, kde je modelovaná cestná doprava a zdržanie na križovatkách, je potrebné údaje o križovatkových pohyboch/zdržaniach získať pre všetky preťažené alebo výhľadovo preťažené križovatky alebo tam, kde toto zdržanie ovplyvňuje výber trasy alebo druhu dopravy.
- 7.4.7 Odporúčané zdroje údajov o dopravných a prepravných prúdoch sú:

Typ údajov	Zdroj dát	Držiteľ údajov
Profilové prieskumy		
Dopravné prúdy (úseky ciest)	Celoštátne sčítanie dopravy Doplňkové prieskumy	Slovenská správa ciest
Automatické sčítanie dopravy	Sčítače na cestnej sieti Doplňkové prieskumy	Národná diaľničná spoločnosť Slovenská správa ciest
	Mýtny systém	Národná diaľničná spoločnosť
	Elektronická diaľničná známka	Národná diaľničná spoločnosť
Dopravné prúdy (úseky železníc)	Prevádzkový informačný systém ŽSR	Železnice Slovenskej republiky
Smerové prieskumy		
Prepravné prúdy (verejná doprava, úseky liniek, relácie)	Predajný systém / Štatistika predaja cestovných dokladov	Jednotliví dopravcovia
Prepravné prúdy (spolu, relácie)	Analýza pohybu SIM kariet Doplňkové prieskumy	Jednotliví telekomunikační operátori
Prepravné/dopravné prúdy (úseky ciest, železníc, relácie)	Informačné systémy dopravcov Doplňkové prieskumy	Jednotliví dopravcovia

- 7.4.8 V rámci zostavy dopravného modelu nie je vhodné používať údaje staršie ako 3 roky alebo údaje popisujúce dopravnú situáciu pred 5 a viac rokov. Všetky údaje je potrebné prepočítať na jednotné referenčné obdobie a modelovaný scenár (rok).
- 7.4.9 V prípade, ak nie sú dostupné údaje v požadovanej miere detailu a aktuálnosti, je potrebné pred tvorbou dopravného modelu vykonať doplnkové dopravné prieskumy. Vo všeobecnosti odporúča vykonať nasledujúce doplnkové dopravné prieskumy:
- v cestnej doprave – meranie intenzít dopravy (preferované je automatické sčítanie dopravy), meranie rýchlosti prejazdu, smerové prieskumy, meria zdržaní a dĺžky kolón.
 - vo verejnej doprave - sčítania počtu cestujúcich, meranie obsadenosti vozidiel, smerové prieskumy (cestujúcich).

8 Kalibrácia a validácia

8.1 Úvod ku kalibrácii a validácii

- 8.1.1 Kalibrácia je proces nastavovania modelu, kde dochádza k úprave jeho parametre, tak, aby sa výstupy čo najviac približovali pozorovanému reálnemu stavu. Po dosiahnutí konečných hodnôt parametrov modelov je potrebné overiť a potvrdiť, či parametre a ich vplyv je adekvátny a zodpovedá realite. Proces overenia údajov skalibrovaného modelu sa nazýva validácia. Validita modelu predstavuje jeho schopnosť predpovedať výstupy.

- 8.1.2 Validácia je finálny test správnosti modelu, do akej miery je model schopný simulovať skutočné pomery dopravného dopytu (prepravné vzťahy, delbu prepravnej práce, dopravné intenzity).
- 8.1.3 Základným predpokladom správnej validácie je oddelenie údajov použitých pre kalibráciu a pre validáciu. Údaje pre kalibráciu aj validáciu sú svojím charakterom veľmi podobné, pretože ide o ukazovatele, ktoré merajú výkonnosť, štruktúru a priestorovú distribúciu dopravného dopytu (prepravné vzťahy, delba prepravnej práce, dopravné intenzity).
- 8.1.4 Pre kalibráciu modelu je potrebné vyčleniť dostatok času. Typicky trvá kalibrácia päť-krát dlhšie ako prvotné vytvorenie modelu súčasného stavu.
- 8.1.5 Pre kalibráciu je potrebné použiť iné údaje ako pre následnú validáciu modelu, a to fyzicky (iný dátový súbor), typovo alebo geograficky. Použité nástroje môžu byť podobné, alebo aj rovnaké.
- 8.1.6 Dostatočnú mieru zhody (validitu) s empiricky zistenými parametrami je potrebné dosiahnuť pre model súčasného stavu (viac v bode □). Ostatné modelované scenáre je potrebné validovať na základe:
- testovania reálnosti a
 - testovanie citlivosti.

8.2 Testovanie reálnosti a citlivosti

- 8.2.1 Testovanie reálnosti predstavuje meranie odozvy modelu na zmenu vstupných premenných a testovanie citlivosti predstavuje meranie odozvy modelu na zmenu všetkých kľúčových parametrov. Cieľom je dosiahnuť realistickú odozvu, ktorá zodpovedá nezávislým pozorovaniam (súčasným alebo minulým). Vo všeobecnosti by odozva modelu na relatívne malú zmenu vstupných premenných alebo parametrov nemala viesť k výrazným zmenám v dopyte, hodnote generalizovaných nákladov a jej zložiek, delby prepravnej práce alebo pridelení dopravy.
- 8.2.2 Testovanie citlivosti je potrebné vykonať minimálne na zmeny vo funkcii generalizovaných nákladov a jej zložiek ako napr. zmena cestovných časov, zmena cestovného, zmena prevádzkových nákladov a pod.
- 8.2.3 Testovanie reálnosti sa odporúča vykonať na zmeny v jednotlivých parametroch modelu ako napr. funkcia delby prepravnej práce, funkcia pridelenia dopravy, funkcie zdržania a pod.

8.3 Postup kalibrácie

- 8.3.1 Vlastný postup kalibrácie je potrebné vykonať nasledovne:
- porovnať modelované parametre so skutočnosťou a prijať tie, ktoré sú dôveryhodné,
 - zahájiť kalibráciu ostatných parametrov, ich počet obmedziť na spracovateľné množstvo,
 - ako prvé kalibrovať globálne parametre ovplyvňujúce celý model,
 - následne kalibrovať ostatné parametre, ktoré ovplyvňujú časť modelu.
- 8.3.2 Kalibráciu je potrebné vykonať v každej fáze modelovania. Kalibrované môžu byť použité vstupné údaje aj funkcie modelu. Odporúčaný postup a vhodné zdroje údajov:

Fáza kalibrácie	Modelovaná hodnota	Kalibračné údaje
Model dopytu	Počet zdrojov ciest	Údaje o disponibilítach
	Počet cieľov ciest	Údaje o atraktivitách
	Štatistické rozdelenie dĺžky/trvania ciest	Údaje o mobilite
	Počet prepravných vzťahov podľa relácií	Matica prepravných vzťahov
Model pridelenia dopravy	Zdržania na dopravnej sieti (dĺžka, trvanie)	Doplnkové dopravné prieskumy
	Trvanie cesty	Doplnkové dopravné prieskumy Navigačný software (Plánovač ciest)
	Voľba dopravného prostriedku	Doplnkové dopravné prieskumy Prieskum mobility
	Veľkosť dopravných/prepravných prúdov	Údaje o dopravných/prepravných prúdoch
	Obrat cestujúcich v zastávkach verejnej dopravy	Doplnkové dopravné prieskumy Údaje o dopravných/prepravných prúdoch

8.3.3 Porovnanie modelovaných parametrov je možné realizovať na niekoľkých úrovniach, a to napr. samostatne pre jednotlivé dopytové vrstvy, geografické celky a pod.

8.4 Cestná sieť

- 8.4.1 Cestnú sieť je primárne potrebné nastaviť podľa meraní voľného (nezaťaženej) prejazdu medzi zónami. Vzďialenosti a rýchlosti na úsekoch medzi obcami musia preukázateľne korešpondovať s dostupnými reálnymi údajmi. Reálne údaje sú dostupné z navigačných softvérov alebo plánovačov ciest. Odporúčaný postup je nasledovný:
- Cestovné časy medzi zónami bez zaťaženia sú časy, v ktorých je prejazd voľný, spravidla medzi 00.00 a 04.00 h. Dáta na overenie môžu pochádzať z plánovačov ciest, smerovými prieskumami a časmi prejazdov medzi automatickými sčítačmi dopravy, z Národného systému dopravných informácií, alebo vlastnými prieskumami prepravných časov, pokiaľ sú odchýlky dostatočne nízke,
 - Treba vzájomne porovnať jazdné časy medzi významnými sídlami vnútri dotknutého regiónu a aj veľkými sídlami na okraji regiónu. Vzájomné vzdialenosti a časy medzi vnútornými sídlami by sa mali rozumne zhodovať. Tiež by sa mali zhodovať časy medzi vnútornými a vonkajšími sídlami. Zhoda medzi vonkajšími sídlami nie je potrebná, pretože najkratšia cesta môže viesť mimo dotknutého regiónu a teda nemusí byť v modeli obsiahnutá,
 - Je potrebné preveriť správnosť intrazonálnych vzdialeností a prepravných časov. Intrazonálne vzdialenosti sú vo všeobecnosti vyrátané ako polovica priemernej vzdialenosti potrebnej na prechod z jedného konca zóny na druhý. V prípade zón, ktoré sú tvarovo podobné kruhom, je vhodné vypočítať intrazonálnu vzdialenosť ako odmocninu rozlohy zóny vydelenej číslom pi (3.14) ($\sqrt{\text{rozloha}/\pi}$). Pre iné tvarovanie zón je potrebné nájsť iný vzorec. Pre intrazonálne prepravné časy je potrebné uistiť sa, že matica je v minútach, nie kilometroch.
 - Napojenie zón konektormi a kapacity ciest by sa nemali v procese modelovania dopytu a prognóz meniť. V prípade zmien, napríklad výstavby novej cesty alebo linky, ktorá priamo obsluhuje zónu, alebo úpravy podľa projektov v územných plánoch, je potrebné ich v sprievodnej správe jasne zdokumentovať a odôvodniť.

8.5 Matice prepravných vzťahov

- 8.5.1 Matica prepravných vzťahov musí vierohodne odrážať realitu, napríklad overením najvýznamnejších dopravných vzťahov medzi zónami.
- 8.5.2 Distribúcia krátkych, stredných a dlhých ciest v modeli by mala odrážať pomer prepravných výkonov (osobokm) týchto ciest získaných z prieskumov mobility, predajných systémov verejnej dopravy alebo iných prieskumov.
- 8.5.3 Matice prepravných vzťahov je možné validovať pomocou smerových prieskumov, dát z predajných systémov verejnej dopravy pomocou dotazníkov alebo iných prieskumov.
- 8.5.4 Matice prepravných vzťahov je možné kalibrovať pomocou SIM dát, štatistických údajov o mieste zamestnania obyvateľov, alebo iných dát, ktoré neboli použité na kalibráciu.
- 8.5.5 Po zbehnutí všetkých iterácií modelu pri tvorbe nových matíc prepravných vzťahov sa tieto neodporúča upravovať automatizovanými matematickými postupmi na úpravu matice, ktoré dopravné softvéry ponúkajú. V prípade úpravy už existujúcej matice, napríklad pri preberaní modelu z iného projektu, je v niektorých prípadoch možné tieto postupy použiť.

8.6 Posudzovanie miery zhody

- 8.6.1 Pri zostave modelu je potrebné definovať požadované ciele, ktorých splnenie určí správnosť kalibrácie modelu. Tieto ciele by mali byť založené na požadovanej miere zhody modelovaného stavu a skutočnosti. Požadovanú mieru zhody je potrebné dosiahnuť minimálne v záujmovom území.
- 8.6.2 Pri kalibrácii a validácii sa odporúča používať nasledujúce metódy merania zhody:
- absolútna alebo relatívna odchýlka modelovaných objemov dopravy/prepravy.

- posudzovanie zhody štatistickými metódami (napr. korelácie, štatistické testovanie, GEH štatistika a pod.).

8.6.3 Kalibračné kritéria, ktoré je potrebné využiť na posúdenie a následnú validáciu dopravného modelu, väčšina ktorých je odvodených zo smerových alebo profilových prieskumov:

Fáza kalibrácie	Kritérium	Požadovaná miera zhody
Cestovné časy	Odchýlka modelovaných a skutočných cestovných časov by nemala byť viac než 1 min, resp. 15 %.	85 % relácií
Objem dopravných/prepravných vzťahov (zdroj-cieľ)	Rozdiel medzi modelovanými objemami dopravy a hodnotami z jednotlivých kontrolných bodov, resp. kordónov by mal byť menej ako 5 % v cestnej doprave a 15 % vo verejnej doprave oproti.	95 % prípadov
	Vo verejnej doprave rozdiel medzi celkovými modelovanými objemami dopravy a skutočnosťou by mal byť menej ako 15 % a na jednotlivých úsekoch siete menej ako 25 %.	Vždy
Objem dopravy na hrane alebo v uzle	Rozdiel modelovaných a skutočných intenzít najviac 15 % pre intenzity medzi 700 a 2700 voz./h	85 % prípadov
	Rozdiel modelovaných a skutočných intenzít najviac 400 voz./h pre intenzity do 2700 voz./h	85 % prípadov
	GEH < 5	85 % prípadov

Zdroj: Metodika dopravného modelovania Spojeného kráľovstva (Department for Transport, 2014c, 2014d)

8.6.4 Výsledky kalibrácie podľa vyššie uvedenej tabuľky je potrebné zahrnúť do sprievodnej správy o dopravnom modeli v časti správy o kalibrácii a validácii (10.1.3).

9 Scenáre dopravného modelu

9.1 Úvod

9.1.1 Scenárom dopravného modelu sa rozumie súbor predpokladov, na základe ktorých je vytvorený dopravný model. Každý modelovaný scenár je vytvorený pre viacero časových horizontov. Počet scenárov a počet časových horizontov zodpovedá účelu dopravného modelu.

9.1.2 Scenáre dopravného modelu sú:

- Základný scenár:
 - Model súčasného stavu (terajší rok alebo najviac 3 roky dozadu, kalibrovaný a validovaný na relevantných dátach, definovaný bližšie v 9.1.3)
 - Model nulového stavu (stav v budúcnosti bez realizácie investície, tiež známy pod pojmom „Business as usual“, možnosti sú bližšie definované v 9.1.5, 9.1.7 alebo 9.2)
- Prípadový scenár budúcnosti, kde sa investícia realizovala:
 - pre scenáre založené na súčasnom dopyte (detail 9.1.5)
 - pre taktické modely (detail v 9.3)
 - pre strategické modely (detail v 9.4)

9.1.3 V rámci scenára dopravného modelu sa ďalej definujú:

- Alternatívy projektu, pod ktorými sa rozumie najmä funkčne odlišné riešenie s dopadmi na makroskopickej úrovni. V prípade pozemných komunikácií ide najmä o alternatívy s úpravou existujúcej a s výstavbou novej infraštruktúry, diaľničné a cestné alternatívy, alternatívy s výrazne odlišným vedením v širšom území technicky významne odlišné riešenie (povrchové voči tunelovému, s dlhým mostom) a pod. Základnou, tzv. nulovou alternatívou projektu je vždy alternatíva bez projektu („do nothing“ alebo „do minimum“). Každá alternatíva môže, ale nemusí mať viacero variantov,
- Varianty projektu, pod ktorými sa rozumie najmä odlišné technické riešenie s dopadmi len na miestnej úrovni. V prípade pozemných komunikácií ide najmä o čiastočne rozdielne trasovanie navrhovaných ciest, rozdielne šírkové usporiadanie, usporiadanie križovatiek a pod.

9.1.4 Pre každý dopravný model je nutné vytvoriť základný scenár, ktorý reprezentuje súčasný stav, resp. jeho najpravdepodobnejšie pretrvanie do budúcnosti. Základný scenár je potrebné vytvoriť minimálne pre súčasný časový horizont, čím vznikne tzv. model súčasného stavu. Tento je

potrebné vytvoriť na základe vstupných údajov s najvyššou presnosťou a aktuálnosťou. Modelovaný súčasný časový horizont nesmie byť starší ako 3 roky od roku, v ktorom je dopravný model vytvorený.

9.1.5 Pre potreby tejto metodiky sú definované dve základné skupiny scenárov:

- scenáre založené na súčasnom dopyte,
- scenáre založené na budúcom dopyte.

9.1.6 **Scenáre založené na súčasnom dopyte** neuvažujú so zmenami matice prepravných vzťahov. Predpokladajú, že nedochádza k zmenám využitia územia (rozmiestnenie disponibilít a atraktivít), ekonomickej aktivity a takým zmenám funkcie nákladov (zmeny cien a poplatkov, zmeny cestovných a čakacích časov), ktoré môžu dlhodobo ovplyvniť celkové prepravné vzťahy. Scenár sa odporúča vytvoriť s cieľom posúdiť dopady dopravných opatrení alebo mimoriadnych situácií ako je napr. obmedzenie alebo spoplatnenia vjazdu vozidiel, reorganizácia verejnej dopravy, uzávierka cesty a pod.

9.1.7 V prípade vytvorenia modelu so scenárom založeným na súčasnom dopyte je potrebné dodať:

- model súčasného stavu a
- model pre každú nezávislú zmenu v dopravnom opatrení (každý variant a subvariant).

9.1.8 **Scenáre založené na budúcom dopyte** uvažujú so zmenami matice prepravných vzťahov. Predpokladajú, že dochádza k zmenám využitia územia (rozmiestnenie disponibilít a atraktivít), ekonomickej aktivity a takým zmenám funkcie nákladov, ktoré môžu dlhodobo ovplyvniť celkové prepravné vzťahy. Scenár je potrebné vytvoriť vždy, keď je cieľom modelom získať prognózu dopytu v budúcnosti, a to v nadväznosti na očakávané zmeny vo využití územia (napr. výstavba nových lokalít zdrojov a cieľov ciest), realizáciu investičných projektov alebo iných opatrení.

9.1.9 V prípade vytvorenia modelu so scenármi založenými na budúcom dopyte je potrebné dodať:

- model súčasného stavu,
- model základného scenára (nulového stavu) pre každé budúce modelované obdobie a
- model pre každú nezávislú zmenu cestnej dopravy pre každé budúce modelované obdobie. Detailnejší opis je v 9.3 a 9.4.

9.2 Scenáre založené na budúcom dopyte

9.2.1 Pre potreby tejto metodiky sú scenáre budúcom dopyte rozdelené nasledovne:

- Scenáre budúceho stavu pre taktické modely,
- Scenáre budúceho stavu pre strategické modely

9.2.2 Pre každý modelovaný scenár a časový horizont je potrebné vytvoriť samostatnú maticu prepravných vzťahov a samostatnú výšku generalizovaných nákladov, vychádzajúc z očakávaných zmien týchto premenných:

- využitie územia (veľkosť a umiestnenie atraktivít a disponibilít vrátane zmeny dostupnosti osobného automobilu),
- charakteristika dopravnej infraštruktúry (sieť, kapacita, cestovné časy, zdržania na križovatkách, rozmiestnenie a kapacita parkovísk)
- charakteristika verejnej dopravy (sieť, cestovné časy, intervaly)
- finančné náklady (prevádzkové náklady, poplatky, cestovné vo verejnej doprave)
- kvalita prepravy vrátane priemernej obsadenosti (napr. vozidlový park, preplnenosť verejnej dopravy),
- vyvolané prevádzkové opatrenia (napr. reorganizácia siete verejnej dopravy v prípade otvorenia novej trate)
- ekonomický rast,
- hodnota času,
- budúce parametre spotreby palív.

9.2.3 V prípade ak v jednotlivých scenároch dochádza k zásadným zmenám pridelenia dopravy alebo využitia kapacity infraštruktúry alebo liniek verejnej dopravy je potrebné uvažovať s dopadmi, ktoré s vysokou pravdepodobnosťou nastanú z prevádzkových alebo finančných dôvodov ako sú napr. zmeny signálnych plánov križovatiek alebo zmeny v ponuke verejnej doprave.

- 9.2.4 Objem budúceho dopytu v základnom scenári je závislý výhradne od zmeny disponibilít (zmena počtu obyvateľov podľa veku, ekonomickej aktivity a dostupnosti automobilu). Prípadná zmena distribúcie ciest môže byť ovplyvnená očakávanými prirodzenými zmenami atraktivít alebo generalizovaných nákladov.
- 9.2.5 V prípade ak bol model súčasného stavu zostavený zjednodušene podľa bodu podľa bodu 0 je možné prognózovať budúci dopyt zjednodušene:
- prevzatím výstupov z iného dopravného modelu,
 - indexáciou matice prepravných vzťahov základného scenára pre daný časový horizont.
- 9.2.6 Indexáciu podľa bodu 9.2.5 sa odporúča vykonať na základe očakávaných zmien disponibilít a atraktivít, príp. ekonomickej rastu vrátane možnosťou zohľadniť sekundárne efekty (ako napr. rast príjmov a s tým spojený rast dĺžky ciest alebo počtu ciest vybraných účelov).
- 9.2.7 Modelovanie budúceho dopytu v ďalších modelovaných scenároch je možné nasledujúcimi spôsobmi:
- fixne (fixed demand), kedy je prevzatá matica prepravných vzťahov základného scenára pre daný časový horizont,
 - čiastočne elasticky (own cost elasticity), kedy je čiastočne upravená matica prepravných vzťahov základného scenára pre daný časový horizont,
 - plne elasticky (full variable demand), kedy je vytvorená nová matica prepravných vzťahov nezávislá na matici prepravných vzťahov základného scenára pre daný časový horizont.
- 9.2.8 **Fixné modelovanie dopytu** je možné uplatniť len pre unimodálne taktické modely vytvorené za účelom posúdenia opatrenia, ktorého realizácia nespôsobí výraznú zmenu generalizovaných nákladov, ktorá by viedla k významnému presunu dopravy medzi jednotlivými druhmi dopravy alebo nárastu dopytu (tzv. indukovanú dopravu).
- 9.2.9 **Čiastočne elastické modelovanie dopytu** je možné uplatniť len pre unimodálne taktické modely železničnej alebo verejnej dopravy. K zmene objemu prepravných vzťahov dochádza len na reláciách, kde došlo k zmene generalizovaných nákladov. Objem zmeny je funkciou zmeny generalizovaných nákladov.
- 9.2.10 **Plne elastické modelovanie dopytu** sa odporúča pre multimodálne modely a unimodálne taktické cestné modely vytvorené za účelom posúdenia opatrenia, ktorého realizácia spôsobí výraznú zmenu generalizovaných nákladov, ktorá bude viesť k presunu dopravy medzi jednotlivými druhmi dopravy alebo nárastu dopytu (tzv. indukovanú dopravu). K zmene objemu prepravných vzťahov dochádza spravidla na všetkých reláciách v záujmovom území a je preto potrebné vytvoriť novú maticu prepravných vzťahov.

9.3 Scenáre založené na budúcom dopyte pre taktické modely

- 9.3.1 V taktických dopravných modeloch je modelovaný súčasný stav a sú modelované aj tieto scenáre budúceho stavu:
- základný scenár (nulový stav),
 - ďalšie modelované scenáre podľa požiadaviek štúdie uskutočniteľnosti alebo zadania.
- 9.3.2 Každý scenár je modelovaný v minimálne 2 časových horizontoch, prvým je rok spustenia projektu a druhým je posledný rok referenčného obdobia. Každý modelovaný scenár je porovnaný voči základnému scenáru.
- 9.3.3 Pre základný scenár platí:
- zohľadňuje prirodzený vývoj využitia krajiny a ekonomiky (rozmiestnenie atraktivít, disponibilít vrátane zmeny zamestnanosti, dostupnosti automobilu a príjmov),
 - zohľadňujú sa len tie zmeny v dopravnej infraštruktúre, dopravnej politike a ponuke verejnej dopravy, ktoré sú záväzne odsúhlasené, resp. v realizácii,
- 9.3.4 Základný scenár sa odporúča modelovať aj ďalších dvoch samostatných podscenárov založených na odlišných mierach rastu dopytu vyjadrených parametrom „p“, a to
- vysoký scenár, kde dopyt rastie rýchlejšie než v základom scenári a hodnota parametra „p“ je kladný,

- nízky scenár, kde dopyt rastie pomalšie než v základom scenári a hodnota parametra „p“ je záporná.

9.3.5 Podľa skúseností zo Spojeného kráľovstva (Department for Transport, 2017) sa odporúča vysoký a nízky scenár modelovať nasledovne:

- dopyt v druhom roku referenčného obdobia zodpovedá dopytu základného scenára zvýšeného o jeho 1 x p násobok,
- dopyt v 36. roku referenčného obdobia zodpovedá dopytu základného scenára zvýšeného o jeho 6 x p násobok.
- proporcia rastu dopytu je kvadratická.
- pre unimodálny cestné modely sa odporúča hodnota $p = \pm 2,5 \%$,
- pre unimodálne modely verejnej dopravy sa odporúča hodnota $p = \pm 1,5 \%$
- pre unimodálne železničné modely sa odporúča hodnota $p = \pm 1,5 \%$
- pre multimodálne modely sa odporúča hodnota $p = \pm 2 \%$

9.4 Scenáre budúceho stavu pre strategické modely

9.4.1 V strategických modeloch je modelovaný súčasný stav a každý scenár budúceho stavu je modelovaný minimálne v troch časových horizontoch:

- približne 5 rokov od modelu súčasného stavu,
- približne 10 rokov od modelu súčasného stavu,
- približne 30 rokov od modelu súčasného stavu.

9.4.2 Základný scenár budúceho stavu je vhodné modelovať aj vo vysokom a nízkom podscenári zostavených podľa bodov 9.3.4 a 9.3.5.

9.4.3 Odporúča sa modelovať aj ďalšie modelované scenáre, ktorých cieľom je posúdiť možné dopady zmien uvedených v bode 9.2.2. Všetky modelované scenáre je potrebné porovnať so základným scenárom. Presný počet a charakteristiku ďalších modelovaných scenárov určia zadávacie podmienok pre konkrétny dopravný model.

9.4.4 Dopyt vo všetkých scenároch je potrebné modelovať plne elasticky podľa bodu 9.2.10.

9.5 Zdroje údajov pre prognózu

9.5.1 V snahe o elimináciu neistôt sa odporúča, aby všetky vstupné údaje pre zostavu budúcich scenárov vychádzali primárne zo:

- spoľahlivých prognóz, nie starších ako 3 roky,
- súčasných hodnôt upravených o očakávané a najpravdepodobnejšie zmeny v budúcnosti.

9.5.2 Všetky údaje by mali byť spracované v rovnakej miere detailu ako pri zostavu modelu súčasného stavu. V prípade ak prognózované údaje v takejto miere detailu nie sú dostupné, je potrebné ich odvodiť. Pri odvodení by mali byť zohľadnené miestne odchýlky a špecifiká, príp. historický vývoj.

9.5.3 Údaje o atraktivitách by mali zohľadniť plánované strategické alebo rozvojové dokumenty ako napr. územné plány, prognózy EÚ alebo ohlásené zámery na výstavbu alebo presun zariadení s významným cieľom ciest vrátane prognózy rastu ekonomiky.

9.5.4 Údaje o disponibilítach by mali vychádzať z:

- očakávanej populačnej prognózy,
- trendov začatých v minulosti alebo skúseností zo zahraničia,
- očakávanej prognózy rastu ekonomiky a následného rastu zamestnanosti a príjmov,
- očakávanej zmene dostupnosti automobilu.

9.5.5 Pri modelovaní dopytu na základe ukazovateľov mobility sa dôrazne odporúča zohľadňovať skúsenosti zo zahraničia¹, z ktorých vyplýva, že:

¹ Bundesministerium für Verkehr 2010, Netherlands Institute for Transport Policy Analysis 2016, Department for Transport 2017c.

- priemerný počet ciest na obyvateľa v závislosti od účel cesty a demografickej skupiny (hybnosť [trip rate] je dlhodobo stabilný,
 - priemerná dĺžka cesty alebo trvanie cesty [trip length, trip duration] sa mení takmer výhradne v závislosti od zmeny výšky nákladov (najmä zmeny rýchlosti prepravy a finančných nákladov),
 - k nárastu počtu alebo dĺžky ciest dochádza takmer výhradne pri cestách za voľnočasovými aktivitami, a to v závislosti od rastu príjmov,
 - rastúca automobilizácia nevedie k nárastu podielu obyvateľstva s automobilom, ale prejavuje sa pribúdajúcim počtom domácností s dvomi a viacerými vozidlami.
- 9.5.6 Údaje o výške poplatkov, finančných a ekonomických nákladoch (napr. prevádzkové náklady, hodnoty času a pod.) a raste ekonomiky sa odporúča prevziať z metodiky CBA.
- 9.5.7 Odporúčané zdroje údajov pre disponibility:
- Populačná prognóza: Kraje a okresy Slovenska v demografickej perspektíve Populačná prognóza do roku 2040 (2019) INFOSTAT - Výskumné demografické centrum
 - Populačná prognóza: Prognóza obyvateľstva Slovenska do roku 2060 (2018)
 - Prognóza automobilizácie: Rast s ustálením na dlhodobých trendoch Európskej únie, okolo 500 vozidiel na 1000 obyvateľov do roku 2040 a ďalej.

10 Výstupy dopravného modelu

- 10.1.1 Súčasťou tvorby dopravného modelu je zabezpečenie relevantných výstupov. Zoznam a charakter výstupov zodpovedá účelu dopravného modelu a zadávacím podmienkam. Spravidla ide o grafické, tabelárne a textové výstupy opisujúce dopravu (prepravu) v jednotlivých modelovaných scenároch.
- 10.1.2 Súčasťou výstupov sú obvykle:
- kartogramy alebo kartodiagramy zobrazujúce objem prepravných (dopravných) tokov v jednotlivých úsekoch dopravnej siete, resp. medzi dopravnými zónami,
 - tabelárne výstupy obsahujúce informácie o parametroch a výkonnosti dopravnej siete, objemoch prepravy,
 - dátové súbory,
 - Správa popisujúca scenáre dopravného modelu a ich charakteristiky.
 - Správa popisujúce modelové predpoklady, štruktúru modelu a výpočtové procedúry.
- 10.1.3 Neoddeliteľnou súčasťou dopravného modelu je správa o dopravnom modeli. Správa obsahuje tieto informácie:
- zoznam a zdroje použitých vstupných údajov,
 - štruktúra a typ dopravného modelu,
 - postup modelovania dopytu (modelovanie disponibilít a aktivít),
 - postup modelovania pridelenia dopravy,
 - postup výpočtu generalizovaných nákladov
 - zahrnuté druhy dopravy (zoznam, postup modelovania, postup del'by prepravnej práce),
 - počet dopytových vrstiev a postup ich zostavy (demografické skupiny),
 - zoznam dopravných zón a ich parametrov,
 - zoznam a charakter modelovaných scenárov,
 - postup vytvorenia prognózy vrátane použitých údajov,
 - použité údaje pre kalibráciu a validáciu,
 - správa o kalibrácii a validácii,
 - správa o testovaní citlivosti.
- 10.1.4 Pre plnohodnotné využitie vytvoreného dopravného modelu a ďalšej práce s ním je potrebné, aby zadávateľ (objednávateľ) modelu disponoval všetkými relevantnými výstupmi, a to najmä:
- samotným dopravným modelom (napr. dátový súbor GIS, resp. iného typu software),
 - správe o dopravnom modeli
 - správe o výstupoch modelu.

11 Použité literárne zdroje

- [L1] „JASPERS Appraisal Guidance (Transport), The Use of Transport Models in Transport Planning and Project Appraisal,“ 2014. [Online]. Available: http://kc-sump.eu/wordpress/wp-content/uploads/2015/04/Upotreba-Modela-u-prometnom-planiranju_JASPERS_kolovoz-2014.pdf.
- [L2] Metodika pro tvorbu a hodnocení makroskopických dopravních modelů, CDV Brno , 2017
- [L3] „Travel forecasting resource: Land use-transport modeling,“ [Online]. Available: http://tfresource.org/Category:Land_use-transport_modeling. [Přístup získán 2017].
- [L4] P. AG, PTV VISUM manual 16, Karlsruhe, Germany: PTV AG, 2016.
- [L5] J. Čelko, D. Ďurčanská a kol., Dopravné plánovanie, Žilinská Univerzita v Žiline, EDIS, 2015
- [L6] U. Heidl a J. Schlaich, „State of the art of multimodal macroscopic transport modeling,“ v 6th International Symposium "Network for Mobility", Stuttgart, 2012.
- [L7] Hollarek T., Čorej J.: Komunikačná obsluha územnosprávneho celku. EDIS ŽU Žilina 2001, ISBN 80-7100-959-1
- [L8] Y. Hollander, Transport modelling for a complete beginner, CTthink!, 2016.
- [L9] Bowman a Ben-Akiva, „Activity-Based Travel Forecasting Conference Proceedings,“ 1996. [Online]. Available: <http://media.tmponline.org/clearinghouse/abtf/bowman.htm>.
- [L10] Schnabel, Lohse (1997): Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1997
- [L11] Trafico, VERKEHRSPROGNOSE ÖSTERREICH 2025, Viedeň 2009
- [L12] Ortúzar J., Willumsen L., Modelling Transport, 4th Edition, Wiley 2011
- [L13] Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR. TP 054 Inštrukcia o dopravnoinžinierskej dokumentácii, 2015
- [L14] Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR. TP 007 Projektovanie okružných križovatiek na cestných a miestnych komunikáciách, 2015
- [L15] Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR TP 102 Výpočet kapacít pozemných komunikácií, 2015
- [L16] Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR TP 070 Prognózovanie výhľadových intenzít na cestnej sieti do roku 2040, 2013
- [L17] Úrad pre normalizáciu, metronómiu a skúšobníctvo SR. STN 73 6110/Z2 Projektovanie miestnych komunikácií, 2015
- [L18] Department for Transport. TAG Unit M1.1 Principles of Modelling and Forecasting. 2014. [Online]. Available https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/427118/webtag-tag-unit-m1-1-principles-of-modelling-and-forecasting.pdf
- [L19] Department for Transport. TAG Unit M1.2 Data Sources and Surveys. 2014. [Online]. Available: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/427119/webtag-tag-unit-m1-2-data-sources-and-surveys.pdf
- [L20] Department for Transport. TAG Unit M2 Variable Demand Modelling. 2017. [Online]. Available: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/603266/webtag-tag-unit-m2-variable-demand-modelling-march-2017.pdf
- [L21] Department for Transport. TAG Unit M3.1 Highway Assignment Modelling. 2014. [Online]. Available: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/427124/webtag-tag-unit-m3-1-highway-assignment-modelling.pdf
- [L22] Department for Transport. TAG Unit M3.2 Public Transport Assignment Modelling. 2014. [Online]. Available:

- https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/427126/webtag-tag-unit-m3-2-public-transport-assignment-modelling.pdf
- [L23] Transport for London. Traffic Modelling Guidelines. TfL Traffic Manager and Network Performance, Best Practice. Version 3.0. 2010. [Online]. Available: <http://content.tfl.gov.uk/traffic-modelling-guidelines.pdf>
- [L24] Department for transport. National Travel Survey. 2017. [Online]. Available: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/551437/national-travel-survey-2015.pdf
- [L25] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Mobilität in Deutschland 2008. 2010. [Online]. Available: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/infas_MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf
- [L26] Netherlands Institute for Transport Policy Analysis: Mobility Report 2016. 2016. [Online]. Available: <https://english.kimnet.nl/binaries/kimnet-english/documents/reports/2016/10/24/mobility-report-2016/mobility+report+2016.pdf>