



## Príloha č. 1 – Opis predmetu zákazky

Verejný obstarávateľ Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava zadáva zákazku s názvom:  
**„Dopravné prieskumy a rozbor, zhotovenie a kalibrácia dopravného modelu“**

Kompletné informácie o predmetnej zákazke nájdete na tejto adrese:

<https://josephine.proebiz.com/sk/tender/78715/summary>

**Predmet zákazky:** Predmetom zákazky je realizácia komplexných dopravných prieskumov a analýz na území Hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislava, spracovanie získaných údajov, zhotovenie, kalibrácia a validácia multimodálneho dopravného modelu v prostredí PTV Visum (najnovšia verzia) alebo v plne ekvivalentnom softvérovom prostredí, vytvorenie emisného modelu a hlučného modelu pre súčasný stav (dátovo prepojených s dopravným modelom) a vypracovanie detailnej Analýzy priepustnosti cestnej siete. Súčasťou modelu bude aj komplexné spracovanie a modelovanie statickej dopravy (parkovanie), vrátane kapacít, tarifných podmienok a regulácií.

Pre zabezpečenie komplexnosti a presnosti je súčasťou plnenia Zhotoviteľa odborné dopravnoinžinierske spracovanie, čistenie, harmonizácia a integrácia rozsiahlych dátových súborov od tretích strán. Tieto zdrojové dáta (napr. od NDS, koncesionára D4/R7, ZSSK, BID, BSK, MD SR, ÚHP, IDP, ŠÚ SR) zabezpečí a poskytne Zhotoviteľovi bezodplatne Objednávateľ. Zhotoviteľ teda nenesie náklady na nákup týchto inštitucionálnych dát, ale nesie plnú technickú zodpovednosť za ich implementáciu do modelu.

**Účel modelu:** Hlavným účelom vytvoreného dopravného, emisného a hlučného modelu je slúžiť ako robustný a flexibilný nástroj pre:

- strategické dopravné plánovanie;
- komplexné environmentálne analýzy (emisie a hluk);
- modelovanie a vyhodnocovanie budúcich scenárov pre potreby Plánu udržateľnej mestskej mobility (SUMP) a Štúdie rozvoja dopravnej infraštruktúry (ŠRDI).

**Požiadavky na funkcionálnosť modelu:**



Zhotoviteľ je povinný zabezpečiť, aby bol model navrhnutý a pripravený na hodnotenie budúcich scenárov (prediktívna schopnosť) a ad-hoc analýz, ktoré budú realizované priamo internými dopravnými inžiniermi mesta. Model musí byť flexibilný a umožňovať minimálne nasledujúce typy analýz:

- výpočet vplyvu zmien v územnom rozvoji, štruktúre osídlenia a obyvateľstva, individuálnom dopravnom správaní, dostupnosti dopravnej ponuky a ekonomickej štruktúre na dopravný dopyt;
- analýzu a vyhodnotenie dopravných objemov podľa časových intervalov a účelov ciest;
- analýzu voľby dopravného módu;
- analýzu prepravných vzťahov zdroj–cieľ podľa účelu cesty a skupín osôb (O-D Matice vzťahov zdroj - cieľ);
- analýzu cestovných časov a priestorovej dostupnosti podľa druhu a skladby dopravy;
- posúdenie trvalých štrukturálnych opatrení (nová výstavba, rozšírenie, demolácia) a regulačných opatrení (napr. zníženie rýchlosti, nízkoemisné zóny, zákazy pre nákladnú dopravu);
- posúdenie dočasných zmien v dopravnej ponuke - v organizácii a riadení dopravy (stavebné uzávery, veľké podujatia, mimoriadne udalosti);
- plánovanie verejnej hromadnej dopravy (VHD) vrátane skladby vozidlového parku (autobusy, elektrobusy, trolejbusy, električky), cestovných poriadkov, vedenia liniek, zastávok, prestupných terminálov a tarify, vrátane grafických a mapových výstupov pre vizualizáciu zaťaženia siete VHD;
- hodnotenie opatrení na zníženie hluku a emisií;
- analýzu vplyvov zmien v organizácii dopravy;
- posúdenie dopadov zavádzania zdieľanej mobility;
- hodnotenie opatrení dynamického riadenia dopravy;
- posúdenie dopadov parkovacej politiky (PAAS);
- základné hodnotenie ekonomickej efektívnosti (investičné a prevádzkové náklady, analýza nákladov a prínosov - CBA) pri modelovaní budúcich scenárov.

Konkrétne modelovanie týchto budúcich scenárov nie je predmetom tejto zákazky, pokiaľ nie je výslovne uvedené v iných častiach opisu (predmetom je príprava modelu na tieto scenáre).



**Referenčný rok modelu:** Referenčný rok modelu je stanovený na kalendárny rok, v ktorom nadobudne účinnosť Zmluva o dielo so Zhotoviteľom Časti 3: Dopravný model, environmentálne modely a súvisiace analýzy. Všetky vstupné údaje, ktoré pochádzajú zo staršieho obdobia, je Zhotoviteľ povinný aktualizovať alebo extrapolovať na úroveň referenčného roku, pričom metodika tejto aktualizácie musí byť vopred odsúhlasená Objednávateľom.

### **Rozdelenie zákazky a koordinácia Zhotoviteľov**

Zákazka je rozdelená na tri samostatné, avšak vzájomne vecne a časovo prepojené časti. Uchádzač môže predložiť ponuku na jednu, dve alebo všetky tri časti zákazky.

#### **Časť 1: Dopravno-sociologické prieskumy**

Obsahom tejto časti je realizácia:

- 1.1 Dopravno-sociologického prieskumu (DSP);
- 1.2 Prieskumu deklarovaných preferencií (Stated Preference - SP).

Účelom je získať detailné a reprezentatívne údaje o dopravnom správaní obyvateľov, voľbe dopravného módu a preferenciách, ktoré budú slúžiť ako kľúčové vstupy pre tvorbu a kalibráciu modelu dopytu.

#### **Časť 2: Technické dopravné prieskumy**

Obsahom tejto časti je realizácia:

- 1.3 Automatického sčítania dopravy – ASD;
- 1.4 Smerového dopravného prieskumu (so záznamom EČV);
- 1.5 Križovatkového dopravného prieskumu.

Tieto prieskumy poskytujú kvantitatívne údaje o intenzitách dopravy, smerových vzťahoch a zaťažení križovatiek, ktoré sú nevyhnutné pre presnú kalibráciu a validáciu priradenia dopravy na sieť.

#### **Časť 3: Dopravný model, environmentálne modely a súvisiace analýzy**

Obsahom tejto časti je spracovanie:

- 2.1 Multimodálneho dopravného modelu (zhotovenie, kalibrácia, validácia);
- 2.2 Emisného modelu;
- 2.3 Hlukového modelu;
- 2.4 Analýzy priepustnosti cestnej siete.



Táto časť predstavuje jadro zákazky a zahŕňa komplexnú aktualizáciu multimodálneho dopravného modelu v prostredí PTV Visum (najnovšia verzia) alebo ekvivalentnom softvéri, vrátane integrácie environmentálnych modelov a vypracovania kapacitnej analýzy.

### Podmienky koordinácie a integrácie:

Vzhľadom na vzájomnú závislosť jednotlivých častí platia nasledujúce pravidlá:

- Hierarchia koordinácie: Keďže anonymizované výstupy z Časti 1 a Časti 2 predstavujú nevyhnutné vstupy pre Časť 3, Zhotoviteľ Časti 3 (Dopravný model, environmentálne modely a súvisiace analýzy) plní funkciu hlavného koordinátora a integrátora.
- Povinnosť súčinnosti: Zhotovitelia Časti 1 a Časti 2 sú povinní poskytovať plnú súčinnosť Zhotoviteľovi Časti 3, najmä pri definovaní formátu dát, granularity výstupov a harmonogramu odovzdania, aby bola zabezpečená bezproblémová integrácia do dopravného modelu.
- Zodpovednosť za integráciu: Zhotoviteľ Časti 3 zodpovedá za kontrolu kvality a integráciu dát dodaných z Časti 1 a 2. V prípade zistenia nedostatkov je oprávnený (prostredníctvom Objednávateľa) žiadať nápravu alebo doplnenie dát.

Ďalšie podrobnosti k tejto téme sú uvedené v kapitole 4.

### Vstupy poskytnuté Objednávateľom a dostupné dáta

Na splnenie predmetu zákazky poskytne Objednávateľ príslušným Zhotoviteľom (v závislosti od pridelených častí zákazky) nasledujúce dokumenty, dáta a prístupy (detaily sú vyšpecifikované v jednotlivých zmluvách o dielo):

- **Existujúci dopravný model a zonálne členenie:**
  - **Model:** Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 existujúci multimodálny dopravný model v elektronickej editovateľnej forme v prostredí PTV Visum (verzia 2026, prípadne aktuálnejšia verzia). Tento model slúži ako východiskový bod pre Zhotoviteľa Časti 3, ktorý je zodpovedný za jeho komplexnú aktualizáciu, kalibráciu a validáciu.
  - **Stav modelu:**
    - Cestná sieť je súčasťou poskytnutého dopravného modelu, avšak vyžaduje si aktualizáciu. Posledná čiastočná aktualizácia siete prebehla



- v roku 2024 (doplnenie nových úsekov diaľnice D4 a rýchlostnej cesty R7).
- Referenčné dáta v modeli sú z roku 2023 (cestovné poriadky a zastávky VHD, úprava impedancií a vnímaného cestovného času - Perceived Journey Time pre VHD) a z roku 2024 (sieť diaľnic a rýchlostných ciest).
  - V modeli boli vykonané zmeny, ako napríklad odstránenie duplicitných uzlov a zastávok z modelu ÚGD (dopravný model vytvorený v rámci Územného generelu dopravy Hlavného mesta SR Bratislavy v roku 2015).
  - Verejná hromadná doprava: Zhotoviteľ Časti 3 môže použiť existujúce zastávkové body (stop points), avšak je povinný skontrolovať a aktualizovať ich názvy, ako aj doplniť nové zastávky (napr. Vodná veža). Cestovné poriadky je potrebné vytvoriť nanovo.
  - Demografické dáta: Údaje je potrebné aktualizovať na základe Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2021 (SODB 2021) alebo iných relevantných podkladov poskytnutých Objednávateľom, a doplniť ich o údaje z nového dopravno-sociologického prieskumu (DSP).
  - Štruktúra siete: Požaduje sa, aby pri aktualizácii modelu bola zachovaná štruktúra cestnej siete, t. j. jeden úsek (link) bude spravidla reprezentovať obojsmernú premávku. Výnimky pre špecifické prípady musia byť schválené Objednávateľom.
  - Geometria: Dopravný model neobsahuje atribúty základného šírkového usporiadania miestnych ciest. Súčasťou prác Zhotoviteľa Časti 3 je aktualizácia geometrie križovatiek a počtu jazdných pruhov.
  - Sprístupnenie modelu: Existujúci dopravný model nebude zverejnený ako príloha súťažných podkladov v rámci procesu verejného obstarávania. Objednávateľ poskytne tieto dáta v plnom rozsahu a v editovateľnej forme výlučne úspešnému uchádzačovi (Zhotoviteľovi Časti 3) prostredníctvom zabezpečeného elektronického úložiska až po nadobudnutí účinnosti Zmluvy o dielo.
- **Zonácia (poskytnutá Zhotoviteľovi Časti 1 a Časti 3):**
    - Vnútrotná oblasť (Bratislava): 264 základných sídelných jednotiek (ZSJ). (Zhotoviteľ Časti 3 je povinný aktualizovať zonálnu vrstvu existujúceho



modelu, ktorý aktuálne obsahuje 263 zón, a zosúladiť ju s aktuálnym členením ZSJ k referenčnému roku).

- Vonkajšia oblasť: 113 zón (Bratislavský a Trnavský kraj, príslušné územia Rakúska a Maďarska).
- Vonkajší kordón na hraniciach mesta Bratislava je riešený ako hraničné zóny, ktoré umožňujú kalibráciu dopravných tokov na vstupoch a výstupoch z mesta.
- *Poznámka:* Zhotoviteľ Časti 3 je povinný preveriť a v prípade potreby navrhnúť revíziu zonálneho členenia tak, aby vyhovovalo požiadavkám na presnosť modelu.

- **Dáta o infraštruktúre a organizácii dopravy**

- Cestná sieť a VHD: Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 aktuálne digitálne dáta o cestnej sieti a dáta o zastávkach VHD s GPS súradnicami. Tieto podklady budú slúžiť ako východiskové body pre Zhotoviteľa Časti 3. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný identifikovať prípadnú potrebu doplnkových dát (napr. o linkách VHD a cestovných poriadkoch) a zabezpečiť ich obstaranie, pričom tieto náklady musia byť zahrnuté v ponuke.
- Organizácia dopravy: Dostupné dáta o organizácii dopravy, signálnych plánoch a dopravnom značení budú Zhotoviteľovi Časti 3 poskytnuté v digitálnej forme (prevažne PDF/JPG). Zhotoviteľ Časti 3 je zodpovedný za digitalizáciu a spracovanie týchto podkladov do formátu použiteľného pre dopravný model.

- **Dáta o statickej doprave (parkovanie):**

- Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 dostupné dáta o parkovacej politike mesta, vrátane rezidentských zón, platených parkovísk, regulácie a poplatkov. Zhotoviteľ Časti 3 je zodpovedný za zhromaždenie všetkých ďalších potrebných údajov o statickej doprave, vrátane aktuálnych kapacít parkovacích miest na uliciach aj v parkovacích domoch, ktoré sú nevyhnutné na kalibráciu modelu.

- **Dáta o intenzitách dopravy a frekvencii cestujúcich:**

- Objednávateľ vyvinie maximálne úsilie na zabezpečenie a bezodplatné poskytnutie dostupných zdrojových údajov o intenzitách dopravy a frekvencii cestujúcich nielen od DPB, ale aj od kľúčových tretích strán (najmä dáta zo sčítačov a mýta od NDS a koncesionára D4/R7, a dáta o regionálnej doprave od



ZSSK, BSK a BID). Zhotoviteľ v rámci Realizačného projektu (po podpise zmluvy) špecifikuje požadované formáty a detailnú štruktúru týchto dát. Poskytnutie týchto inštitúciou vlastnených dát je plne podmienené ich reálnym prístupným Objednávateľovi. Akékoľvek zdržanie alebo odmietnutie poskytnutia dát zo strany tretích strán (najmä NDS) nepredstavuje prekážku na strane Objednávateľa a nezakladá nárok Zhotoviteľa Časti 3 na predĺženie termínov plnenia ani navýšenie zmluvnej ceny. Úlohou Zhotoviteľa Časti 3 je tieto poskytnuté heterogénne dáta očistiť, analyzovať, vzájomne zosúladiť s realizovanými prieskumami (Časť 1 a 2) a využiť na kalibráciu dopravného modelu. Uchádzač do svojej cenovej ponuky nezačleňuje náklady na nákup týchto dát, ale len prácnosť ich spracovania.

- **Demografické údaje:**

- Demografické údaje (migračné trendy obyvateľstva, denná prítomná populácia, trh práce a pracovné príležitosti, analýza dočasne zdržiavajúcej sa populácie) dostupné na webovej stránke Štatistického úradu Slovenskej republiky budú poskytnuté Zhotoviteľom Časti 1 a Časti 3 na účely analýzy a modelovania. Ďalšie údaje, ktoré budú slúžiť ako podklad na odvodenie štrukturálnych charakteristík a atrakčných potenciálov – ako napríklad počet miest na školách a univerzitách, nákupné a voľnočasové zariadenia – budú získané z rôznych zdrojov a príslušný Zhotoviteľ ich musí spracovať a zosúladiť s požiadavkami prieskumu, resp. modelu.
- Tieto údaje budú spracované podľa základných sídelných jednotiek (ZSJ) v rámci aj mimo územia Bratislavy v súlade s údajmi zo Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2021 (SODB 2021) a budú zodpovedať dopravným a urbanistickým zónam.

- **Vstupy pre modelovanie verejnej hromadnej dopravy (VHD):**

Detailné a štruktúrované údaje o verejnej hromadnej doprave (VHD) sú nevyhnutné na plnohodnotnú kalibráciu a vytvorenie funkčného dopravného, emisného a hlukového modelu.

### 1. Údaje o sieti a cestovných poriadkoch

- Topológia siete a cestovné poriadky (MHD Bratislava): Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 kompletné údaje o cestovných poriadkoch MHD vo



formáte GTFS (General Transit Feed Specification) a trasy liniek MHD vo formáte GPX alebo inom digitálnom vektorovom formáte (.shp, sieťový súbor).

- Regionálna doprava: Objednávateľ zabezpečí a poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 zdrojové cestovné poriadky a dostupné dáta o sieti aj pre regionálnu dopravu (najmä od koordinátora BID a ZSSK). Zhotoviteľ Časti 3 zodpovedá výlučne za ich implementáciu do dopravného modelu.

Topológia tratí a preferencie: Zhotoviteľ Časti 3 zodpovedá za získanie a validáciu fyzickej topológie električkových a trolejbusových tratí (napr. z údajov OpenStreetMap alebo iných zdrojov). Objednávateľ poskytne informácie o existujúcich preferenčných opatreniach pre VHD (vyhradené jazdné pruhy a preferenčné riadenie na svetelných križovatkách).

## **2. Údaje o obsadenosti a cestovných časoch (pre kalibráciu O-D matice)**

- Obsadenosť vozidiel: Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 údaje o vypočítanom počte nastupujúcich a vystupujúcich cestujúcich na zastávkach v agregovanej forme (napr. na hodinovej báze). Tieto údaje slúžia na kalibráciu dopravného modelu.
- Prevádzkové časy a spoľahlivosť: Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 agregované štatistiky cestovných časov medzi zastávkami a údaje o meškanií spojov (spoľahlivosť prevádzky) pre požadované časové intervaly (napr. priemer, medián).
- Dopyt po prestupoch a pešie vzdialenosti: Zhotoviteľ Časti 3 je povinný analyzovať a vyhodnotiť dopyt po prestupoch a identifikovať prestupné body a uzly (vrátane peších vzdialeností a minimálnych časov na prestup). Objednávateľ neposkytuje priame vstupy na spracovanie dopytu po prestupoch.

## **3. Údaje o vozidlovom parku (pre emisný a hlukový model)**

- Zloženie a parametre: Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 zoznam a počet vozidiel VHD podľa typu pohonu a emisnej normy.
- Emisné a hlukové faktory: Zhotoviteľ Časti 3 nesie plnú zodpovednosť za určenie a validáciu špecifických emisných faktorov a hlukových charakteristík pre jednotlivé typy vozidiel na základe poskytnutých údajov o zložení vozidlového parku a vlastných externých zdrojov (napr. databázy HBEFA), ktoré je povinný zabezpečiť na vlastné náklady.

## **4. Zodpovednosť Zhotoviteľa za údaje**



Objednávateľ považuje balík ním poskytovaných inštitucionálnych dát v kombinácii s rozsiahlymi dopravnými prieskumami (Časť 1 a 2 tohto OPZ) za plne postačujúcu dátovú základňu na dosiahnutie požadovanej presnosti kalibrácie modelu. Zhotoviteľ Časti 3 nesmie podmieňovať dosiahnutie kalibračných kritérií dodaním ďalších platených externých dát (napr. od mobilných operátorov). Zhotoviteľ Časti 3 si na vlastné náklady obstaráva len špecifické technické licencie a parametre nevyhnutné pre jeho zvolenú výpočtovú metodiku (napr. databázu HBEFA).

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný zapracovať, použiť, harmonizovať a integrovať všetky relevantné údaje poskytnuté Objednávateľom od tretích strán (napr. NDS, BID, BSK, IDP, MD SR, ÚHP a ďalších relevantných inštitúcií) počas procesu modelovania.

## **1. Dopravné prieskumy a analýzy**

Táto kapitola obsahuje úlohy a požiadavky na komplexné dopravné prieskumy a analýzy, ktoré sú nevyhnutné na kalibráciu multimodálneho dopravného modelu. Prieskumy sú rozdelené na tieto typy: dopravno-sociologický prieskum (DSP), prieskum deklarováných preferencií (SP), dopravný prieskum pomocou automatických sčítačov dopravy (ASD), smerový dopravný prieskum a križovatkový dopravný prieskum.

### **Časový rámec, kvalita a validácia prieskumov**

Fáza zberu údajov zo všetkých dopravných prieskumov musí byť realizovaná v jednom časovom období s maximálnou dĺžkou 4 mesiace. Tieto prieskumy musia byť vykonané v súlade s platnými slovenskými technickými normami a technickými podmienkami, ktoré definujú presné obdobia ich realizácie. Zhotoviteľ je povinný zabezpečiť vysokú kvalitu a presnosť získaných údajov.

### **Požadované minimálne kritériá úspešnosti:**

- Údaje ASD (profil): maximálna chyba merania 10 % pre každú kategóriu vozidiel a časový profil.
- Smerový prieskum (EČV): maximálna chyba merania 10 % pre každú kategóriu vozidiel a časový profil počas dňa a maximálne 20 % v noci.
- Prieskum na križovatkách: maximálna chyba merania 5 % pre každú kategóriu vozidiel a časový profil.



- Dopravno-sociologický prieskum: dosiahnutie minimálnej platnej vzorky 10 000 domácností.
- Prieskum deklarovaných preferencií (SP): dosiahnutie minimálnej platnej vzorky 100 respondentov pre každý definovaný segment po logickej kontrole a vylúčení nekonzistentných odpovedí.

**Validácia a kontrola údajov:** Zhotoviteľ je povinný zabezpečiť validáciu a kontrolu získaných údajov. Objednávateľ si vyhradzuje právo vykonať náhodné kontroly a overenia dodaných údajov, vrátane prostredníctvom nezávislej organizácie.

**Rozsah a logistika:** Zhotovitelia prieskumov (Časť 1 a Časť 2) logisticky zabezpečia súčasnú realizáciu všetkých požadovaných dopravných prieskumov v stanovenom časovom rámci. Príslušní Zhotovitelia sú povinní najneskôr do 10 pracovných dní od nadobudnutia účinnosti Zmluvy o dielo (prípadne na Úvodnom stretnutí) predložiť Objednávateľovi detailný Realizačný projekt (v rozsahu požiadaviek definovaných v kapitole 4 tohto opisu).

## 1.1 Dopravno-sociologický prieskum (DSP)

### Účel a rozsah prieskumu:

Cieľom prieskumu dopravného správania domácností je získať podrobné informácie o tom, prečo, ako a kedy obyvatelia domácností cestujú, vrátane ich cestovných vzorcov, chronologických reťazcov aktivít (tours), použitých druhov dopravy, účelov ciest, frekvencie a dĺžky ciest. Tieto údaje pomáhajú opísať:

- Kto cestuje (demografické charakteristiky);
- Prečo ľudia cestujú (práca, škola, nákupy, voľný čas a pod.);
- Ako cestujú (automobil, autobus, pešo, bicykel a pod.);
- Kedy a ako často cestujú;
- Kde cesty začínajú a končia (miesta pôvodu a cieľa).

Tieto informácie sa využívajú na návrh, parametrizáciu, kalibráciu a validáciu modelu dopravného dopytu pre Bratislavu. O-D matice dopytu (frekvencia a priestorové rozloženie ciest) sú syntetickým produktom výpočtu modelu na základe produkcie ciest a štrukturálnych charakteristík / využitia územia, a nie priamym výstupom DSP, ani iných zberov údajov, ako sú smerové prieskumy.



Okrem toho sa DSP využije na zber údajov o udržateľnosti dopravy a na zisťovanie verejnej mienky týkajúcej sa konkrétnych aspektov dopravného ekosystému s cieľom naplnenia indikátorov udržateľnej mestskej mobility (SUMI) pre potreby spracovania SUMP.

### Reprezentatívnosť a metodika:

Zhotoviteľ Časti 1 má voľnosť zvoliť vhodný nástroj prieskumu (online, telefonický, papierový) alebo kombináciu nástrojov s cieľom maximalizovať úspešnosť prieskumu.

Vyžaduje sa hierarchický zber údajov na úrovni domácnosti, osoby a cesty. Na tento účel Zhotoviteľ Časti 1 použije dotazník z prieskumu DSP z roku 2014 ako základ a pridá otázky súvisiace s udržateľnosťou zo záveru tejto kapitoly. Minimálne je potrebné zozbierať nasledujúce informácie:

- Úroveň domácnosti:
  - geografická poloha v rozsahu základnej sídelnej jednotky;
  - typ obydľia;
  - počet členov domácnosti;
  - počet vozidiel dostupných členom domácnosti (automobily, bicykle);
  - celkový čistý mesačný príjem domácnosti, klasifikovaný minimálne do nasledujúcich intervalov pre potreby segmentácie:
    - Nízky príjem: do 1 500 €,
    - Stredný príjem: 1 501 € – 3 500 €,
    - Vysoký príjem: nad 3 500 €.
- Úroveň osoby:
  - Vek (roky),
  - Pohlavie,
  - Ekonomický status / hlavné zamestnanie,
  - Vodičský preukaz,
  - Dostupnosť automobilu,
  - Predplatný lístok na verejnú dopravu,
  - Deň vykazovania,
  - Opustil/a domov v deň vykazovania (Áno/Nie),
  - Východiskový bod prvej cesty.
- Úroveň cesty:



- Čas začiatku,
- Účel cesty,
- Sekvencia použitých druhov dopravy,
- Čas príchodu,
- Cieľ cesty (adresa alebo geografická poloha),
- Vzdialenosť (odhad),
- Typ parkovania v cieľi (pre cesty IAD: napr. na ulici, súkromný dvor, vyhradené miesto, garáž, P+R) a výška poplatku za parkovanie.

Uchádzač vo svojej cenovej ponuke zohľadní, že nad rámec vyššie definovaných základných otázok (o domácnosti, osobe a ceste) bude do dotazníka pridaný blok doplňujúcich otázok. Zhotoviteľ Časti 1 je povinný po podpise Zmluvy o dielo, v rámci prípravy Realizačného projektu prieskumov, navrhnúť a implementovať do dotazníka minimálne 10 dodatočných otázok zameraných na špecifiká mobility, pričom minimálne 3 z nich musia byť otvorené otázky a minimálne 3 otázky s viacnásobným výberom (nad 5 možnosťami). Finálne znenie a typológiu týchto doplňujúcich otázok Zhotoviteľ Časti 1 povinne konzultuje a necháva písomne schváliť Objednávateľom pred začatím zberu dát.

Cesty musia byť zaznamenané na základe cestovného denníka, t. j. chronologického sledu ciest mimo domova každého člena domácnosti počas 24-hodinového obdobia. Cesta je definovaná jedným jediným (unikátnym) účelom v cieľovom mieste (napr. práca, nákup, vzdelávanie) a je teda nezávislá od počtu použitých druhov dopravy.

Prieskumné dni, t. j. dni, za ktoré sa majú cesty vykazovať, sú výlučne pracovné dni (utorok – štvrtok). Rozhovory sa však môžu uskutočniť v ktorýkoľvek deň v týždni. Na dosiahnutie reprezentatívneho rozloženia dopravných situácií a poveternostných podmienok by celkové obdobie prieskumu malo pokrývať niekoľko týždňov.

Zhotoviteľ Časti 1 je povinný po podpise Zmluvy o dielo ako súčasť Realizačného projektu prieskumov predložiť na schválenie Objednávateľovi metodiku špecifikujúcu:

- spôsob zberu, overenia a geolokácie cieľov ciest;
- definíciu pojmu „domácnosť“, aby respondenti alebo anketári vedeli rozhodnúť, či osoba patrí do domácnosti alebo nie (napr. nepermanentní návštevníci);
- postup pri zahrnutí profesionálnych vodičov (napr. kuriérske služby, vodiči taxislužby), pre ktorých by detailný zber údajov o cestách bol časovo príliš náročný;



- spôsob zberu ciest presahujúcich 24-hodinové obdobie (napr. začiatok o 23:00 a koniec o 01:00).

### **Zabezpečenie kvality**

Zhotoviteľ Časti 1 je povinný v rámci Realizačného projektu prieskumov predložiť Plán zabezpečenia kvality dát. Tento plán musí popisovať spôsoby dosiahnutia vysokej kvality údajov, najmä v nasledujúcich oblastiach:

- Organizácia prieskumu: školenie a opakované školenie a inštruktáže personálu, hierarchia organizácie a komunikačné línie (manažment, supervízori, vedúci tímov).
- Pravidelná kontrola priestorového a demografického rozloženia vzorky a porovnanie s verejne dostupnými štatistikami.
- Priebežné kontroly kvality prostredníctvom KPI na globálnej úrovni a úrovni anketára, ako napríklad podiel vykázaných imobilných osôb a miery počtu ciest na osobu.
- Riešenie ťažko dostupných osôb alebo skupín – ide predovšetkým o vysoko mobilné osoby s obmedzeným časom. Zároveň je potrebné predchádzať skresleniu vzorky smerom k ľahko dostupným skupinám, ako sú seniori.
- Zabudované automatické kontroly logickej správnosti počas realizácie prieskumu (napr. implementované v online dotazníku) a počas následného spracovania údajov. Tieto mechanizmy majú minimalizovať logické chyby a neodpovedané položky.

Celkovým cieľom profesionálneho režimu zabezpečenia kvality je prevencia systematických chýb. Napríklad nízke miery počtu ciest na osobu v dôsledku neúplného vykazovania ciest alebo skreslenia vzorky vedú k podhodnoteniu produkcie ciest v modeli, čo následne spôsobuje znížené intenzity na úsekoch a všeobecný nesúlad medzi modelovanými a pozorovanými tokmi.

Počas realizácie prieskumu bude Zhotoviteľ Časti 1 pravidelne (napr. týždenne) informovať Objednávateľa o aktuálnom stave týkajúcom sa dosiahnutej čistej veľkosti vzorky, KPI, vznikajúcich problémoch a opatreniach na ich riešenie, ako aj o prognóze ďalšieho vývoja vzhľadom na harmonogram.

### **Pilotný prieskum**



Pilotný prieskum je potrebné realizovať dostatočne v predstihu pred hlavným prieskumom. Požaduje sa minimálne 30 platných rozhovorov s domácnosťami. Zameranie pilotného prieskumu je na vzorkovanie, organizáciu/realizáciu prieskumu, zabezpečenie kvality a použiteľnosť dotazníka, nie na reprezentatívnosť a rozsiahle kvantitatívne analýzy. Výsledky a z nich odvodené odporúčania musia byť zhrnuté v krátkej správe a prezentované Objednávateľovi.

Na základe výsledkov pilotného prieskumu je potrebné revidovať metodiku a dotazník, pričom ich finálna verzia musí byť pred spustením hlavného zberu dát písomne odsúhlasená Objednávateľom.

### **Následné spracovanie a analýza údajov**

Zhotoviteľ Časti 1 vykoná anonymizáciu, systematickú kontrolu logickej správnosti a editáciu surových údajov. Výsledný finálny validný dátový súbor sa následne použije na:

- váženie a rozšírenie vzorky (pozri nižšie);
- generovanie modelových jednotiek, ako je odvodenie homogénnych skupín osôb, odvodenie aktivít z účelov ciest a tvorba reťazcov aktivít pre tour-based model dopytu, priradenie hlavného módu k cestám a ďalšie;
- štatistické analýzy podporujúce tvorbu a kalibráciu modelu, ako sú miery produkcie ciest, časové rady, modal split a dĺžky ciest, vrátane vzájomných krížových tabuľkových analýz (napr. podľa účelu ciest a skupín osôb).

Metodika anonymizácie musí byť navrhnutá Zhotoviteľom Časti 1 tak, aby bol finálny dátový súbor použiteľný na návrh, parametrizáciu, kalibráciu a validáciu modelu. Typická úroveň detailu je uvedená v dokumentácii modelu, ktorá je súčasťou ÚGD 2014.

Interpretácia a analýza údajov z DSP pre potreby dopravného modelu, vrátane prípravy vstupov pre model, je priamou súčasťou dodávky DSP a je plne v zodpovednosti Zhotoviteľa Časti 1. Tým sa minimalizujú riziká spojené s prenosom údajov a pochopením metodiky.

Zhotoviteľ Časti 1 je povinný poskytnúť všetky zozbierané a spracované údaje vo forme detailnej databázy (s anonymizovanými identifikátormi), kódovníka premenných, matic hybnosti a ďalších relevantných ukazovateľov. Výstupy musia byť pripravené vo formátoch umožňujúcich priamy import do bežných analytických a GIS nástrojov (štandardne .xlsx, .csv, .shp/.geojson pre priestorové dáta). Pre optimálnu integráciu údajov je Zhotoviteľ



Časti 1 povinný aktívne konzultovať štruktúru výstupnej databázy so Zhotoviteľom Časti 3 (Dopravný model) už v priebehu spracovania dát.

### **Váženie a expanzia**

Zatiaľ čo údaje o ekonomickom statuse, veku a dostupnosti automobilu sú publikované buď v oficiálnych štatistikách ŠÚSR (SODB 2021, <https://gis.scitanie.sk/portal/apps/sites/#/obyvatelia>) alebo na IDP Interactive (<https://idp.gov.sk/>, údaje za rok 2022), toto neplatí pre dodatočnú segmentačnú premennú – príjem. Preto bude potrebné použiť štatistiky z rôznych zdrojov. Keďže spoločné rozdelenie všetkých uvedených premenných nie je verejne dostupné, Zhotoviteľ Časti 1 je povinný aplikovať etablované štatistické postupy, ako napríklad Iterative Proportional Fitting (IPF), na odvodenie spoločných rozdelení z marginálnych súčtov pre uvedené segmentačné premenné. Existujúce staršie údaje z prieskumu (DSP 2014) sa môžu použiť iba na krížovú validáciu týchto rozdelení. Zhotoviteľ Časti 1 musí preukázať, že výsledná segmentačná štruktúra odráža dostupné štatistiky.

### **Vzorka**

Prieskum sa bude realizovať výlučne na administratívnom území mesta Bratislava, preto musí byť vzorka vybraná zo všetkých trvalo bývajúcich obyvateľov mesta. Zhotoviteľ Časti 1 je povinný po podpise Zmluvy o dielo špecifikovať základ pre výber vzorky a predložiť ho na schválenie Objednávateľovi.

Minimálna veľkosť vzorky je 10 000 platných rozhovorov s domácnosťami. Všetci členovia vybranej domácnosti musia byť zahrnutí do prieskumu, čo môže vyžadovať opakované návštevy domácnosti. Výnimky platia pre členov domácnosti, ktorí sú neprítomní minimálne do konca celkového obdobia prieskumu.

Výber vzorky musí zabezpečiť štatistickú reprezentatívnosť a validitu údajov pre celý dopravný model. Za štandardnú a odporúčanú metodiku výberu vzorky sa považuje stratifikovaný výber, v súlade so zaužívanými postupmi, ako je napríklad Metodika KOMOD. Zhotoviteľ Časti 1 môže navrhnúť alternatívnu metodiku výberu vzorky, avšak táto musí preukázateľne dosiahnuť rovnakú alebo vyššiu kvalitu a reprezentatívnosť údajov. Táto flexibilita je určená na optimalizáciu nákladov a časovej náročnosti prieskumu, pričom dosiahnutie požadovanej kvality je plne v zodpovednosti Zhotoviteľa Časti 1. Skutočná štatistická reprezentatívnosť závisí od konkrétneho kontextu danej dopravnej zóny a od



metodiky použitej pri výbere vzorky. Preto je potrebné prispôbiť metodiku výskumu potrebám jednotlivých zón a zabezpečiť jej výpovednú hodnotu. To znamená, že po konzultácii s Objednávateľom môže byť metodika upravená pre zóny s populáciou pod stanoveným prahom alebo dokonca s chýbajúcou populáciou.

Stratifikácia by mala byť spresnená na základe segmentácie aktuálneho modelu dopravného dopytu Bratislavy. Okrem súčasnej segmentácie bude potrebné zahrnúť príjem domácnosti a dostupnosť automobilu ako segmentačné premenné, čo povedie k nasledujúcemu rozlíšeniu:

*Tabuľka 1: Segmentácia modelu dopravného dopytu pre Bratislavu*

Nr	Status	Príjem domácnosti	Dostupnosť automobilu
1	Ekonomicky aktívny	Vysoký	Áno
2	Ekonomicky aktívny	Vysoký	Nie
3	Ekonomicky aktívny	Stredný	Áno
4	Ekonomicky aktívny	Stredný	Nie
5	Ekonomicky aktívny	Nízky	Áno
6	Ekonomicky aktívny	Nízky	Nie
7	Ekonomicky neaktívny	Vysoký	Áno
8	Ekonomicky neaktívny	Vysoký	Nie
9	Ekonomicky neaktívny	Stredný	Áno
10	Ekonomicky neaktívny	Stredný	Nie
11	Ekonomicky neaktívny	Nízky	Áno
12	Ekonomicky neaktívny	Nízky	Nie
13	Študenti (univerzita a pod.)	-	-
14	Žiaci 16–19 rokov	-	-
15	Žiaci 7–15 rokov	-	-
16	Deti 0–6 rokov	-	-

Táto segmentácia musí byť aplikovaná na administratívnom území mesta Bratislava. Pre modelové územie mimo mesta (vonkajšia plánovacia oblasť) je možné vytvoriť zjednodušenú segmentáciu podľa špecifikácie v časti 2.1.4.



Zhotoviteľ Časti 1 je povinný pred začatím prieskumu predložiť metodiku, ktorá vysvetlí, či a ako je možné zohľadniť stratifikáciu už počas realizácie prieskumu a akým spôsobom budú využité dostupné údaje zo sčítania obyvateľov na tento účel.

Na zabezpečenie dostatočnej reprezentatívnosti a kvality údajov pre analýzu regionálnej a cezhraničnej mobility (dochádzanie z iných miest/okresov/krajov a okolitých krajín) je potrebné zohľadniť špecifiká denného dochádzania a potenciálne výzvy pri oslovovaní týchto skupín respondentov. Navrhnutá metodika musí obsahovať explicitný postup pre zachytenie a validáciu dát o regionálnej mobilite. Predloženie a schválenie tohto explicitného postupu Objednávateľom je podmienkou pre spustenie zberu dát.

Prieskum sa musí realizovať v dňoch utorok, streda a štvrtok. Prieskum sa nesmie uskutočniť v obdobiach, ktoré by mohli ovplyvniť bežnú dennú mobilitu obyvateľstva (napr. týždne so štátnymi sviatkami, predĺžené víkendy alebo školské prázdniny). Prieskum sa má uskutočniť najskôr dva týždne po skončení takýchto období. Prieskum by mal byť ideálne koordinovaný s termínom spracovania ostatných dopravných prieskumov, nie je to však podmienkou.

#### **Aktivity a výstupy v tejto časti zákazky:**

- analýza štruktúry obyvateľstva;
- realizácia prieskumu Zhotoviteľom Časti 1;
- spracovanie údajov z prieskumu podľa vyššie uvedenej špecifikácie;
- vyhodnotenie dopravno-sociologického prieskumu podľa vyššie uvedenej špecifikácie;
- deľba prepravnej práce;
- hybnosť obyvateľstva;
- kompletná záverečná správa z DSP (obsahujúca metodiku, vyhodnotenie a odporúčania).

#### **Pre udržateľnosť (Všeobecné otázky o mobilite a životnom štýle):**

- spokojnosť s aktuálnou dopravnou situáciou v Bratislave a regióne;
- najväčšie problémy v oblasti dopravy v Bratislave a regióne;
- aké opatrenia by prispeli k zlepšeniu dopravy a mobility v Bratislave a regióne;
- skúsenosti / spokojnosť so zdieľaním dopravných služieb;
- faktory ovplyvňujúce výber spôsobu dopravy;
- ochota zmeniť spôsob dopravy;



- preferencie budúcich investícií do dopravnej infraštruktúry v Bratislave a okolí.

Obsah súvisiaci s udržateľnosťou má byť prevažne vo forme uzavretých otázok (napr. štandardizované hodnotiace škály), aby umožnil exaktné kvantitatívne vyhodnotenie pre indikátory SUMI, s možnosťou doplnenia o limitovaný počet otvorených otázok. Tieto otázky sa majú klásť iba 10 % reprezentatívnej čistej vzorky, aby sa znížila záťaž respondentov v hlavnom prieskume. Tieto otázky nie sú súčasťou pôvodného dotazníka z roku 2014, Zhotoviteľ Časti 1 ich do zberu dát implementuje ako nový samostatný blok kladený výlučne tejto podvzorky.

## 1.2 Prieskum deklarovanych preferencií (Stated Preference - SP)

**Prehľad:** Dopravný model Bratislavy obsahuje komponent voľby dopravného módu, ktorý matematicky reprezentuje preferenciu osoby pri výbere spôsobu dopravy. Individuálna úžitkovosť určitého módu je opísaná ako funkcia osobných údajov a atribútov špecifických pre daný mód. Údaje z prieskumu cestovného denníka (pozri vyššie) sú zvyčajne nevhodné na odvodenie parametrov voľby módu, najmä z dôvodu vnútornej korelácie a nízkej variability. Prieskum deklarovanych preferencií (SP), v tomto prípade konkrétne Stated Choice (Deklarovaná voľba), umožňuje určiť spoľahlivé parametre úžitkovosti, napríklad priemernú stratu úžitku pre osobu, ak sa cestovné vo verejnej doprave zvýši o jedno euro.

Na získanie týchto informácií sú respondenti dopytovaní na voľbu dopravného módu v hypotetických situáciách (tzv. „scenáre“). Tieto situácie sú prezentované prostredníctvom výrokov o relevantných charakteristikách (atribútoch) každého módu. Hodnoty atribútov (napr. cestovný čas = 15 minút) sa systematicky menia naprieč jednotlivými scenármi.

Na vytvorenie parametrov modelu je nevyhnutné, aby respondenti porovnávali alternatívy medzi sebou, napríklad rýchlu, drahú alternatívu oproti pomalej, lacnej alternatíve. Okrem parametrov vo forme váh odvodených pre každý atribút zahrnutý v SP experimente je kľúčovým výstupom hodnota úspory cestovného času (skrátene: hodnota času, VoT – Value of Time).

**Experimentálny scenár:** Experimentálny scenár pre SP prieskum navrhne Zhotoviteľ Časti 1 v úzkej spolupráci s Objednávateľom. Tento scenár zahŕňa, okrem iného, nasledujúce špecifikácie:

- prezentované dopravné alternatívy a atribúty;



- hodnoty atribútov a ich systematickú variáciu na základe ortogonálneho plánu hlavných efektov (frakčný faktoriál);
- počet scenárov („výberových úloh“) na respondenta.

Zhotoviteľ Časti 1 je povinný po podpise Zmluvy o dielo predložiť návrh, ktoré módy a atribúty sa budú analyzovať v SP prieskume a koľko módov bude prezentovaných v jednom scenári.

**Analýza:** Odhad parametrov vykoná Zhotoviteľ Časti 1 na základe metódy Maximum-Likelihood v úzkej spolupráci s Objednávateľom. Parametre musia byť odvodené pre každý segment modelu (skupinu osôb) a musia byť dodané spolu so všetkými relevantnými štatistikami a kritériami kvality, ako sú log-likelihood,  $Rho^2$  a t-test. Odporúča sa realizovať odhad parametrov pomocou softvéru BIOGEME, voľne dostupného nástroja vyvinutého a udržiavaného Univerzitou Lausanne EPFL (<http://biogeme.epfl.ch/>), alebo iným plne ekvivalentným ekonometrickým softvérom (napr. NLogit, Alogit), ktorý preukázateľne umožňuje štruktúrally odhad parametrov modelov diskretnej voľby (Discrete Choice Models), vrátane výpočtu relevantných štatistík spoľahlivosti (log-likelihood,  $Rho^2$ , t-test).

**Vzorka:** Navrhuje sa celkovo 100 platných SP rozhovorov na každý kvalifikovaný segment. Deti/žiaci nebudú zahrnutí, preto sa prieskum realizuje iba medzi segmentmi 1–13 uvedenými vyššie. To znamená čistú platnú vzorku 1 300 rozhovorov. Populácia segmentov vzorky musí byť kontrolovaná počas prieskumu.

Zhotoviteľ Časti 1 sa po podpise zmluvy s Objednávateľom dohodne, či sa SP prieskum uskutoční na podsúbore dopravno-sociologického prieskumu alebo na nezávislej vzorke. V druhom prípade je potrebné zozbierať demografické údaje umožňujúce priradenie respondenta k segmentu: vek a pohlavie, ekonomický status / hlavné zamestnanie, príjem, vodičský preukaz.

**Nástroj:** Prieskum musí byť realizovaný kombinovanou formou CAPI (Computer Assisted Personal Interviewing) a CAWI (Computer Assisted Web Interviewing). Tento spôsob umožňuje optimálne zobrazenie scenárov so všetkými podpornými informáciami, ako je vizualizácia dopravných alternatív a atribútov.

- Pri forme CAPI sú osobné rozhovory považované za kľúčové, kde anketári zohrávajú dôležitú úlohu pri vysvetľovaní úlohy respondentom a pri ich vedení počas experimentu.



- Pri forme CAWI musí byť absencia anketára nahradená zrozumiteľným interaktívnym úvodom (tutoriálom) alebo inštruktážnym videom, ktoré respondentovi jasne vysvetlí princíp rozhodovania v scenároch (trade-offs) pred samotným začiatkom dopytovania.

**Pilotný prieskum:** Rovnako ako pri dopravno-sociologickom prieskume, musí byť realizovaný pilotný SP prieskum na vzorke 30 respondentov. Je potrebné zabezpečiť dostatočnú variabilitu respondentov z hľadiska veku/pohlavia, ekonomickej aktivity a príjmu. Výber vzorky môže byť realizovaný náhodne na vhodných miestach (napr. nákupné centrum).

**Výstupy a spolupráca:** Zhotoviteľ Časti 1 je povinný poskytnúť všetky zozbierané a spracované údaje vo forme detailnej databázy (s anonymizovanými identifikátormi), kódovníka a odvodených parametrov úžitkovosti. Štandardne sa očakáva poskytnutie databázy v editovateľnom formáte (.xlsx, .csv). Úspešnosť prieskumu bude posudzovaná primárne na základe kvality (konzistentnosti) získaných parametrov a splnenia kvót pre jednotlivé segmenty.

### 1.3 Dopravný prieskum ASD

Rozsah a lokalizácia: Základný rozsah automatického sčítania dopravy je stanovený na 200 sčítacích profilov (rezov) rozmiestnených na celom území mesta podľa zoznamu definovaného Objednávateľom. Objednávateľ poskytuje indikatívny zoznam lokalít sčítacích profilov (rezov) vrátane [GPS súradníc](#). Jeden sčítací profil (rez) zahŕňa monitorovanie všetkých jazdných pruhov v oboch smeroch jazdy na danej komunikácii. Zhotoviteľ Časti 2 je povinný pred začatím merania preveriť technickú realizovateľnosť týchto lokalít v teréne. Definitívna lokalizácia môže byť v odôvodnených prípadoch (technické prekážky, bezpečnosť) upravená na návrh Zhotoviteľa Časti 2, podlieha však schváleniu Objednávateľom.

Metodika a trvanie merania: Požaduje sa získanie dát za obdobie minimálne 4 týždňov pre každý sčítací profil. Zhotoviteľ Časti 2 je oprávnený realizovať prieskum v etapách (vlnách), za predpokladu dodržania nasledujúcich podmienok, ktoré zabezpečia konzistenciu dát a presnosť prepočtových koeficientov:

- Referenčné (kontrolné) rezy: Z celkového počtu 200 profilov určí Objednávateľ (po konzultácii so Zhotoviteľom Časti 2) podmnožinu cca 20 referenčných profilov umiestnených na nadradenej komunikačnej sieti (vybrané lokality zo zoznamu, napr. Bajkalská, Einsteinova, Račianska a pod.). Na týchto profiloch musí prebiehať meranie



nepretržite počas celej doby trvania zberu dát všetkých etáp (t. j. od začiatku merania prvej etapy po koniec merania poslednej etapy). Tieto dáta budú slúžiť na stanovenie sezónnych variácií, výpočet prepočtových koeficientov a zjednotenie dát z rôznych časových období.

- Ostatné rezy: Na zvyšných profiloch môže byť meranie realizované rotačným spôsobom (presun sčítačov), pričom na každom profile musí byť striktne dodržaná podmienka minimálne 4-týždňového kontinuálneho záznamu (24/7).
- Celkové trvanie: Celý zber dát (všetky etapy spolu s vyhodnotením) musí byť zrealizovaný v čo najkratšom časovom úseku, maximálne však v priebehu 4 mesiacov. Termíny realizácie prieskumov musia byť striktne v súlade s TP 102. Konkrétny harmonogram jednotlivých etáp predloží Zhotoviteľ Časti 2 vopred a podlieha písomnému schváleniu Objednávateľom.

Základné požadované parametre:

- intenzita dopravy (prítomnosť vozidla);
- okamžitá rýchlosť (klasifikovaná minimálne do piatich intervalov);
- skladba dopravného prúdu (základná klasifikácia);
- obsahová štruktúra, vyhodnotenie a spracovanie podľa TP102.

Technické požiadavky a kategorizácia: Vzhľadom na požiadavku vysokej presnosti vstupov pre emisný a hlukový model (HBEFA), Zhotoviteľ Časti 2 musí použiť technológiu ASD schopnú spoľahlivo detegovať a klasifikovať vozidlá v zmysle TP 102 do kategórií špecifikovaných pre ASD v bode 1.6 tohto opisu.



Upozornenie: Jednoduchá detekcia na základe dĺžky vozidla (napr. nerozlišujúca medzi veľkým SUV a dodávkou) je nepostačujúca. Zhotoviteľ Časti 2 je povinný pred začatím prieskumu špecifikovať typ použitého zariadenia a preukázať jeho schopnosť rozlíšiť tieto kategórie s požadovanou presnosťou (max. chyba profilu 10 %). Zhotoviteľ je povinný vykonať kontrolné manuálne sčítanie na reprezentatívnej vzorke 5 % sčítacích profilov v rôznych dopravných situáciách a porovnať výsledky s automatizovaným sčítaním. Protokol z tohto overenia je prílohou Realizačného projektu prieskumov.

Výstupy ASD: Pre každý profil a smer sa požadujú:

- Intenzity dopravy agregované po 15-minútových intervaloch pre jednotlivé kategórie vozidiel.
- Rýchlosti vozidiel ( $V_{85}$ , priemerná rýchlosť) klasifikované minimálne do 5 rýchlostných intervalov.
- Dáta musia byť dodané v editovateľnom databázovom formáte (.xlsx, .csv).

#### 1.4 Smerový dopravný prieskum

Cieľ a predmet plnenia: Predmetom tejto časti je realizácia smerového dopravného prieskumu s využitím technológie automatického rozpoznávania evidenčných čísel vozidiel (ANPR – Automatic Number Plate Recognition). Primárnym cieľom je kvantifikácia tranzitných, zdrojových a cieľových dopravných vzťahov, zachytenie vonkajších väzieb modelového územia a kalibrácia matíc dopravných vzťahov v multimodálnom modeli.

Rozsah a lokalizácia: Celkový rozsah smerového prieskumu je stanovený na 80 sčítacích profilov, ktoré sú rozdelené do dvoch hierarchických úrovní podľa funkcie v dopravnom modeli. Objednávateľ stanovuje indikatívny zoznam lokalít sčítacích profilov, ktorý tvorí podklad pre technické riešenie a ocenenie ponuky (viď. Príloha č. 8 - GPS súradnice profilov\_prieskumy a Príloha č. 6 - [mapová príloha](#)). Zhotoviteľ Časti 2 je povinný pred začatím merania preveriť technickú realizovateľnosť týchto lokalít v teréne (napr. možnosti uchytenia kamier, svetelné podmienky). Definitívna lokalizácia môže byť upravená na návrh Zhotoviteľa Časti 2 z technických alebo metodických dôvodov, podlieha však predchádzajúcemu písomnému schváleniu Objednávateľom.



#### A) Mestský kordón a vnútorné rezy (63 profilov)

Táto skupina zahŕňa profily identifikované v zozname pod poradovými číslami 1 až 63.

- Mestský kordón: Profily umiestnené na všetkých významných vstupoch a výstupoch pretínajúcich administratívnu hranicu mesta Bratislava (okrem diaľničných úsekov v správe NDS). Cieľom je zachytiť interakciu medzi mestom a suburbánnym zázemím.
- Vnútorné rezy: Profily umiestnené na kritických rezoch vnútri mesta (napr. mosty, radiály, hranice okresov), slúžiace na verifikáciu distribúcie tokov vnútri siete.

#### B) Vonkajší kordón modelového územia (17 profilov)

Táto skupina zahŕňa profily identifikované v zozname pod poradovými číslami 64 až 80 (označené ako Cor\_).

- Ide o profily na hraniciach Bratislavského samosprávneho kraja (BSK), Trnavského samosprávneho kraja (TTSK) a na štátnych hraniciach (AT, HU, CZ). Tieto body definujú vstupy do širšieho záujmového územia modelu a sú kľúčové pre modelovanie diaľkovej a tranzitnej dopravy.

Technická realizácia a metodika:

1. Pokrytie profilu: Jeden sčítací profil zahŕňa monitorovanie všetkých jazdných pruhov v oboch smeroch jazdy na danej komunikácii (v prípade potreby aj odstavných pruhov).
2. Presnosť a úspešnosť: Zhotoviteľ Časti 2 je povinný zabezpečiť také technické riešenie (umiestnenie kamier, uhol záberu, IR prislvetenie), ktoré garantuje dodržanie minimálnych kritérií úspešnosti definovaných v úvode tohto Opisu predmetu zákazky:
  - Maximálna chyba merania 10 % (min. 90 % úspešnosť detekcie a čítania) počas dennej doby;
  - Maximálna chyba merania 20 % (min. 80 % úspešnosť detekcie a čítania) počas nočnej doby, resp. v prípade zníženej viditeľnosti.
3. Predmet záznamu: Záznam prejazdu každého vozidla musí obsahovať:
  - Časová pečiatka s presnosťou na sekundy;
  - Anonymizovaný reťazec EČV;
  - Kategóriu vozidla (podľa špecifikácie pre Smerový dopravný prieskum v bode 1.6);
  - Smer jazdy.



#### Termín a časový rozsah:

- Prieskum sa vykoná počas reprezentatívneho pracovného dňa (utorok, streda alebo štvrtok) v súlade s TP 102.
- Časový rozsah merania je stanovený na 15 hodín (06:00 – 21:00), čo pokrýva kompletne obdobie ranej a popoludňajšej dopravnej špičky vrátane sedlových období.
- Pre zabezpečenie konzistencie dát je potrebné realizovať prieskum na všetkých profiloch v jeden deň, resp. v čo najkratšom časovom úseku, aby sa minimalizoval vplyv volatility dopravného dopytu.

Ochrana osobných údajov (GDPR) a anonymizácia: Zhotoviteľ Časti 2 je povinný implementovať striktný proces ochrany osobných údajov v zmysle platnej legislatívy (GDPR).

- Okamžitá anonymizácia: Evidenčné čísla vozidiel nesmú byť ukladané ani spracovávané v otvorenej forme. Po rozpoznaní EČV musí byť reťazec okamžite konvertovaný na unikátny alfanumerický identifikátor pomocou jednosmernej kryptografickej hašovacej funkcie. Zároveň videozáznamy ako ani fotografie nesmú zachytávať iné osobné údaje, napr. tváre prípadne iné prejavy FO – v prípade ich zachytenia tieto musia byť tiež anonymizované.
- Párovanie: Proces párovania (matching) vstupov a výstupov pre tvorbu matíc sa realizuje výlučne na úrovni týchto anonymizovaných hashov. Spätná identifikácia konkrétneho vozidla alebo osoby nesmie byť možná.

#### Požadované výstupy a spracovanie:

1. Profilové intenzity (Kalibračné dáta):
  - Intenzity dopravy agregované po 5-minútových, 15-minútových a hodinových intervaloch pre každý smer a profil.
  - Detailná štruktúra dopravného prúdu podľa kategórií pre Smerový dopravný prieskum definovaných v bode 1.6.
2. Matice dopravných vzťahov (O-D Data):
  - Vyhodnotenie tranzitnej dopravy (vozidlá zachytené na vstupe aj výstupe v rámci časového okna).
  - Vyhodnotenie zdrojovej/cieľovej dopravy (vozidlá zachytené len na jednom kordóne).
  - Správa o úspešnosti párovania (Matching Rate) a analýza priemerných prejazdových časov medzi jednotlivými kordónmi. Súčasťou správy musí byť metodika spracovania



chýbajúcich alebo nečitateľných záznamov (napr. „ghost“ EČV alebo neúplné reťazce) a aplikácia korekčných koeficientov, aby nedošlo k umelému zníženiu párovateľnosti v maticiach a podhodnoteniu reálneho tranzitu.

Vylúčenie duplicity: Prieskum na profiloch diaľničnej siete (D1, D2, D4) a rýchlostných ciest (R1, R7), ktoré sú pokryté automatickým zberom dát NDS alebo koncesionára, nie je predmetom fyzického merania Zhotoviteľa Časti 2. Zhotoviteľ Časti 2 však zodpovedá za integráciu týchto dát (poskytnutých Objednávateľom) do celkovej matice vzťahov, a to výlučne v rozsahu, v akom budú Objednávateľovi objektívne prístupné. V prípade čiastočného alebo úplného výpadku týchto dát z dôvodu neposkytnutia treťou stranou Zhotoviteľ Časti 2 metodicky vykryje chýbajúce úseky pomocou dát z Národného dopravného modelu SR, prípadne extrapoláciou z meraní na mestskom a vonkajšom kordóne (metodika extrapolácie podlieha schváleniu Objednávateľom).

### 1.5 Križovatkový dopravný prieskum

Cieľ a predmet plnenia: Predmetom tejto časti je realizácia detailného smerového dopravného prieskumu na vybraných uzloch komunikačnej siete s využitím video-detekčných technológií. Cieľom je získať presné vstupné údaje o maticiach križovatkových pohybov (Turning Movement Counts), vyťažnosti radiacich pruhov a interakcii automobilovej dopravy s nemotorovými účastníkmi (chodci, cyklisti). Tieto dáta sú nevyhnutným podkladom pre kalibráciu dopravného modelu, posúdenie kapacity uzlov a optimalizáciu signálnych plánov cestnej svetelnej signalizácie (CSS).

Rozsah a lokalizácia: Prieskum bude realizovaný na území celého mesta v rozsahu 60 križovatiek. Zoznam zahŕňa strategické uzly, stykové križovatky, okružné križovatky a vybrané rampy mimoúrovňových križovatiek (MÚK). Zhotoviteľ Časti 2 je povinný pred začatím merania vykonať rekognoskáciu terénu a preveriť technickú realizovateľnosť osadenia snímacích zariadení tak, aby bol zabezpečený videozáznam všetkých ramien a pohybov na križovatke bez zákrytov (oklúzií).

#### Zoznam križovatiek:

1. Trnavské mýto
2. Račianske mýto
3. Šancová – Pražská
4. Patrónka



5. Karadžičova – Mlynské nivy
6. Mlynské nivy – Košická
7. Košická – Prístavná
8. Hodžovo námestie
9. Prievozská – Bajkalská
10. Ul. Svornosti – Slovnafťská
11. Ul. Svornosti - Popradská
12. Gagarinova – Diaľnica D1
13. Ružinovská – Tomášikova
14. Trnavská – Bajkalská
15. Trnavská – Tomášikova
16. Rožňavská – Galvaniho
17. Ivanská cesta – Galvaniho
18. Račianska – Pionierska
19. Račianska – Gaštanový hájik – Nobelova
20. Vajnorská - Rožňavská
21. Vajnorská – Bajkalská
22. Mlynská dolina – Staré grunty
23. Mlynská dolina – Botanická
24. Karloveská – Molecova
25. M. Sch. Trnavského – Harmincova
26. Saratovská – Alexyho
27. Dolnozemska – Gettingova
28. Nábřežie – Námestie Ľ. Štúra
29. Šafárikovo námestie
30. Dostojevského rad – Landererova
31. Mýtna – Imricha Karvaša
32. Most SNP – Nábřežie
33. Šancová – Karpatská
34. Karadžičova – Záhradnícka
35. Karadžičova – Krížna
36. Bajkalská – Prístavný most – R7
37. Prístavný most – Most Apollo (petržalská strana)
38. Diaľnica D1 – Panónska cesta (uncontrolled)
39. Hodonínska – cesta II/505 (OK5)
40. Ivanská cesta – Trnavská – Vrakunská
41. VOK Dolnozemska cesta – Panónska cesta
42. Jantárová – cesta I/2
43. Čunovo – cesta I/2
44. Bratská – Panónska cesta
45. Kopčianska – Rusovská cesta
46. Rusovská cesta – Viedenská cesta
47. Bosákova – Farského
48. Bosákova - Šustekova
49. Bosákova – Dolnozemska cesta
50. Devínska cesta – Karloveská
51. Radlinského - Májkova
52. Eisnerova (48.206954, 16.988352)
53. OK Jána Jonáša – II/505
54. OK5 (48.204807, 17.042974)
55. OK4 (48.204049, 17.036235)
56. OK3 (48.204111, 17.027760)
57. OK Hradská – Dvojkřížna – cesta II/572
58. Vajnorská – Bojnická
59. Vajnorská – Tomášikova
60. TOK Slovnafťská - Prístavná



Prepojenie na kapacitné posúdenie: Z uvedeného zoznamu bude podmnožina 40 križovatiek s najvyšším dopravným zaťažením (ktoré budú identifikované na základe výsledkov tohto prieskumu a konzultácie s Objednávateľom) následne predmetom detailnej Analýzy priepustnosti cestnej siete (kapacitné posúdenie) špecifikovanej v časti 2.4 tohto Opisu.

Technická realizácia a metodika:

1. **Technológia:** Prieskum sa realizuje pomocou neinvazívnych video-záznamových zariadení umiestnených tak, aby pokryli všetky vjazdy, výjazdy a stred križovatky.
2. **Spracovanie:** Vyhodnotenie videozáznamu musí byť realizované kombináciou automatickej detekcie a manuálnej verifikácie (alebo plne manuálne), aby bola garantovaná vysoká presnosť rozlíšenia kategórií vozidiel a smerov pohybu aj v podmienkach saturácie križovatky a vzájomného zákrytu vozidiel.
3. **Termín:** Prieskum sa vykoná počas štandardného pracovného týždňa (utorok, streda, štvrtok) v súlade s TP 102, mimo dní pracovného pokoja a prázdnin.
4. **Časový rozsah:** Kontinuálne meranie v trvaní 15 hodín (06:00 – 21:00) pre zachytenie rannej špičky, sedla a popoludňajšej špičky.

Požadované výstupy a parametre: Výstupom musí byť štruktúrovaná databáza pre každú križovatku obsahujúca:

- **Zaťažová tabuľka:** Intenzity dopravy pre každý jazdný pruh a smer pohybu (ľavé odbočenie, priamy smer, pravé odbočenie, otáčanie).
- **Časová agregácia:**
  - 5-minútové intervaly: Pre potreby detailnej analýzy kapacity a signálnych plánov.
  - 15-minútové a hodinové intervaly: Pre potreby makroskopického modelovania.
  - Špičkové hodiny: Identifikácia a vyhodnotenie rannej a poobednej špičkovej hodinovej intenzity križovatky.
- **Kategorizácia vozidiel:** Podľa špecifikácie pre Križovatkový dopravný prieskum definovanej v bode 1.6 tohto opisu.
- **Nemotorová doprava (Interakcia):**
  - Intenzita cyklistov (rozlíšenie pohybu vo vozovke vs. na cyklopruhu/priechode).
  - Intenzita chodcov na jednotlivých priechodoch pre chodcov (pre potreby výpočtu kapacity pravého/ľavého odbočenia pri kolíznych fázach).



Kvalitatívne kritériá: Maximálna prípustná chyba merania na úrovni jednotlivých ramien križovatky je stanovená na 5 % pre automobilovú dopravu. Zhotoviteľ Časti 2 je povinný na vyžiadanie Objednávateľa poskytnúť surové videozáznamy pre účely náhodnej kontroly presnosti. Vzhľadom na nevyhnutné plošné snímanie verejného priestoru je Zhotoviteľ Časti 2 povinný spracovávať videozáznamy v prísnom súlade s legislatívou GDPR (ochrana tváří a EČV). Surové videozáznamy smú byť Zhotoviteľom Časti 2 uchovávané výlučne na účely kontroly a kalibrácie a musia byť preukázateľne a trvalo zmazané najneskôr do 30 dní od finálneho protokolárneho schválenia matíc a záťažových tabuliek Objednávateľom.

### 1.6 Klasifikácia vozidiel pre dopravné prieskumy

Zhotoviteľ Časti 2 je povinný zabezpečiť kategorizáciu dopravných prostriedkov diferencovane, v závislosti od technológie a účelu konkrétneho typu prieskumu v súlade s TP102:

A. Automatické sčítanie dopravy (ASD):

- (1) motocykel (M)
- (2) osobné vozidlo (OV) + osobné vozidlo s prívesom (OVP)
- (3) dodávkové vozidlo (DV)
- (4) autobus (A)
- (5) nákladné vozidlo (NV)
- (6) nákladné vozidlo s prívesom (NVP) + ťahač s návesom (NS)
- (7) neklasifikované vozidlo (NKV)

B. Smerový dopravný prieskum (EČV):

- (1) osobné vozidlo (OV) + osobné vozidlo s prívesom (OVP) + dodávkové vozidlo (DV)
- (2) nákladné vozidlo (NV) + autobus (A)
- (3) nákladné vozidlo s prívesom (NVP) + ťahač s návesom (NS) + neklasifikované vozidlo (NKV)

*Poznámka: Motocykle sú z párovania v rámci smerového prieskumu EČV z technologických dôvodov vyňaté, keďže štandardné ANPR kamery nesnímajú zadné EČV. Ich celkové počty budú pre model získané z profilových sčítačov ASD.*

C. Križovatkový dopravný prieskum:



**Hlavné mesto SR Bratislava**  
Primaciálne námestie č. 1  
814 99 Bratislava

Dopravné prieskumy a rozbery, zhotovenie a kalibrácia  
dopravného modelu

- (1) bicykel (B)
- (2) motocykel (M)
- (3) ľahké vozidlo (LV)
- (4) nákladné vozidlo (NV) + autobus (A)
- (5) ťažké nákladné vozidlo (TNV)



**Sčítanie chodcov:** Súčasťou križovatkového dopravného prieskumu je aj plošné smerové sčítanie peších na priechodoch pre chodcov na všetkých ramenách posudzovaných križovatiek (pre potreby výpočtu kapacity pravého/ľavého odbočenia pri kolíznych fázach podľa TP 102).

Tabuľka 2: Základná kategorizácia dopravných prostriedkov pre prieskumy intenzít dopravy

Kategória vozidla	Označenie	Popis	Piktogram
Bicykel	B	Všetky druhy bicyklov / kolobežiek	
Motocykel	M	Jednostopové motorové vozidlo (motocykel, skúter, moped) bez aj s postranným vozíkom	
Osobné vozidlo	OV	Osobné vozidlo (od malých až po veľkokapacitné OV, vrátane SUV), ľahké vozidlo do celkovej hmotnosti 3,5 t	
Dodávkové vozidlo	DV	Dodávkové vozidlo / ľahké nákladné vozidlo do celkovej hmotnosti 3,5 t	
Osobné vozidlo s prívesom	OVP	Osobné vozidlo / dodávkové vozidlo s prívesom do celkovej hmotnosti 3,5 t	
Nákladné vozidlo	NV	Nákladné vozidlo (stredné a ťažké nákladné vozidlo), ťahač bez návěsu	
Ťahač s návěsom	NS	Návěsová súprava bez prívesu	
Nákladné vozidlo s prívesom	NVP	Nákladné vozidlo nad 3,5 t s prívesom, ťahač s návěsom a prívesom	
Autobus*	A	Vozidlo určené na prepravu viac ako 9 osôb	
Neklasifikované vozidlo	NKV	Neklasifikované vozidlo	

\* v mestách sa v prípade potreby doplní kategória klbové autobusy / trolejbusy s označením AK

Tabuľka 3: Skupiny motorových vozidiel a pridelené kategórie motorových vozidiel

Kategória vozidla	Označenie	Skupiny kategórií vozidiel podľa ASD			Skupiny kategórií vozidiel pre kapacitné posúdenie	
		8+1	5+1	4	Úseky ciest a diaľnic *	Úrovňové križovatky
motocykel	M	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	LV	LV
osobné vozidlo	OV	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
dodávkové vozidlo	DV	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
osobné vozidlo s prívesom	OVP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
autobus	A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TV	NV+A
nákladné vozidlo	NV	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
nákladné vozidlo s prívesom	NVP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
ťahač s návěsom	NS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TNV
neklasifikované vozidlo	NKV	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			

\* Pozn.: platí aj pre mimoúrovňové a kombinované križovatky

## 1.7 Spoločné technické a organizačné podmienky prieskumov



Nasledujúce podmienky sa vzťahujú na všetky technické dopravné prieskumy špecifikované v bodoch 1.3, 1.4 a 1.5 a sú záväzné pre zabezpečenie homogenity a validity dát.

1. Podmienky realizácie a reprezentatívnosť dát: Dopravné prieskumy sa môžu vykonávať výlučne za štandardných poveternostných a dopravných podmienok, ktoré garantujú reprezentatívnosť nameraných údajov pre potreby modelovania.

- Štandardné poveternostné podmienky: Prieskumy je zakázané realizovať počas extrémnych poveternostných javov (napr. trvalé intenzívne zrážky, vietor ohrozujúci stabilitu zariadení, hmla znižujúca viditeľnosť pod technické limity zariadení, snehová pokrývka na vozovke).
- Dopravné podmienky: Prieskumy sa nesmú realizovať počas dní pracovného pokoja, štátnych sviatkov a školských prázdnin (pokiaľ nie je Objednávateľom písomne určené inak).
- Mimoriadne udalosti: V prípade výskytu nepredvídateľnej udalosti (vyššia moc, dopravný incident a pod.), ktorá spôsobí odchýlku v intenzite dopravy o viac ako 15 % oproti bežnému priemeru alebo spôsobí kongesciu s dosahom na meraný profil (napr. nehoda blokujúca pruhy > 30 minút, výpadok CSS, neohlásená operatívna uzávera), je nameraný interval považovaný za neplatný. Zhotoviteľ Časti 2 je povinný meranie na dotknutých profiloch zopakovať v plnom rozsahu na vlastné náklady v náhradnom termíne schválenom Objednávateľom.

2. Inžinierska činnosť, povolenia a logistika: Zhotoviteľ Časti 2 nesie plnú a výhradnú zodpovednosť za technické, administratívne a legislatívne zabezpečenie prieskumov. Jednotkové ceny v ponuke sú konečné a musia zahŕňať všetky súvisiace náklady, najmä:

- Povolenia: Získanie rozhodnutí na zvláštne užívanie komunikácií (ZUK).
- Súhlasy vlastníkov: Získanie písomných súhlasov vlastníkov alebo správcov dotknutej infraštruktúry pre montáž zariadení (napr. DPB pre trakčné stĺpy, Magistrát/Siemens pre verejné osvetlenie, NDS pre mostné objekty).
- Energetický manažment: Zabezpečenie autonómneho napájania (akumulátory) alebo legálneho odberu elektrickej energie (zriadenie dočasných odberných miest).
- Inštalácia: Montáž, kalibrácia, demontáž a stráženie zariadení v teréne. Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 2 potrebnú súčinnosť vo forme vystavenia všeobecného



poverovacieho listu, ktorý však nenahrádza povinnosť Zhotoviteľa Časti 2 získať konkrétne povolenia dotknutých orgánov.

3. Koordinácia a vylúčenie kolízií: Zhotoviteľ Časti 2 je povinný pred finálnym stanovením termínov meraní vykonať hĺbkovú verifikáciu plánovaných dopravných obmedzení. Zhotoviteľ Časti 2 musí aktívne komunikovať s cestnými správnymi orgánmi a dispečingom mesta, aby vylúčil kolíziu prieskumov s:

- Plánovanými rekonštrukciami a uzáverami;
- Veľkými spoločenskými alebo športovými podujatiami ovplyvňujúcimi mobilitu;
- Blokovým čistením komunikácií.

Zhotoviteľ Časti 2 preberá riziko znehodnotenia dát v prípade, že meranie naplánuje v termíne kolidujúcom s verejne dostupnou informáciou o plánovanej uzávere.

4. Bezpečnosť a zodpovednosť za škodu: Zhotoviteľ Časti 2 plne zodpovedá za dodržiavanie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP) a bezpečnosti cestnej premávky počas inštalácie a prevádzky meracích zariadení. Inštalácia zariadení nesmie ohroziť plynulosť premávky ani znížiť rozhl'adové pomery na križovatkách. Zhotoviteľ Časti 2 nesie objektívnu zodpovednosť za akékoľvek škody na majetku mesta alebo tretích osôb (napr. poškodenie antikorozynej ochrany stĺpov, statiky výložníkov) a na zdraví, ktoré vzniknú v príčinnej súvislosti s realizáciou prieskumov.

5. Dátový audit, archivácia a kontrola kvality: Zhotoviteľ Časti 2 je povinný archivovať kompletne surové dáta (tabuľkové výstupy, protokoly, logy z detektorov) po dobu minimálne 12 mesiacov od akceptácie finálnej správy z prieskumov. Uchovávanie surových videozáznamov obsahujúcich osobné údaje sa však riadi striktne lehotami definovanými v kapitolách 1.4 a 1.5 (max. 30 dní od schválenia výstupov). Prípadný audit kvality z videozáznamov musí Objednávateľ vykonať v tejto 30-dňovej lehote pred ich trvalým výmazom.

- Proces kontroly: Objednávateľ si vyhradzuje právo kedykoľvek počas tejto doby vykonať náhodný audit presnosti. Zhotoviteľ Časti 2 je povinný na vyžiadanie do 3 pracovných dní sprístupniť požadované vzorky dát (sčítacie hárky, protokoly, logy, prípadne videozáznam, ak žiadosť o audit spadá do 30-dňovej lehote pred jeho trvalým výmazom).



- Sankcia za nekvalitu: Ak audit odhalí chybovosť presahujúcu povolené odchýlky (definované v bodoch 1.3 – 1.5) na kontrolovanej vzorke, celá séria meraní, z ktorej vzorka pochádza, sa považuje za nedôveryhodnú. V takom prípade je Zhotoviteľ Časti 2 povinný na vlastné náklady vykonať opätovné spracovanie (re-processing) všetkých dotknutých dát, prípadne zopakovať zber dát, ak je chyba spôsobená nekvalitným záznamom.



## Výstupy a modely

### 2.1 Multimodálny dopravný model

#### 2.1.1 Softvérové prostredie

Dopravný model bude spracovaný v softvérovom prostredí, ktoré musí byť schopné zabezpečiť všetky požadované funkcie a výstupy multimodálneho dopravného modelovania, pričom jeho funkcionality a výstupy musia byť rovnocenné alebo lepšie ako tie, ktoré sú dostupné v softvérovom prostredí PTV Visum (najnovšia dostupná verzia v čase podpisu Zmluvy o dielo (ZoD)). Celý projekt, najmä aktualizácia dopravného modelu, musí byť realizovaný v tejto verzii softvéru.

Zhotoviteľ Časti 3 zabezpečí plnenie zákazky odborným personálom a technickým vybavením potrebným na efektívne využívanie navrhovaného softvérového prostredia. Zhotoviteľ Časti 3 pri plnení Zmluvy o dielo zabezpečí a nasadí všetky potrebné softvérové licencie. V prípade, že Zhotoviteľ Časti 3 pri plnení zákazky využije iné softvérové prostredie ako PTV Visum, musí toto prostredie spĺňať nasledujúce minimálne technické a funkčné požiadavky na ekvivalent:

- Komplexnosť multimodálneho modelovania: Softvér musí natívne podporovať modelovanie všetkých módov dopravy definovaných v tomto OPZ, vrátane ich vzájomnej konkurencie a interakcií v rámci jedného výpočtového cyklu.
- Modelovanie dopytu a komerčnej dopravy: Prostredie musí umožňovať implementáciu pokročilých modelov dopytu (vrátane tour-based prístupov) a separátne modelovanie komerčnej dopravy rozčlenenej podľa sektorov (NACE) a kategórií vozidiel.
- Statická doprava (Parkovanie): Softvér musí disponovať nástrojmi na modelovanie parkovacích kapacít, cien a času hľadania parkovacieho miesta s väzbou na generovanie a distribúciu dopytu a voľbu módu (Mode Choice).
- Ekonomické a environmentálne modely: Softvér musí umožňovať spracovanie dát pre CBA (vrátane aplikácie hodnôt času – VoT), integrované výpočty emisných faktorov (HBEFA) a analýzu hlukovej záťaže v zmysle metodiky CNOSSOS-EU.
- Výpočtový výkon a škálovateľnosť: Softvér musí garantovať spracovanie modelu Bratislavy pri dodržaní zonálneho členenia (minimálne 1 000 dopravných zón) a rozsahu siete špecifikovaného v tomto OPZ v čase zbehnutia modelu do 12 hodín na referenčnej konfigurácii.



- Závazok plnej ekvivalencie: Úspešný uchádzač predloží Objednávateľovi pred podpisom Zmluvy o dielo (najneskôr však už ako Zhotoviteľ Časti 3 pri predkladaní Realizačného projektu) záväzné vyhlásenie, že ním zvolené softvérové prostredie umožňuje splnenie všetkých požiadaviek na spracovanie, kalibráciu, validáciu, analýzu a vizualizáciu dát, tak ako sú definované v tomto OPZ, bez akýchkoľvek výnimiek. Zhotoviteľ Časti 3 sa zaväzuje, že v prípade, ak sa počas plnenia Zmluvy preukáže, že softvérové prostredie nie je schopné zabezpečiť niektorú z požiadaviek OPZ, je povinný na vlastné náklady zabezpečiť také doplnenie alebo úpravu nástrojov, aby bol tento nesúlad odstránený.

V prípade použitia ekvivalentného softvéru je Uchádzač (a následne Zhotoviteľ Časti 3) povinný splniť nasledovné podmienky:

- zahrnúť do svojej cenovej ponuky dodanie 3 trvalých, voľne použiteľných licencií tohto softvéru pre Objednávateľa, vrátane ročnej technickej podpory a údržby;
- vyčíslieť v ponuke predpokladané ročné náklady na údržbu a predĺženie technickej podpory pre dodané licencie, aby Objednávateľ mohol posúdiť dlhodobé náklady spojené s prevádzkou softvéru;
- zabezpečiť počas realizácie diela kompletne zaškolenie 3 interných zamestnancov Objednávateľa do funkcionality softvéru, aby boli schopní plnohodnotne pracovať s modelom a vykonávať jeho aktualizáciu.

### 2.1.2 Zonálne členenie

Zonálne členenie modelu musí pokrývať celé modelové územie rozdelené na vnútornú a vonkajšiu oblasť:

- Vnútorná plánovacia oblasť: Administratívne územie mesta Bratislava. Aktuálne členenie zahŕňa 263 zón, ktoré sa má v zásade zachovať.
- Vonkajšia plánovacia oblasť (zázemie): Územie Bratislavského a Trnavského samosprávneho kraja, ako aj relevantné priľahlé prihraničné územia Rakúska a Maďarska. V súčasnom modeli je táto oblasť definovaná 113 zónami.

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný preskúmať a v prípade potreby navrhnuť revíziu tohto členenia (najmä zdetailnenie zón v zázemí so silnou väzbou na Bratislavu). Ak Zhotoviteľ Časti 3 realizuje tvorbu modelu v prostredí PTV Visum, je potrebné dodržať veľkosť licencie Objednávateľa – 1 000 dopravných zón.



- Požiadavky na zonáciu:
  - maximálny počet 5 000 obyvateľov na jednu dopravnú zónu (platí pre husto osídlené oblasti mesta);
  - zonácia musí byť navrhnutá tak, aby minimálne 70 % dochádzajúcich do Bratislavy malo trvalé bydlisko v rámci detailne modelovanej vonkajšej plánovacej oblasti (BSK + TTSK).

Preskúmanie a odporúčania na revíziu musia zohľadniť dostupné dátové zdroje na rozlíšenie štrukturálnych charakteristík (napr. pracoviská, počet miest na školách/univerzitách, atrakcie pre nákupy a voľnočasové aktivity). Môžu zahŕňať aj FCD dáta použiteľné na verifikáciu.

- Špeciálne typy zón:

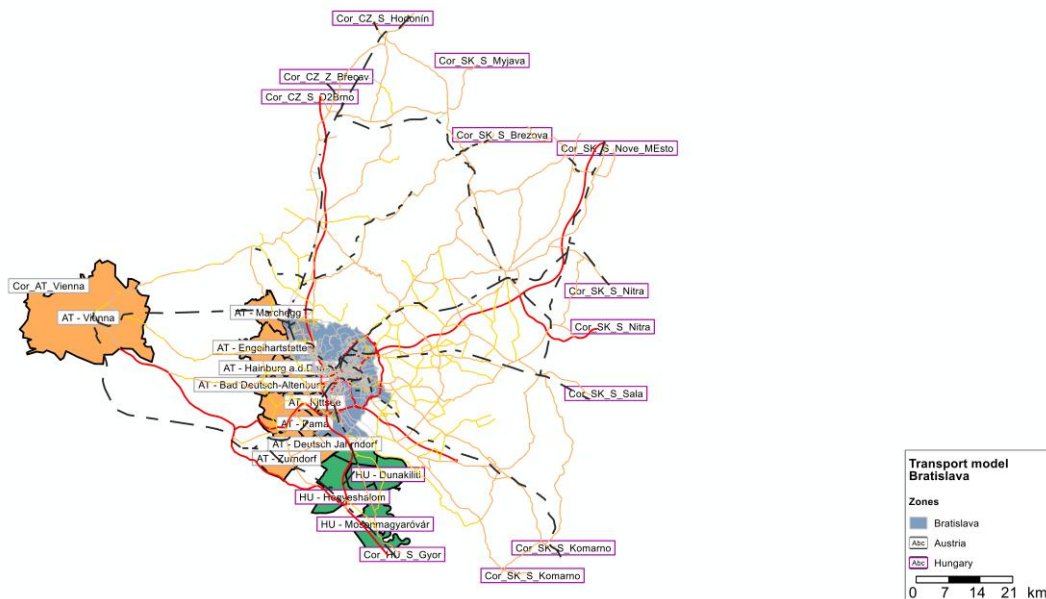
Okrem samotných polygonálnych zón platí:

- kordónové zóny: dodatočné zóny na hranici celého modelového územia (na vstupoch do BSK/TTSK a na hraniciach štátu) pre zavedenie externej dopravy (individuálnu automobilovú dopravu aj verejnú dopravu);
- rezervné zóny: musia byť vytvorené pre budúci prognostický model na zahrnutie plánovaných rozvojev (prognostický model nie je súčasťou tejto zákazky, ale štruktúra musí byť pripravená);
- špeciálne generátory: v závislosti od metodiky Zhotoviteľa Časti 3 budú potrebné dodatočné zóny na reprezentáciu významných generátorov dopravy, primárne pre potreby modelu komerčnej dopravy (napr. Letisko Bratislava, logistické centrá), ale aj pre významné ciele osobnej dopravy.

Výstupy dopravného modelu budú spracované a prezentované v nasledujúcom detailnom zonálnom členení:

- Hlavné mesto SR Bratislava (celok);
- jednotlivé administratívne okresy Bratislavy (Bratislava I až V);
- všetky aktuálne platné mestské časti Bratislavy;
- dopravno-urbanistické okrsky, ktorých aktuálnu definíciu poskytne Objednávateľ (HM BA). Zhotoviteľ Časti 3 je povinný zabezpečiť kompatibilitu dát s týmto členením.

Modelovanie dopytu a analýzy budú vykonané pre všetky dopravno-urbanistické zóny uvedené na mape nižšie (Obrázok 1). Rozsah dopravnej infraštruktúry bude definovaný v spolupráci medzi Objednávateľom a Zhotoviteľom dopravného modelu (Časti 3) s ohľadom na dochádzkové vzťahy a vplyv na dopravu v meste.



Obrázok 1: Modelové územie s vymedzením vnútorných a vonkajších plánovacích zón

### 2.1.3 Model ponuky (Supply Model)

Požaduje sa kompletná aktualizácia existujúcej dopravnej siete pre potreby dopravného modelu. Táto aktualizácia musí minimálne zahŕňať všetky miestne cesty s rozdelením na diaľnice (D), miestne zberné cesty (MZ), miestne obslužné cesty (MO) a miestne nemotoristické cesty (MN) určené pre cyklistov a prevádzku dopravných prostriedkov na kolesách. Spôsob spracovania je plne v kompetencii Zhotoviteľa Časti 3, s podmienkou zachovania typu zobrazenia cestnej siete v súlade s pôvodným dopravným modelom, aby sa zabezpečila konzistentnosť a integrita výsledného modelu.

Aktualizácia musí zohľadňovať aktuálnu dopravnú infraštruktúru, vrátane nových úsekov ciest, križovatiek, zjednosmernených ulíc a ďalších relevantných prvkov dopravnej siete. Zhotoviteľ Časti 3 vykoná aktualizáciu na základe aktuálneho stavu dopravnej infraštruktúry (ku dňu začatia prác), pričom topológia a atribúty siete musia zodpovedať štandardom pôvodného modelu a nesmú bezdôvodne meniť identifikátory (ID) prvkov siete, aby bola zachovaná spätná kompatibilita pre analýzy časových radov.

Zhotoviteľ Časti 3 pred samotnou aktualizáciou dopravnej siete požiada Objednávateľa o odsúhlasenie zdrojov údajov o sieti a spôsobu technického vykonania aktualizácie. Objednávateľ taktiež musí Zhotoviteľovi Časti 3 odsúhlasiť návrh klasifikácie typov úsekov a impedancií úsekov.

Križovatky nie sú v súčasnom modeli klasifikované podľa typu riadenia a počtu ramien (neriadená, riadená svetelnou signalizáciou, STOP, „daj prednosť“, okružná križovatka).



Aktualizácia modelu musí obsahovať systematickú klasifikáciu všetkých uzlov, ktorá bude slúžiť ako základ pre definovanie odporov v uzle (zdržaní pri odbočení). Doplnenie signálnych plánov pre celú sieť nie je súčasťou prác (s výnimkou detailne modelovaných uzlov špecifikovaných nižšie).

Na zohľadnenie impedancií uzlov pri priradení sa požaduje implementácia buď funkcií zdržania v závislosti od objemu (volume-delay functions) alebo fixných zdržaní pri odbočení vo forme časových prirážok. V prípade časových prirážok musí Zhotoviteľ Časti 3 Objednávateľovi predložiť na schválenie metodiku, ktorá špecifikuje spôsob ich standardizácie (napr. aplikáciou štandardizovaných hodnôt zdržania podľa typu odbočenia). Výsledok musí byť kalibrovaný a overený pomocou FCD dát alebo údajov z križovatkových dopravných prieskumov.

Okrem toho sa pre maximálne desať zložitých križovatiek v Bratislave požaduje detailné kapacitné posúdenie uzlov. Na tento účel Zhotoviteľ Časti 3 využije metodiku ICA (Intersection Capacity Analysis). Pre zachovanie stability priradenia dopytu na makro-úrovni nebude metodika detailného výpočtu meškaní priamo súčasťou cyklu priradenia (to bude prebiehať primárne na báze VDF a fixných prirážok), ale bude slúžiť ako post-processing analýza zdržaní a ÚKD na základe vygenerovaných matic. Zoznam týchto križovatiek bude dohodnutý medzi Objednávateľom a Zhotoviteľom Časti 3 na začiatku revízie siete. Aktualizácia dopravnej siete bude zahŕňať detailné zahrnutie a presné geometrické zobrazenie liniek a zastávok mestskej hromadnej dopravy (MHD), vrátane autobusových, električkových a trolejbusových trás. Detailné zahrnutie a presné geometrické zobrazenie liniek a zastávok MHD bude aktualizované Zhotoviteľom Časti 3 na základe aktuálnych cestovných poriadkov (CP). Zhotoviteľ Časti 3 zabezpečí, aby aktualizácia zohľadňovala reálne vedenie trás, obsluhované zastávky a prípadné prevádzkové obmedzenia. Na tento účel sa odporúča využiť dáta vo formáte GTFS ako primárny zdroj.

Zhotoviteľ Časti 3 počas realizácie modelu predloží na schválenie koncept modelovania zastávok, zastávkových oblastí a zastávkových bodov, ako aj spôsob implementácie a zohľadnenia peších časov prestupu počas výpočtu impedancií a priradenia verejnej hromadnej dopravy.

Zhotoviteľ Časti 3 navrhne systém zónových konektorov pre individuálnu a verejnú hromadnú dopravu. Tento koncept musí obsahovať podrobnosti o počte konektorov na zónu, určení uzlov napojenia, výpočte cestovných časov na konektoroch a algoritme distribúcie dopytu.

Pre cyklistickú dopravu sa požaduje zahrnutie atribútov siete, ktoré ovplyvňujú odpor pri voľbe trasy (napr. typ povrchu, existencia cyklopruhu, sklon), v rozsahu dostupných dát.



## 2.1.4 Modely dopravného dopytu

### Model dopytu po osobnej doprave

Na reprezentáciu dopravného dopytu obyvateľov Bratislavy so zdrojom a cieľom v rámci modelového územia je potrebné vypracovať detailný model generovania ciest, distribúcie ciest, voľby dopravného prostriedku a priradenia ciest na sieť. Model dopravného dopytu pre administratívne územie mesta Bratislava musí obsahovať segmentáciu podľa skupín osôb a aktivít, ako je špecifikované v kapitole 1.1. Na tento účel sa použijú údaje z prieskumu dopravného správania domácností.

Rovnakým spôsobom je potrebné modelovať dopravný dopyt obyvateľov mimo administratívnych hraníc Bratislavy (tzv. vonkajšia plánovacia oblasť). Na tento účel je Zhotoviteľ Časti 3 povinný použiť alternatívne zdroje údajov podľa nasledujúcej záväznej hierarchie:

- Priorita A – Lokálne zdroje: údaje z BID (Bratislavská integrovaná doprava) a existujúce komplexné regionálne sčítania dopravy;
- Priorita B – Existujúce vzorce mobility: využitie dostupných vzorcov mobility z validovaných zdrojov, ako je prieskum „Bravissimo“ o pracovnej mobilite alebo obdobné aktuálne regionálne prieskumy či sčítania;
- Priorita C – Externé údaje mimo SR: použitie vzorcov mobility zo zahraničných prieskumov (napr. český prieskum dopravného správania) je prípustné len ako posledná možnosť a musí byť doplnené podrobnou validáciou preukazujúcou transferabilitu do kontextu regiónu Bratislavy (napr. porovnaním základných charakteristík mobility ako modal split a priemerná dĺžka cesty so známymi dátami z IDS BK).

Segmentácia populácie vo vonkajšej plánovacej oblasti môže byť zjednodušená v porovnaní so segmentáciou populácie Bratislavy – bez zohľadnenia príjmu a dostupnosti automobilu – a bude pozostávať zo segmentov uvedených v tabuľke nižšie.



Tabuľka 4: Segmentácia modelu dopytu po osobnej doprave pre vonkajšiu plánovaciu oblasť

ID	Status
1	Ekonomicky aktívni
2	Ekonomicky neaktívni
3	Študenti (vysoké školy alebo obdobné)
4	Žiaci vo veku 16–19 rokov
5	Žiaci vo veku 7–15 rokov
6	Deti vo veku 0–6 rokov

Dopravné správanie je potrebné modelovať prednostne na báze prístupov založených na trasách (tour-based approach). To znamená, že pre každú osobu musia byť jej aktivity zret'azené do sekvencií predstavujúcich chronologický sled aktivít počas 24-hodinového obdobia. Tento prístup (tour-based) sa vyžaduje primárne pre vnútornú plánovaciu oblasť (cesty realizované obyvateľmi Bratislavy). Pre modelovanie dopytu vo vonkajšej plánovacej oblasti (zázemie) je plne prípustné využiť zjednodušený prístup založený na jednotlivých cestách (trip-based approach / klasický 4-stupňový model). Tento kombinovaný prístup zároveň znamená náhradu súčasného 4-stupňového modelu dopravného dopytu. Aj keď Objednávateľ preferuje model založený na trasách, Zhotoviteľ Časti 3 môže navrhnúť pokračovanie 4-stupňového modelu a spôsob, akým zabezpečí vyváženú výsledných matíc bez extrémnych hodnôt a dominancie pre dvojicu aktivít typu „iné-iné“. V takom prípade však musí preukázať, že zvolená metodika dosahuje ekvivalentnú citlivosť na zmeny v dopravnej politike (napr. zavedenie PAAS alebo zmeny tarifných podmienok MHD), akú by poskytoval tour-based model. Takáto zmena podlieha schváleniu Objednávateľom.

Komponent voľby dopravného módu musí vypočítať úžitkovosť (utility) jednotlivých módov na základe matíc odporov (skim matrices) a váhových parametrov (beta). Parametre úžitkovej funkcie a alternatívne špecifické konštanty (mode constants) budú odvodené kombináciou údajov o skutočnom správaní (Revealed Preference - RP dáta získané z dopravno-sociologického prieskumu) a prieskumu deklarovanych preferencií (Stated Preference Survey - SP) podľa opisu v časti 1.2. RP dáta budú slúžiť ako základ pre validáciu a kalibráciu konštánt odvodených zo SP prieskumu, čím sa eliminuje skreslenie hypotetických scenárov. Minimálne je potrebné zohľadniť nasledujúce módy a atribúty:

- osobný automobil (vodič): cestovný čas, náklady;



- osobný automobil (spolujazdec): cestovný čas, náklady;
- bicykel: cestovný čas;
- peši: cestovný čas;
- verejná hromadná doprava: vnímaný čas cesty (kombinácia času vo vozidle, času prístupu, času výstupu, pešieho času, času čakania na začiatku cesty, času čakania na prestup a počtu prestupov), cestovné.

Pri distribúcii ciest a voľbe módu sa vyžaduje aplikácia kombinovaného prístupu (Simultaneous Distribution and Mode Choice), resp. použitie pokročilých metód výpočtu odporov. Odpor (impedancia) vzťahu zdroj–cieľ pri voľbe destinácie sa musí počítať ako logaritmus súčtu exponenciálnych úžitkov (ModeLogSum) jednotlivých módov pre daný vzťah, čím sa zabezpečí, že módovo špecifická dostupnosť je zohľadnená už vo fáze distribúcie.

### **Model dopytu po komerčnej doprave**

Komerčná doprava na pozemných komunikáciách zahŕňa cesty realizované osobnými automobilmi, ľahkými nákladnými vozidlami (LND) a ťažkými nákladnými vozidlami (ŤND) na komerčné účely. V mestských aglomeráciách komerčná doprava tvorí približne 20–30 % celkových dopravných objemov na cestnej sieti. Na explicitné zobrazenie tejto významnej časti dopytu a možnosť jej detailnej analýzy je potrebné implementovať samostatný model dopravného dopytu komerčnej dopravy.

Detailné modelovanie komerčnej dopravy musí realisticky reprezentovať dopravné toky komerčnej dopravy. Výsledky by mali najmä zlepšiť kvalitu posudzovacích štúdií a výpočtov emisií vo vnútornom plánovacom území v porovnaní s referenčným stavom.

Podobne ako v modeloch osobnej dopravy, základnou jednotkou výpočtu sú vrstvy dopytu (demand strata). V tomto prípade však nie sú tvorené podľa skupín osôb alebo aktivít, ale na základe kombinácie zdrojového sektora a konceptu zásobovania. Keďže takýto model je silne založený na dostupných štatistických údajoch, klasifikácia sektorov musí byť vo všeobecnosti orientovaná na sektory uvedené v týchto štatistikách, napríklad NACE.

Pri výpočte dopytu je potrebné, ak to umožňujú dostupné údaje a štatistiky, samostatne zohľadniť nasledujúce segmenty komerčnej dopravy (podľa ekonomického sektora):

- stavebníctvo;
- obchod;
- priemyselná výroba;
- doprava a skladovanie;



- ostatné.

Komerčné cesty zaznamenané v rámci dopravno-sociologického prieskumu domácností musia byť modelované v tomto modeli, nie v modeli osobnej dopravy. Tieto cesty musia byť vylúčené zo sekvencií aktivít používaných v modeli osobnej dopravy.

Mestská nákladná doprava je charakteristická jednofázovými logistickými konceptmi s jedným hlavným dopravným procesom, preto zvyčajne neexistuje multimodálna sekvencia ciest. Zhotoviteľ Časti 3 kríži segmentáciu podľa sektorov uvedenú vyššie s rôznymi kategóriami vozidiel (napr. komerčný automobil, LND, ŤND / nákladné vozidlá s rozlíšením hmotnosti: 3,5–7,5 t, 7,5–12 t, >12 t).

Kvalita a úroveň detailu modelu dopravného dopytu komerčnej dopravy závisí od dostupnosti vstupných údajov, ako sú štatistiky dopravných tokov komerčnej dopravy, pracoviská podľa ekonomického sektora a dopravnej zóny, priemerná dĺžka cesty alebo trasy podľa kategórie vozidla, údaje z mýta a typy využitia územia. Tieto údaje je potrebné získať prostredníctvom analýzy sekundárnych zdrojov dát (desk research), doplnenej o špecifické témy, napr. identifikáciu lokalít s vysokou hustotou ŤND (na základe satelitných snímok) a paralelný prieskum typu podniku.

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný pred začatím prác na komerčnom modeli detailne popísať a predložiť Objednávateľovi na schválenie navrhovanú metodiku modelovania, ktorá preukázateľne spĺňa požiadavky na sektorové členenie a logistické princípy definované v tejto kapitole. Tá môže zahŕňať aj úpravy príslušných sieťových modelov. Je potrebné explicitne vysvetliť, ako bude implementovaná zásobovacia doprava na báze trás (tour-based supply traffic) tak, aby model reagoval na zmeny štruktúrnych charakteristík (napr. nové priemyselné zóny). Ďalej musí byť opísané, ako sa zabezpečí, že dopyt komerčnej dopravy bude odlišený od dopytu osobnej dopravy, aby nedošlo k duplicitnému zobrazeniu v dopravnom modeli.

Kalibrácia modelu dopravného dopytu komerčnej dopravy musí zohľadniť dostupnosť vhodných údajov. Minimálne je potrebné kalibrovať priradenie ŤND na základe klasifikácie údajov zo sčítania dopravy, pričom Zhotoviteľ Časti 3 je povinný vykonať krížovú validáciu týchto dát s údajmi z mýtného systému (ak sú poskytnuté Objednávateľom) a existujúcimi údajmi o intenzitách ŤND na diaľničnej sieti.

### **Model statickej dopravy**

Súčasťou dopravného modelu musí byť detailný model statickej dopravy, ktorý umožní realisticky simulovať vplyv parkovacej politiky (vrátane systému PAAS) na voľbu dopravného



módu a cieľa cesty. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný implementovať modelovanie parkovania s využitím kapacitne nezávislého výpočtu.

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný po podpise Zmluvy o dielo Objednávateľovi predložiť na schválenie metodiku modelovania statickej dopravy. Táto metodika musí zohľadňovať nasledujúce parametre: kapacitu verzus dopyt, charakteristiku zóny, cenu za parkovanie (cost) a čas hľadania parkovacieho miesta (search time) s rozlíšením na rezidentov a návštevníkov.

- Pre zóny regulovaného parkovania (PAAS) poskytne presné vstupné dáta Objednávateľ. Pre ostatné oblasti mesta sa z dôvodu rozsahu siete nepožaduje fyzický zber dát Zhotoviteľom; pripúšťa sa využitie zástupných plošných premenných (land-use údajov, napr. z GIS vrstiev) na odhad kapacít, čo je štandardný prístup pre strategické modely. Vypočítané generalizované náklady na parkovanie následne vstúpia ako parametre do úžitkovej funkcie voľby módu (Mode Choice). Miera detailu a kvalita tejto metodiky bude zohľadnená v procese schvaľovania metodiky Objednávateľom. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný preukázať citlivosť modelu na zmenu parkovného (napr. testom elasticity dopytu na zmenu ceny v PAAS zónach), pričom výsledná citlivosť musí zodpovedať empirickým pozorovaniam zo zavedených PAAS zón v Bratislave.

### **Nákladové kritériá v multimodálnom modeli**

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný do multimodálneho dopravného modelu implementovať nákladové kritériá ovplyvňujúce rozhodovanie o voľbe dopravného módu. Tieto kritériá (napr. cena paliva, poplatky za parkovanie, cestovné náklady) budú modelované a kalibrované na základe údajov získaných z dopravno-sociologického prieskumu, prieskumu deklarováných preferencií (Stated Preferences) a iných dostupných zdrojov. Cieľom je, aby model presne reflektoval vplyv nákladov na dopravné správanie obyvateľstva. Pri modelovaní nákladových kritérií je potrebné vychádzať z aktuálne platnej legislatívy a cien platných pre definovaný referenčný rok modelu. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný metodiku výpočtu nákladov koncipovať tak, aby bola flexibilná a umožňovala Objednávateľovi jednoduchú aktualizáciu vstupných cien (napr. pomocou externých cenových indexov) bez nutnosti zásahu do štruktúry modelu.

#### **2.1.5 Externá doprava**

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný v úvodnej fáze modelovania metodicky definovať, ako bude externá doprava odvodená a implementovaná. Externá doprava zahŕňa dopravné toky s



počiatkom alebo koncom mimo modelového územia (zdrojová/cieľová doprava) a tranzitnú dopravu prechádzajúcu cez územie bez zastavenia. Tieto toky sú do modelu zavádzané a absorbované prostredníctvom kordónových zón na okraji modelového územia (hranice krajov/štátu).

Metodika modelovania: Externá doprava bude implementovaná formou statických matic prepravných vzťahov (O-D matic) s požadovaným rozlíšením na:

- osobné automobily;
- nákladné vozidlá (s rozlíšením na ľahké a ťažké, ak to zdroje umožňujú);
- verejnú hromadnú dopravu (pre potreby priradenia na linky regionálnej a diaľkovej dopravy).

Hoci samotné matice sú statické, pre potreby dynamického priradenia alebo kvázidynamického modelovania musia byť aplikované časové krivky (denné profily), ktoré verne reflektujú variabilitu intenzít externej dopravy počas dňa.

Zdroje dát a povinnosti pri spracovaní: Externá doprava bude odvodená a kalibrovaná na základe komplexnej integrácie dát z viacerých zdrojov, pričom Zhotoviteľ Časti 3 zodpovedá za ich vzájomnú harmonizáciu a konzistenciu:

1. Dáta z fyzických smerových prieskumov (od Zhotoviteľa Časti 2): Zhotoviteľ Časti 3 prevezme spracované anonymizované výstupy z prieskumov realizovaných na mestskom kordóne a na cestách nižších tried na vonkajšom kordóne (podľa bodu 1.4). Tieto dáta slúžia na presnú kalibráciu podielu tranzitnej dopravy.
2. Dáta od NDS a MD SR (Spracuje Zhotoviteľ Časti 3): Pre hlavné diaľničné vstupy (D1, D2, D4, R1, R7) poskytne Objednávateľ Zhotoviteľovi Časti 3 surové alebo čiastočne agregované dáta z mýtného systému a sčítačov NDS a koncesionára, za predpokladu ich úspešného získania od správcu infraštruktúry. Ak tieto dáta nebudú dostupné, Zhotoviteľ Časti 3 využije ako primárny podklad pre kalibráciu a definovanie matic na týchto vstupoch Národný dopravný model SR. Objednávateľ na nahradenie týchto inštitucionálnych dát nepožaduje od Zhotoviteľa Časti 3 komerčný nákup platených alternatívnych dát (napr. FCD), aby nevznikali neprimerané a nepredvídateľné náklady v ponukách. Zhotoviteľ Časti 3 je v prípade dodania týchto dát povinný ich prevziať, analyzovať, vyčistiť, kategorizovať a transformovať do podoby O-D matic pre potreby modelu. Mýtna dáta sa použijú na priamu tvorbu O-D matic pre ťažkú nákladnú dopravu



(TND) a dáta z profilových sčítačov na kalibráciu a škálovanie intenzít O-D matíc osobnej dopravy (IAD), ktorých štruktúra bude odvodená z iných zdrojov (Národný model, mobilné dáta).

3. Dáta mobilných operátorov: Využitie týchto dát je voliteľné (na zvážení a náklady Zhotoviteľa Časti 3). Zhotoviteľ Časti 3 je oprávnený obstarat' a použiť agregované dáta od mobilných operátorov (O-D matice) na zvýšenie presnosti kalibrácie a validácie prúdov. Nie je to však povinnou podmienkou, pokiaľ je schopný dosiahnuť požadované parametre presnosti modelu inými metódami. Ich využitie sa odporúča najmä pre spresnenie matíc externej osobnej dopravy.
4. Národný dopravný model SR: Pre toky, ktoré nie sú zachytené na kordóne (tranzit cez širšie územie) a pre definovanie základnej štruktúry diaľkových vzťahov, sa využijú výstupy z Národného dopravného modelu SR (poskytne MD SR/IDP alebo MF SR/ÚHP), ktoré Zhotoviteľ aktualizuje na základe lokálnych meraní. V prípade zistenia zásadných odchýlok medzi výstupmi z NDM a lokálnymi meraniami je Zhotoviteľ Časti 3 povinný na túto skutočnosť bezodkladne upozorniť Objednávateľa a navrhnúť metodický postup na ich vzájomné zosúladenie. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný viesť „log o zosúladení dát“ (Data Reconciliation Log), v ktorom bude pri každom vstupe do modelu zaznamenané, akou metódou boli transformované surové dáta (NDS, mýto, NDM) do výslednej O-D matice, vrátane použitých korekčných faktorov a odôvodnenia ich aplikácie.

### 2.1.6 Scenáre zaťaženia dopravnej siete pre súčasný stav

Na základe agregácie dát z realizovaných a spracovaných dopravných prieskumov (DSP, SP, ASD, Smerový, Križovatkový) Zhotoviteľ Časti 3 vytvorí a vyhodnotí základné scenáre zaťaženia dopravnej siete pre existujúci (súčasný) stav dopravy. Tieto scenáre musia byť generované priamo ako výstup z priradenia multimodálneho modelu dopytu (nie extrapoláciou z meraní), aby bola garantovaná metodická konzistencia s budúcimi prognóznymi scenármi.

Výsledky zaťaženia dopravnej siete musia byť predložené v nasledujúcich časových scenároch, samostatne pre každý administratívny okres Bratislavy a súhrnne pre celé územie Hlavného mesta SR Bratislava:

- Celodenné zaťaženie (24 hodín): zobrazenie kumulatívnych dopravných objemov za celý deň (pre potreby celkových dopravných výkonov a environmentálnych bilancií).



- Špičková hodinová intenzita dopravy dopoludnia (Ranná špička): zaťaženie v typickom časovom okne rannej dopravnej špičky. Presná hodina (napr. 07:15 – 08:15) bude definovaná na základe analýzy priebehov z prieskumov ASD, s možnosťou návrhu Zhotoviteľa Časti 3 a schválenia Objednávateľom. Výsledky budú slúžiť na dimenzovanie infraštruktúry a posúdenie kapacity.
- Špičková hodinová intenzita dopravy popoludní (Popoludňajšia špička): zaťaženie v typickom časovom okne popoludňajšej špičky (napr. 16:00 – 17:00). Presná hodina bude definovaná na základe analýzy prieskumov ASD.
- Maximálna špičková 3-hodina: identifikácia a zobrazenie 3-hodinového intervalu s najvyšším kumulatívnym dopravným zaťažením počas dopoludnia a popoludnia. Tento prístup umožní presnejšie určiť trvanie dopravnej kongescie.
- Špecifické časové okná pre potreby hlukového modelu: Zaťaženie musí byť agregované do legislatívne stanovených intervalov pre hlukové mapovanie (Lden):
  - Denný čas: 06:00 – 18:00;
  - Večerný čas: 18:00 – 22:00;
  - Nočný čas: 22:00 – 06:00.

### 2.1.7 Výstupy dopravného modelu

Výstupom tejto časti zákazky, ktoré odovzdá Zhotoviteľ Časti 3, budú nasledujúce digitálne dátové súbory (v natívnom editovateľnom formáte softvéru a v štandardných otvorených formátoch, napr. SHP/GeoJSON pre sieť a CSV/OMX pre matice) a sprievodná dokumentácia:

- Atribútovaná dopravná sieť: kompletný sieťový súbor modelu (napr. .net alebo .ver) s doplnenými relevantnými dopravnými charakteristikami pre všetky modelované módy (kapacita, voľná rýchlosť, počet jazdných pruhov, zákazy odbočenia, parametre zdržania v uzloch a pod.);
- Matice prepravných vzťahov: súbor matíc pre všetky modelované časové obdobia (celodenné, špičkové hodiny, špecifické intervaly), rozlíšené pre individuálnu automobilovú dopravu (IAD) a verejnú hromadnú dopravu (VHD);
- Výsledky priradenia (Assignment): súbory s výsledkami priradenia prepravných vzťahov na dopravnú sieť pre všetky modelované scenáre, obsahujúce zaťaženia na úsekoch a v uzloch;
- Vizualizácia: prehľadné grafické výstupy a mapy v digitálnej forme (napr. intenzity dopravy na úsekoch, zaťaženie križovatiek, počet prepravených cestujúcich v jednotlivých dopravných systémoch, kartogramy zaťaženia);



- Štatistické výstupy: tabuľkové prehľady o zaťažení dopravnej siete, dopravných výkonoch (vozokilometre, osobokilometre), priemerných rýchlostiach a cestovných časoch pre jednotlivé zonálne členenia a časové obdobia.
- Správa o kalibrácii a validácii dopravného modelu: detailný technický dokument, ktorý preukáže spoľahlivosť a presnosť modelu v porovnaní s reálnymi dátami z dopravných prieskumov a iných zdrojov. Model bude kalibrovaný a validovaný v súlade s relevantnými technickými podmienkami (minimálne TP102), Metodickou príručkou k zostave dopravných modelov a dopravných prognóz (MD SR) a medzinárodne uznávanými štandardmi dopravného modelovania (v rozsahu Handbook of Transport Modelling).

### 2.1.8 Kvalita modelu

Kvalita modelu musí byť primeraná pre špecifikované aplikácie. Okrem realistického, modelovo založeného zobrazenia súčasných dopravných podmienok sa vyžaduje aj realistické, vierohodné a používateľsky zrozumiteľné zobrazenie kauzálnych vzťahov.

Kvalita výsledkov modelu je vo veľkej miere determinovaná kvalitou vstupných dát. Preto je potrebné venovať mimoriadnu pozornosť preukázaniu kvality vstupných dát. Ak Zhotoviteľ Časti 3 nemôže z objektívnych príčin garantovať splnenie kalibračných kritérií s primárne dodanými dátami z Časti 1 a Časti 2 (napr. pre špecifické chýbajúce vrstvy komerčnej dopravy), je povinný metodicky doplniť chýbajúce vstupy využitím sekundárnych inštitucionálnych dát alebo otvorených dátových sád na vlastné náklady. (Zhotoviteľ Časti 3 nenesie zodpovednosť za kvalitu primárnych zberov dodaných inými subjektmi, avšak je povinný na ich nedostatky Objednávateľa bezodkladne upozorniť).

### Kalibrácia

- Pri zabezpečení kvality dopravného modelu počas kalibrácie (porovnanie modelovej hodnoty s cieľovou hodnotou) musia byť splnené minimálne nasledujúce hodnotiace kritériá:
- Model dopytu po osobnej doprave:
  - priemerné miery produkcie ciest, diferencované podľa skupín osôb:  $SQV > 0,85$  v rámci Bratislavy a  $SQV > 0,80$  mimo Bratislavy;



- distribúcia dĺžok ciest (km) a cestovných časov (min), diferencovaná podľa skupín osôb a aktivít: koeficient zhody  $CR > 0,85$  pre Bratislavu a  $CR > 0,70$  mimo Bratislavy;
- priemerné dĺžky ciest (km) a cestovné časy (min), diferencované podľa skupín osôb, módov a aktivít:  $SQV > 0,85$  v rámci Bratislavy a  $SQV > 0,80$  mimo Bratislavy;
- distribúcia modal splitu, diferencovaná podľa skupín osôb a aktivít: relatívna absolútna odchýlka  $< 2 \%$ .
- Priradenie (Assignment):
  - smerové objemy cestnej dopravy (IAD) na kľúčových profiloch a sčítacích líniah (určených Objednávateľom) v špičkových hodinách (hodinové intenzity): hodnota  $GEH < 5,0$  musí byť dosiahnutá pre minimálne 85 % týchto lokalít (s primárnym dôrazom na vysoko spoľahlivé dáta z ASD na nadradenej sieti), v plnom súlade s Metodickou príručkou k zostave dopravných modelov a dopravných prognóz (MD SR). Pre 24-hodinové objemy na kľúčových kordónových profiloch sa uplatňuje pravidlo maximálnej odchýlky medzi modelovanými a skutočnými objemami na úrovni  $\pm 5 \%$ ;
  - smerové objemy na kordónoch a screenlines (sčítacích líniah): hodnota  $GEH < 4,0$  musí byť dosiahnutá pre všetky kľúčové línie, ktorými sa rozumejú minimálne línia rieka Dunaj (všetky mosty) a línia Mestský kordón (všetky radiály na vstupe do mesta);
  - smerové 24-hodinové objemy cyklistickej dopravy do intenzity 100 cyklistov/h:  $SQV > 0,80$  pre 75 % sčítacích lokalít (referenčné dáta poskytne Objednávateľ);
  - smerové 24-hodinové objemy cyklistickej dopravy v prípade presiahnutia intenzity 100 cyklistov/h: zhoda s referenčnými sčítaniami s maximálnou odchýlkou  $\pm 25 \%$  (alebo alternatívne  $GEH < 7,0$ ) pre 75 % lokalít;
  - počet nastupujúcich/vystupujúcich cestujúcich na zastávkach VHD za 24 hodín: hodnota  $GEH < 5,0$  musí byť dosiahnutá pre minimálne 85 % kľúčových uzlov a profilov (so zameraním na mestskú hromadnú dopravu).

Použitie automatických procedúr odhadu matíc (tzv. Matrix Estimation, napr. TFlowFuzzy a iné algoritmické optimalizácie matíc voči sčítačom) za účelom umelého dosiahnutia kalibračných kritérií je striktné zakázané. Požadovaná zhoda modelu so sčítaniami (GEH) musí byť dosiahnutá výlučne na základe vysokej kvality sociodemografických vstupov, presnej



parametrizácie modelu dopytu a exaktnej kalibrácie odporov v sieti. Dopravný dopyt nesmie byť matematicky „krivený“, aby model nestratil svoju kauzálnu a prediktívnu schopnosť pre budúce scenáre. Prípadná lokálna korekcia je možná len vo výnimočných a izolovaných prípadoch, ak je preukázateľne odôvodnená preukázanou chybou v sekundárnych dátach, a to výhradne na základe predchádzajúceho explicitného písomného schválenia Objednávateľom.

### **Validácia**

Je kľúčové, aby výsledný model základného roku predstavoval robustný a spoľahlivý nástroj, ktorý dokáže vierohodne a realisticky vypočítať predikčné zmeny a opatrenia. Preto je súčasťou validácie modelu analýza jeho správania vo forme testov citlivosti a realizmu.

Zhotoviteľ Časti 3 musí vypracovať a aplikovať koncept hodnotenia vplyvu parametrov a premenných modelu na výsledok (test citlivosti). Okrem toho je potrebné pre minimálne päť prípadov zmeny modelu analyzovať, či model reaguje očakávaným smerom a očakávanou intenzitou (test realizmu). Navrhované zmeny pre testovanie:

- zvýšenie cestovného vo VHD: vplyv na počet ciest VHD;
- zvýšenie intervalov VHD: vplyv na počet ciest VHD;
- zvýšenie cestovných časov OA: vplyv na počet ciest OA;
- zvýšenie nákladov OA: vplyv na počet osobokilometrov;
- zvýšenie počtu obyvateľov: vplyv na priemernú dĺžku ciest a modal split.

Rozsah zmien (napr. zvýšenie o 20 %) bude špecifikovaný dodatočne. Výsledky testov realizmu musia byť poskytnuté ako relatívna odchýlka a ako oblúkové elasticity (arc elasticities).

Plausibilita trás pre OA, bicykle a VHD vyplývajúcich z priradenia musí byť systematicky kontrolovaná.

### **Doplnenie modernými dátovými zdrojmi:**

V rámci kalibrácie a validácie modelu má Zhotoviteľ Časti 3 možnosť (nie však povinnosť) navrhnúť a preukázať využitie moderných dátových zdrojov, ako sú FCD (Floating Car Data) alebo dáta od mobilných operátorov (Signalizačné dáta siete). Nákup a využitie týchto dát nie je povinnou súčasťou plnenia, pokiaľ Zhotoviteľ Časti 3 dokáže dosiahnuť požadované hodnotiace kritériá kalibrácie (GEH, SQV) primárne prostredníctvom masívnych smerových a profilových prieskumov (ANPR, ASD) a inštitucionálnych dát dodaných Objednávateľom. Ak sa Zhotoviteľ Časti 3 z dôvodu uplatnenia vlastnej internej metodiky rozhodne tieto dáta pre zvýšenie kvality priradenia použiť, ich nákup a spracovanie realizuje na vlastné náklady v rámci



celkovej ceny diela, bez nároku na dodatočné financovanie zo strany Objednávateľa. Úplná náhrada fyzických prieskumov týmito dátami nie je prípustná.

## 2.2 Emisný model

Softvérové prostredie:

Emisný model bude spracovaný v softvérovom prostredí, ktoré musí zabezpečiť všetky požadované funkcie a výstupy emisného modelovania, pričom jeho funkcionality a výstupy musia byť rovnocenné alebo lepšie ako tie, ktoré sú dostupné v prostredí PTV Visum (najnovšia verzia dostupná v čase podpisu Zmluvy o dielo).

Emisný model bude plne integrovaný s cestnou sieťou dopravného modelu, pričom musí byť navrhnutý tak, aby umožňoval testovanie strategických scenárov (napr. simulácia zavedenia Nízkoemisných zón – NEZ) a vyhodnocovanie ich dopadov. Tento model musí umožňovať detailnú analýzu emisných hladín presne v časových scenároch zaťaženia dopravnej siete definovaných v bode 2.1.6 tohto opisu, teda na základe:

- celodenného zaťaženia (24 hodín),
- špičkovej hodinovej intenzity dopoludnia,
- špičkovej hodinovej intenzity popoludní,
- maximálnej špičkovej 3-hodiny.

Modelovanie emisií bude slúžiť pre:

- strategické klimatické analýzy: emisie skleníkových plynov (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) produkovaných dopravou a prepočítaných na CO<sub>2</sub> ekvivalenty;
- posúdenie kvality ovzdušia: modelovanie koncentrácií znečisťujúcich látok (CO, HC, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> a ďalších).

Výpočet musí byť realizovaný v súlade s metodologickým rámcom HBEFA (Handbook Emission Factors for Road Transport), s implementáciou modelovania relevantných látok pre klimatické aspekty (skleníkové plyny a spotreba energie) a kvalitu ovzdušia (znečisťujúce látky). Emisný model bude zároveň slúžiť ako podklad pre spracovanie Plánu udržateľnej mestskej mobility (SUMP), a preto musí byť vytvorený v súlade s TEN-T reguláciou (Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1679 z 13. júna 2024 o usmerneniach Únie pre rozvoj transeurópskej dopravnej siete), pričom musí reflektovať aj relevantné indikátory SUMI.

### **Integrácia a metodiky pre emisný model:**



Pre modelovanie emisií sa vyžaduje využitie oficiálnej implementácie metodiky HBEFA, pričom implementácia musí byť zabezpečená buď priamo v prostredí softvéru dopravného modelu (formou integrovaného modulu), alebo prostredníctvom plne kompatibilného externého výpočtového nástroja. V prípade potreby podrobnejšieho modelovania môže Zhotoviteľ Časti 3 využiť aj nástroje pre mikrosimuláciu dopravy s následnou vizualizáciou emisných máp v prostredí geografických informačných systémov (GIS).

Výpočet emisií musí byť postavený na nasledovných minimálnych vstupných údajoch:

- Zloženie vozidiel (Fleet Mix): Pre najväčšie kategórie emitentov musí model minimálne rozlišovať osobné automobily (OV), dodávkové vozidlá (DV), sólo nákladné vozidlá (NV), nákladné vozidlá s prívesom/návesom (NVP+NS), autobusy (A) (s rozlíšením na mestské a diaľkové) a motocykle (M).

*Poznámka k metodike: Fyzické rozdelenie objemov dopravy medzi osobné automobily (OV) a dodávkové vozidlá (DV), ako aj rozdelenie ťažkej nákladnej dopravy na sólo vozidlá (NV) a súpravy (NVP+NS), ako aj exaktné oddelenie autobusov (A) od nákladnej dopravy, bude do modelu integrované primárne na základe empirických dát z profilových automatických sčítačov (ASD), čím sa zabezpečí lokálna presnosť. Pre určenie technologického zloženia týchto kategórií (percentuálny podiel typov palív a emisných noriem Euro) Zhotoviteľ Časti 3 využije štatistické dáta z Centrálnnej evidencie vozidiel (MV SR) platné pre dotknuté územie v referenčnom roku.*

- Počet najjazdených kilometrov a rýchlostné profily podľa typu vozidla (výstup z dopravného modelu).
- Emisné faktory pre každý typ vozidla v zmysle aktuálnej verzie HBEFA.

### **Dáta a presnosť emisného modelu:**

Presnosť emisného modelu je priamo závislá od kvality kalibrácie dopravného modelu (intenzity, rýchlosti a plynulosť toku) a správnosti nastavenia vozidlového parku (fleet mix).

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný preukázať kvalitu emisného modelu nasledujúcim spôsobom:

1. Validácia vstupov: Preukázanie zhody štruktúry vozidlového parku v modeli s údajmi z Centrálnnej evidencie vozidiel (alebo relevantných štatistík pre BA kraj) a údajmi z diferencovanej kategorizácie realizovaných dopravných prieskumov.
2. Konzistencia výpočtu: Porovnanie celkových vypočítaných emisií (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM) s dostupnými národnými alebo regionálnymi emisnými inventúrami (top-down vs. bottom-up prístup) pre referenčný rok.



3. Indikatívne porovnanie: Porovnanie trendov emisií s údajmi z monitorovacích staníc SHMÚ je požadované len na indikatívnej úrovni (korelácia trendu rannej/poobednej špičky), keďže bez rozptylového modelovania nie je možná priama konverzia emisií na imisie s presnosťou 10 %.

### 2.3 Hlukový model

Softvérové prostredie:

Hlukový model bude spracovaný v softvérovom prostredí, ktoré musí byť schopné zabezpečiť všetky požadované funkcie a výstupy hlukového modelovania, pričom jeho funkcionality a výstupy musia byť rovnocenné alebo lepšie ako tie, ktoré sú dostupné v prostredí PTV Visum (najnovšia dostupná verzia v čase podpisu Zmluvy o dielo) s modulom pre hlukové analýzy.

Hlukový model bude integrovaný s cestnou sieťou dopravného modelu. Tento model musí umožňovať analýzu hlukových hladín na základe celodennej a maximálnej hodinovej intenzity dopravného zaťaženia, s ohľadom na relevantné kategórie vozidiel definované v dopravnom modeli (v súlade s TP102 a ich prevodom na kategórie metodiky CNOSSOS-EU).

Modelovanie hlukových hladín bude slúžiť na strategické environmentálne analýzy (hodnotenie hlukovej záťaže obyvateľstva vplyvom dopravy) a posúdenie kvality životného prostredia v súlade s platnou legislatívou a relevantnými metodickými usmerneniami pre hlukové mapovanie.

V rámci hlukového modelovania požadujeme zohľadnenie nasledujúcich kľúčových parametrov a výstupov:

- Vstupné dáta: priame využitie dopravných dát (intenzity, skladba dopravného prúdu, rýchlosti) z multimodálneho dopravného modelu.
- Modelovanie zdrojov hluku: identifikácia a modelovanie cestných úsekov ako líniových zdrojov hluku s ohľadom na kategórie vozidiel a povrchy vozoviek.
- Šírenie hluku: výpočet šírenia hluku s ohľadom na topografiu terénu, prekážky (budovy, protihlukové steny) a atmosférické podmienky. Objednávateľ poskytne Zhotoviteľovi Časti 3 vstupné dáta vo forme zdrojových súborov (vhodných pre offline výpočty), a to konkrétne:
  - Digitálny model reliéfu (DMR);
  - 3D model budov (úroveň detailu LOD 1). Integráciu týchto vrstiev do výpočtového modelu zabezpečí Zhotoviteľ Časti 3;



- Indikátory hluku: výpočet relevantných hlukových indikátorov pre nasledujúce časové obdobia:
  - $L_{den}$  (zložený indikátor hluku pre deň-večer-noc);
  - $L_d$  (deň): časový interval 06:00 – 18:00;
  - $L_e$  (večer): časový interval 18:00 – 22:00;
  - $L_n$  (noc): časový interval 22:00 – 06:00;
- Výstupy: prezentácia výsledkov formou hlukových máp a tabuľkových prehľadov vo formáte plne kompatibilnom s prostredím multimodálneho dopravného modelu, ktoré budú slúžiť okrem iného ako podklad pre Plán udržateľnej mestskej mobility (SUMP) na identifikáciu hlukovo zaťažených oblastí a návrh opatrení;
- Kalibrácia a validácia: dosiahnutie zhody s realitou prostredníctvom kalibrácie (na základe existujúcich meraní hluku) a následné preukázanie presnosti modelu formou validácie.

### **Integrácia a metodiky pre hlukový model:**

Modelovanie hluku si vyžaduje využitie špecializovaných hlukových softvérov (napr. SoundPLAN alebo CadnaA alebo technicky ekvivalentný nástroj), pričom vstupné dáta (zaťaženie, rýchlosti, typy vozidiel) musia byť exportované z multimodálneho dopravného modelu vo formátoch kompatibilných s týmito nástrojmi (napr. TXT, XML, CSV, DBF, GIS formáty).

Musí byť zabezpečený súlad s platnou legislatívou pre hlukové mapovanie (vrátane smernice 2002/49/ES o posudzovaní a riadení environmentálneho hluku a smernice 2015/996 ustanovujúcej spoločné metódy posudzovania hluku – CNOSSOS-EU). To zahŕňa:

- rozdelenie dopravného prúdu podľa kategórií vozidiel;
- použitie definovaných časových pásiem (deň, večer, noc);
- priestorové rozlíšenie zaťaženia siete.

Kontrola výstupov musí prebiehať validáciou s referenčnými údajmi.

### **Dáta a presnosť pre hlukový model:**

Cieľovou úrovňou presnosti hlukového modelu je bežná akceptovaná odchýlka  $\pm 3$  dB (pre strategické mapovanie) podľa princípov CNOSSOS-EU. Verifikácia presnosti bude prebiehať porovnaním výstupov modelu s referenčnými údajmi, ktoré poskytne Objednávateľ (výsledky



z monitorovacích staníc, autorizovaných meraní hluku, prípadne kalibrované dáta zo Strategických hlukových máp).

## 2.4 Analýza priepustnosti cestnej siete

Táto časť predmetu zákazky sa zameriava na komplexné posúdenie kapacity a priepustnosti kľúčových prvkov cestnej siete mesta Bratislava, s dôrazom na kritické križovatky. Cieľom je identifikovať súčasné úzke miesta a poskytnúť podklady pre budúce optimalizačné opatrenia. Analýza priepustnosti bude vykonaná pre všetky relevantné úseky cestnej siete a kľúčové dopravné uzly vyplývajúce z dopravného modelu.

- Úroveň saturácie (Volume-Capacity Ratio) bude analyzovaná pre celú modelovanú sieť v rozsahu diaľnice, cesty, miestne cesty.
- Výsledky analýzy priepustnosti budú vizualizované na mapových podkladoch (kartogramy zaťaženia siete s farebným rozlíšením stupňov využitia kapacity) pre rannú a popoludňajšiu špičku.

### Posúdenie vybraných križovatiek

- Z celkového počtu 60 križovatiek, kde bol vykonaný križovatkový dopravný prieskum, Zhotoviteľ Časti 3 v spolupráci s Objednávateľom vyberie 40 križovatiek so zreteľom na úroveň ich saturácie, modelované zdržania a strategický význam pre dopravnú sieť, ktoré budú podrobené detailnej analýze priepustnosti.
- Analýza sa bude vzťahovať na riadené aj neriadené križovatky. Pre každú zo 40 vybraných križovatiek sa vypočíta úroveň kvality dopravy (ÚKD) pre súčasný stav, a to samostatne pre rannú špičkovú hodinu a popoludňajšiu špičkovú hodinu.
- Zhotoviteľ Časti 3 je povinný použiť odborne uznávaný metodický postup pre výpočet kapacity križovatiek v súlade s platnými TP102 a príslušnými technickými normami.
- Súčasťou posúdenia bude vypracovanie detailnej správy pre každú zo 40 križovatiek v súčasnom stave, ktorá bude obsahovať:
  - vstupné dáta (geometria, signálne plány poskytnuté Objednávateľom, s povinnosťou ich elementárnej terénnej verifikácie Zhotoviteľom Časti 3, intenzity);
  - kartogramy zaťaženia križovatky (v skutočných a jednotkových vozidlách);
  - formuláre kapacitného výpočtu;
  - identifikované problémy a kapacitné rezervy.



### Výstupy a formát dodávky

- Výpočtové formuláre úrovne kvality dopravy pre každú posudzovanú križovatku v zmysle TP102;
- Pri zložitejšom usporiadaní križovatiek môže Zhotoviteľ Časti 3 využiť ako doplnok mikrosimuláciu, ktorá však nenahrádza kapacitný výpočet a musí byť riadne validovaná a kalibrovaná;
- Sprievodná správa sumarizujúca výsledky analýzy priepustnosti celej cestnej siete;
- Prílohy s prehľadnými tabuľkami so súhrnnými výsledkami kapacít a úrovne kvality dopravy pre všetky posudzované križovatky a úseky;
- Grafické prílohy, vrátane mapových výstupov vizualizujúcich objemovo-kapacitné pomery a problematické miesta;
- Všetky textové výstupy (správy, analýzy) budú odovzdané v editovateľnom formáte (.docx, .xlsx) a vo formáte PDF. Súbory dopravného modelu (a prípadných mikrosimulácií) budú odovzdané v natívnom editovateľnom formáte softvéru, v ktorom boli vytvorené.

### 3. Hardvér a čas behu modelu

Implementácia pokročilých metód (najmä modelu dopytu založeného na trasách a detailnejšej zonácie) prirodzene zvýši výpočtovú náročnosť modelu oproti súčasnému stavu. Zhotoviteľ Časti 3 je však povinný model navrhnuť, nastaviť a optimalizovať tak, aby bol zachovaný efektívny prevádzkový cyklus.

Požiadavka na výpočtový čas: Špecifikácia modelu musí zabezpečiť, aby kompletný výpočet modelu (full model run vrátane iterácií dopytu a priradenia) bolo možné vykonať v režime „cez noc“ (overnight run), t. j. maximálne do 12 hodín.

Referenčná hardvérová konfigurácia: Uvedený maximálny výpočtový čas (12 hodín) musí byť dosiahnuteľný na hardvérovom vybavení, ktoré predstavuje ekonomický štandard pre dopravné modelovanie. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný garantovať splnenie tejto podmienky na pracovnej stanici s nasledujúcimi parametrami:

- Procesor: min. 8 fyzických jadier;
- Operačná pamäť (RAM): 64 GB.



V prípade, že Zhotoviteľom Časti 3 navrhované riešenie vyžaduje na dosiahnutie požadovaného času (12 hodín) výkonnejší hardvér, než je uvedená referenčná konfigurácia, je Zhotoviteľ Časti 3 povinný model metodicky a algoritmicke zoptimalizovať, alebo na vlastné náklady v rámci celkovej ceny diela dodať Objednávateľovi potrebnú výpočtovú infraštruktúru (fyzickú pracovnú stanicu alebo predplatený cloudový výkon na obdobie udržateľnosti projektu), ktorá splnenie tohto limitu garantuje.

#### 4. Efektívna komunikácia a koordinácia

Jednotliví Zhotovitelia sú povinní zabezpečiť efektívnu komunikáciu a koordináciu s tímom Objednávateľa počas celého trvania realizácie príslušnej časti zákazky.

Úvodné stretnutie (Kick-off meeting): Jednotliví Zhotovitelia iniciujú úvodné stretnutie (osobne alebo online) najneskôr do 10 pracovných dní od nadobudnutia účinnosti Zmluvy o dielo. Cieľom stretnutia je potvrdenie harmonogramu, definovanie komunikačných kanálov, zoznamu zodpovedných osôb a odsúhlasenie technických protokolov pre výmenu dát.

Realizačný projekt (Technický plán plnenia):

Jednotliví Zhotovitelia sú povinní do 10 pracovných dní od nadobudnutia účinnosti Zmluvy o dielo (pre svoju príslušnú časť) predložiť Objednávateľovi na schválenie Realizačný projekt. Tento dokument musí obsahovať:

- podrobný technický postup plnenia danej časti zákazky;
- zoznam a špecifikáciu všetkých subdodávateľov;
- harmonogram kľúčových interných etáp (milestones) so zodpovednými osobami;
- pre Zhotoviteľa Časti 3 navyše: detailnú architektúru systému, metodiku kalibrácie modelu a návrh bezpečnostných opatrení (v predbežnej verzii).

Objednávateľ sa k Realizačnému projektu vyjadří do 5 pracovných dní. Jednotliví Zhotovitelia sú povinní zapracovať pripomienky Objednávateľa a predložiť finálnu verziu do 3 pracovných dní. Bez schváleného Realizačného projektu nie je príslušný Zhotoviteľ oprávnený začať s hlavnými činnosťami (zber dát alebo vývoj modelu).

Pravidelné koordinačné stretnutia:

- Frekvencia: minimálne 1× každé 2 týždne (online status meeting, napr. cez MS Teams) a 1× mesačne (osobné stretnutie v priestoroch Objednávateľa, ak nie je dohodnuté inak).



- Obsah: kontrola plnenia harmonogramu, prezentácia priebežných výsledkov, riešenie otvorených bodov a požiadaviek Objednávateľa.
- Zápis: Jednotliví Zhotovitelia sú povinní vyhotoviť zápis z každého stretnutia a zaslať ho na schválenie Objednávateľovi do 2 pracovných dní. V prípade, ak sa stretnutia zúčastnia zástupcovia viacerých zhotoviteľov, za zápis je stanovené poradie zodpovednosti Zhotoviteľ Časti 3 > Zhotoviteľ Časti 2 > Zhotoviteľ Časti 1, čiže v prípade účasti všetkých troch by spracovanie zápisu zodpovedal Zhotoviteľ Časti 3. Objednávateľ sa k zápisu vyjadří do 3 pracovných dní od doručenia. Zápis musí obsahovať:
  - zoznam úloh vykonaných od posledného stretnutia;
  - aktuálny stav prebiehajúcich úloh a identifikácia rizík;
  - plánované úlohy do ďalšieho stretnutia s termínmi a menovitou zodpovednosťou.

#### Reporting:

- Mesačné správy o stave projektu: Písomná správa obsahujúca ukončené úlohy, odchýlky od harmonogramu, identifikované riziká a návrhy opatrení.
  - Formát: PDF a editovateľný formát (napr. .xlsx).
  - Termín: vždy k 5. dňu nasledujúceho mesiaca.
- Správy po ukončení míľnikov: Správa o dosiahnutí kľúčových míľnikov definovaných v harmonograme. Objednávateľ sa k Správe po ukončení míľnika vyjadří do 5 pracovných dní od jej doručenia.
- Nástroje na komunikáciu a zdieľanie dát: Pre operatívnu komunikáciu a zdieľanie dokumentov sa budú využívať štandardné nástroje odsúhlasené na úvodnom stretnutí (napr. MS Teams, SharePoint). Pre zabezpečenú výmenu veľkých dátových súborov (Big Data) zabezpečia jednotliví Zhotovitelia na svoje náklady adekvátne úložisko (napr. FTP server, zabezpečené cloudové úložisko) s prístupom pre Objednávateľa.

#### **Koordinácia medzi časťami zákazky a kompetencie:**

V súvislosti s rozdelením zákazky na tri vecne a časovo prepojené časti:

- 1) Dopravno-sociologický prieskum (DSP) a Prieskum deklarovaných preferencií (SP)
- 2) Ostatné dopravné prieskumy (ASD, smerové, križovatkové)
- 3) Dopravný model, environmentálne modely a súvisiace analýzy (multimodálny dopravný model, emisný model, hlukový model a analýza priepustnosti cestnej siete)



sa stanovuje nasledujúci záväzný model koordinácie:

- Rola hlavného integrátora: Zhotoviteľ Časti 3 (Dopravný model, environmentálne modely a súvisiace analýzy) plní funkciu hlavného technického koordinátora a integrátora dát. Zhotoviteľ Časti 3 je oprávnený a povinný definovať technické špecifikácie, štruktúru dát, formáty súborov a granularitu výstupov, ktoré sú potrebné od Zhotoviteľov Častí 1 a 2 pre úspešnú kalibráciu modelu.
- Povinnosť súčinnosti: Ak sú Zhotovitelia Častí 1, 2 a 3 odlišné subjekty, Zhotovitelia Častí 1 a 2 sú povinní poskytovať plnú súčinnosť Zhotoviteľovi Časti 3 a prispôbiť formát výstupov jeho požiadavkám (za predpokladu, že sú v súlade s týmto opisom predmetu zákazky), pričom táto povinnosť je neoddeliteľnou súčasťou ich zmluvných záväzkov a akékoľvek jej porušenie zakladá nárok Objednávateľa na uplatnenie zmluvných sankcií.
- Zodpovednosť za kvalitu vstupov: Zhotoviteľ Časti 3 zodpovedá za kontrolu kvality a integráciu dát dodaných z Časti 1 a 2. V prípade zistenia nedostatkov v dátach z Častí 1 alebo 2 je Zhotoviteľ Časti 3 povinný bezodkladne notifikovať Objednávateľa a navrhnúť postup nápravy.
- Postupnosť: Po ukončení kalibrácie a validácie dopravného modelu (Časť 3) budú jeho výstupy slúžiť ako záväzný podklad pre spracovanie emisného a hlukového modelu (tiež v rámci Časti 3).

## 5. Prenos know-how a školenie

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný zabezpečiť komplexný prenos know-how a školenia pre interný tím Objednávateľa (3 osoby). Hlavným cieľom školení je dosiahnuť stav, kedy bude interný tím schopný plne samostatne pracovať s dodaným dopravným modelom, vykonávať jeho údržbu, aktualizáciu a tvorbu scenárov bez potreby asistencie tretích strán.

Obsahová náplň školení: Prenos know-how musí byť realizovaný priamo na finálnej verzii dodaného dopravného modelu a musí pokrývať minimálne nasledujúce oblasti:

- Funkčnosť a architektúra modelu: detailné vysvetlenie princípov fungovania modelu, jeho štruktúry, zonácie, systému konektorov, sieťového grafu a dátových tokov;
- Práca so softvérovým prostredím: praktické školenie zamerané na efektívne využívanie funkcií softvérového prostredia (PTV Visum alebo ekvivalent), vrátane pokročilých nástrojov pre analýzy a grafické výstupy. V prípade použitia iného softvéru ako PTV Visum sa vyžaduje extra hĺbkové zaškolenie interných expertov Objednávateľa s cieľom dosiahnutia plnej používateľskej samostatnosti;



- Aktualizácia modelu: procesy aktualizácie ponuky (siete) a dopytu, import nových dát z prieskumov, úpravy matíc a rekalibrácia;
- Tvorba scenárov: metodika vytvárania a hodnotenia budúcich scenárov (nová infraštruktúra, zmena liniek VHD, uzávery) a porovnanie variantov;
- Environmentálne modely: špecifiká práce s emisným a hlukovým modulom, vrátane exportov pre hlukové mapovanie;
- Interpretácia výsledkov: správne čítanie a interpretácia výstupov modelu (intenzity, ÚKD, emisie, hluk) pre potreby strategického plánovania a rozhodovania;
- Technická podpora a údržba: vysvetlenie rozsahu a podmienok technickej podpory, procesov hlásenia chýb a uplatňovania záručnej a pozáručnej podpory.

#### Forma a organizácia školení

- Školenia sa uskutočnia prezenčne v priestoroch Objednávateľa (ak nebude dohodnuté inak) v slovenskom alebo českom jazyku.
- Výpočtovú techniku zabezpečí Objednávateľ, potrebné softvérové licencie na dobu školenia zabezpečí Zhotoviteľ Časti 3 na vlastné náklady.
- Zhotoviteľ Časti 3 je povinný predložiť Objednávateľovi na schválenie detailný koncept školení (počet blokov, časový rozsah, logická postupnosť), pričom minimálny požadovaný rozsah školení je stanovený na 24 hodín (napr. 3 pracovné dni, ktoré môžu byť rozdelené do viacerých blokov).
- Zhotoviteľ Časti 3 je povinný poskytnúť Objednávateľovi po skončení školení dodatočnú konzultačnú podporu (formou online workshopu) v rozsahu 8 hodín, ktorú je možné využiť do 6 mesiacov od odovzdania diela na doriešenie špecifických otázok vzniknutých pri praktickej prevádzke modelu.

Dokumentácia a školiace materiály Súčasťou prenosu know-how je dodanie kompletnej, štruktúrovanej a užívateľsky prívetivej dokumentácie k modelu v slovenskom jazyku, ktorá bude pozostávať z:

1. Metodickéj príručky: Popis vedeckých a matematických postupov použitých v modeli.
2. Používateľského manuálu (Model Operation Manual): Krok-za-krokom návod na obsluhu konkrétneho modelu Bratislavy (ako spustiť výpočet, ako pridať novú cestu, ako vyexportovať graf).



Zhotoviteľ Časti 3 po ukončení školení zadá internému tímu Objednávateľa „praktický testovací scenár“ (napr. zadanie novej línie VHD do siete a vyhodnotenie jej vplyvu), ktorého úspešné zvládnutie bude podmienkou riadneho ukončenia prenosu know-how.

Zhotoviteľ Časti 3 je zároveň povinný vyhotoviť a odovzdať Objednávateľovi videozáznamy z realizovaných školení a digitálne školiace materiály, ktoré budú slúžiť pre potreby zaškolenia budúcich zamestnancov.

## 6. Vlastnícke a licenčné práva

Vlastníctvo výstupov: Objednávateľ nadobúda dňom odovzdania a prevzatia diela (alebo jeho ucelenej časti) výhradné vlastnícke práva ku všetkým hmotným aj nehmotným výstupom zákazky, ktoré boli vytvorené jednotlivými Zhotoviteľmi pre účely tohto diela. Predmetom tohto prevodu sú najmä:

- všetky surové a spracované dáta z dopravných prieskumov realizovaných priamo pre túto zákazku;
- databázy a súbory dopravného, emisného a hlukového modelu (vrátane všetkých nastavení, vstupných parametrov a definícií siete);
- metodiky, analytické správy, grafické a mapové výstupy;
- všetky pomocné skripty, makrá a doplnkové nástroje (napr. v jazyku Python, VBA), ktoré boli vytvorené pre beh modelu, musia byť odovzdané s otvoreným zdrojovým kódom a dokumentáciou, umožňujúcou ich úpravu.

*Poznámka k dátam tretích strán:* V prípade využitia dát, ktoré sú duševným vlastníctvom tretích strán (napr. dáta mobilných operátorov, FCD dáta od globálnych poskytovateľov), Zhotoviteľ Časti 3 zabezpečí pre Objednávateľa nevýhradnú, časovo neobmedzenú licenciu na použitie týchto dát v rozsahu potrebnom pre prevádzku modelu. Všetky odvodené dáta (napr. kalibrované matice, vypočítané intenzity) vzniknuté spracovaním dát tretích strán sa stávajú výlučným vlastníctvom Objednávateľa.

Jednotliví Zhotovitelia udeľujú Objednávateľovi výhradnú, časovo a územne neobmedzenú licenciu na použitie diela na akýkoľvek účel súvisiaci s činnosťou mesta, vrátane práva dielo meniť, upravovať a spracovávať (buď vlastnými kapacitami, alebo prostredníctvom tretích strán).



Dôvernosť a zákaz poskytovania údajov: Všetky dáta a výstupy získané alebo vytvorené v rámci plnenia tejto zákazky sú výlučným majetkom Objednávateľa. Jednotliví Zhotovitelia nie sú oprávnení poskytnúť, predať, zverejniť ani inak sprístupniť tieto dáta žiadnej tretej strane bez predchádzajúceho písomného súhlasu Objednávateľa. Jednotliví Zhotovitelia sú oprávnení použiť získané dáta výlučne na plnenie predmetu tejto zmluvy. Jednotliví Zhotovitelia zodpovedajú za to, že pri manipulácii s dátami budú dodržané všetky predpisy na ochranu osobných údajov (GDPR), najmä pri spracovaní výstupov z dopravno-sociologických prieskumov.

Softvérové licencie a nástroje: Vstupné nástroje a softvérové prostriedky (napr. licencie na softvér PTV Visum alebo ekvivalent, operačné systémy), ktoré Zhotoviteľ Časti 3 použil pri tvorbe diela, zostávajú vo vlastníctve Zhotoviteľa Časti 3 (resp. príslušných držiteľov autorských práv k softvéru). Zhotoviteľ Časti 3 však garantuje, že odovzdané dielo (súbory modelu) bude právne a technicky vysporiadané tak, aby ho Objednávateľ mohol plnohodnotne užívať, spúšťať a modifikovať na vlastných licenciách daného softvéru bez akýchkoľvek dodatočných nárokov Zhotoviteľa Časti 3 alebo potreby inštalácie proprietárnych doplnkov Zhotoviteľa Časti 3.

V prípade, že súčasťou plnenia je aj dodanie licencií (podľa bodu 2.1.1), tieto prechádzajú do vlastníctva/držby Objednávateľa v rozsahu licenčných podmienok výrobcu softvéru.

### **Požiadavky na informačnú kybernetickú bezpečnosť (Bezpečnostný projekt)**

Definícia pôsobnosti: Pre účely tejto kapitoly sa pod pojmom „Zhotoviteľ Časti 3“ rozumie subjekt zodpovedný za vývoj a prevádzku systému MDM 2.0 (tvorca Bezpečnostného projektu). Pod pojmom „Jednotliví Zhotovitelia“ sa rozumejú všetci zhotovitelia častí 1, 2 aj 3, pričom pre všetkých bez výnimky platia nižšie uvedené pravidlá ochrany dát, mlčanlivosti a prístupových práv.

Súčasťou plnenia a dodávky diela v realizačnej fáze projektu je povinnosť Zhotoviteľa Časti 3 vypracovať a odovzdať Objednávateľovi komplexný Bezpečnostný projekt pre informačný systém verejnej správy (ISVS), ktorý je budovaný, resp. rozvíjaný v rámci tohto predmetu zákazky. Ide konkrétne o ISVS evidovaný v MetaIS pod názvom:

- Multimodálny dopravný model (MDM 2.0) – kód v MetaIS: isvs\_15538



Bezpečnostný projekt musí byť vypracovaný v plnom súlade s platnými legislatívnymi požiadavkami, predovšetkým v zmysle § 23 ods. 1 a ods. 2 Zákona č. 95/2019 Z. z. o informačných technológiách vo verejnej správe a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, a v súlade s Vyhláškou ÚPVII č. 179/2020 Z. z., ktorou sa ustanovuje spôsob kategorizácie a obsah bezpečnostných opatrení informačných technológií verejnej správy. Zhotoviteľ Časti 3 zodpovedá za to, že predložená bezpečnostná dokumentácia umožní Objednávateľovi splniť všetky zákonné povinnosti voči orgánom riadenia ITVS (MIRRI). Riadne vypracovanie a akceptácia tohto dokumentu zo strany Objednávateľa je nevyhnutnou podmienkou pre úspešné odovzdanie diela.

### **Vymedzenie regulačného rámca a kategorizácia ISVS**

Objednávateľ výslovne uvádza, že ISVS MDM 2.0 (isvs\_15538) v zmysle zákona č. 69/2018 Z. z. o kybernetickej bezpečnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov nepredstavuje základnú službu ani prvok kritickej infraštruktúry, a preto sa naň priamo nevzťahujú povinnosti prevádzkovateľa základnej služby (PZS) podľa citovaného zákona ani vyhlášky NBÚ č. 227/2025 Z. z. o bezpečnostných opatreniach. Bezpečnostné opatrenia pre tento ISVS sa riadia výhradne rámcom pre informačné technológie verejnej správy podľa zákona č. 95/2019 Z. z. a vyhlášky MIRRI č. 179/2020 Z. z. Objednávateľ predbežne zaraďuje ISVS MDM 2.0 do kategórie II podľa § 4 vyhlášky č. 179/2020 Z. z. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný v Bezpečnostnom projekte navrhnuť a implementovať minimálny rozsah bezpečnostných opatrení zodpovedajúci prílohe č. 2 citovanej vyhlášky pre kategóriu II; vo vybraných oblastiach (najmä logovanie, riadenie prístupu, šifrovanie, riadenie zraniteľností a personálna bezpečnosť dodávateľa) sa však uplatnia prísnejšie požiadavky špecifikované nižšie, a to aj nad rámec minima pre kategóriu II.

### **Minimálne technické bezpečnostné požiadavky**

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný v rámci dodávky a Bezpečnostného projektu zabezpečiť implementáciu minimálne nasledovných technických opatrení, ktoré budú overiteľné v rámci akceptačného konania:

- Identita a riadenie prístupu: viacfaktorová autentifikácia (MFA) povinná pre všetky účty s administratívnym alebo privilegovaným prístupom a pre vzdialený prístup zhotoviteľa; integrácia s identitným systémom Objednávateľa (Active Directory / SSO) tam, kde je to technicky možné; uplatnenie zásady najmenších oprávnení (least



privilege) a oddelenie rolí (segregation of duties); pravidelná recertifikácia oprávnení minimálne raz za 6 mesiacov.

- Kryptografická ochrana: prenos údajov výhradne cez TLS verzie 1.2 alebo vyššej so zakázanými slabými šiframi (RC4, 3DES, MD5, SHA-1); šifrovanie údajov v pokoji (at-rest) pre databázy a úložiská obsahujúce dáta z dopravno-sociologických prieskumov, kalibrované matice a iné citlivé dátové sady; používanie kryptografických algoritmov a dĺžok kľúčov v súlade s odporúčaniami NBÚ a ENISA; bezpečná správa kryptografických kľúčov vrátane životného cyklu (generovanie, distribúcia, rotácia, revokácia, archivácia).
- Logovanie a monitoring: záznam bezpečnostne relevantných udalostí (prihlásenia, neúspešné pokusy, zmeny oprávnení, administratívne operácie, prístupy k dátam, zmeny konfigurácie); centralizovaný export logov v štandardnom formáte (Syslog, CEF alebo JSON) so schopnosťou integrácie do SIEM a SOCu systému Objednávateľa; ochrana logov pred neoprávnenou modifikáciou (write-once alebo kryptografická integrita); časová synchronizácia všetkých komponentov cez NTP voči dôveryhodnému zdroju.
- Riadenie zraniteľností a patch management: priebežný monitoring CVE pre všetky použité komponenty (operačné systémy, knižnice tretích strán, aplikačný server, databáza, použitý softvér typu PTV Visum); SLA na nasadenie bezpečnostných záplat — kritické zraniteľnosti (CVSS  $\geq 9.0$ ) do 14 kalendárnych dní od vydania opravy, vysoké (CVSS 7.0–8.9) do 30 dní, stredné do 90 dní; v prípade aktívne zneužívanej zraniteľnosti (KEV katalóg CISA alebo varovanie SK-CERT) okamžitá notifikácia Objednávateľa a plán mitigácie do 72 hodín; pred odovzdaním do produkcie a následne minimálne raz ročne vykonanie vulnerability scanu, penetračného testu a SAST/SCA analýzy aplikačného kódu, pričom záverečná správa sa odovzdáva Objednávateľovi.
- Zálohovanie a obnova: pravidelné zálohy konfigurácie aj dátových sád s definovaným RPO maximálne 5 pracovných dní a RTO maximálne 5 pracovných dní; uchovávanie aspoň jednej kópie záloh v geograficky oddelenej lokalite; ochrana záloh pred ransomware (imutabilné alebo offline úložisko); preukázateľné testovanie obnovy minimálne raz za 12 mesiacov s výstupným protokolom.
- Sieťová bezpečnosť a segmentácia: nasadenie systému v segmentovanej sieťovej zóne oddelenej od bežnej kancelárskej siete Objednávateľa; obmedzenie sieťovej komunikácie na nevyhnutné porty a protokoly (deny-by-default); ochrana perimetra (firewall, pre webové rozhrania);



## **Zdieľanie výstupov s tretími stranami**

Objednávateľ predpokladá, že vybrané výstupy modelu MDM 2.0 (napr. agregované intenzity, environmentálne ukazovatele) budú zdieľané s ďalšími orgánmi verejnej správy a podriadenými organizáciami mesta. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný v Bezpečnostnom projekte navrhnuť a v rámci dodávky implementovať bezpečný mechanizmus zdieľania výstupov, ktorý zahŕňa: klasifikáciu výstupov (verejné / interné / citlivé) a pre každú triedu definovaný spôsob distribúcie; použitie šifrovaných prenosových kanálov (sFTP, HTTPS s TLS 1.2+, prípadne API s mTLS) pre interné a citlivé výstupy; mechanizmus overenia integrity odovzďavaných dátových sád (digitálny podpis alebo hash); evidenciu odovzdaní (kto, čo, kedy, komu) s minimálnou retenciou 24 mesiacov; pred prvým zdieľaním výstupov s externým subjektom musí byť odsúhlasený dátový profil (formát, obsah, úroveň agregácie a anonymizácie) Manažérom kybernetickej bezpečnosti Objednávateľa.

## **Personálna bezpečnosť, sub-dodávateľa a vzdialený prístup**

Jednotliví Zhotovitelia predložia pred zahájením prác zoznam členov projektového tímu prístupujúcich k dátam Objednávateľa alebo k produkčnému prostrediu, vrátane sub-dodávateľov; všetky tieto osoby budú viazané dohodou o mlčanlivosti (NDA). Pre osoby s privilegovaným prístupom (administrátori, DevOps, dátoví inžinieri pracujúci so surovými dátami z prieskumov) jednotliví Zhotovitelia na požiadanie Objednávateľa preukážu ich bezúhonnosť (výpis z registra trestov nie starší ako 3 mesiace). Jednotliví Zhotovitelia vedú aktuálnu maticu prístupových oprávnení a pri ukončení pracovného alebo zmluvného vzťahu osoby s prístupom je povinný revokovať jej prístupy najneskôr do 24 hodín a túto skutočnosť bezodkladne oznámiť Objednávateľovi. Zmena sub-dodávateľa s prístupom k údajom alebo systémom Objednávateľa podlieha predchádzajúcemu písomnému súhlasu Objednávateľa; nový sub-dodávateľ je viazaný rovnakými bezpečnostnými povinnosťami ako jednotliví Zhotovitelia. Vzdialený prístup jednotlivých Zhotoviteľov do prostredia Objednávateľa je realizovaný výlučne cez VPN s MFA, prípadne cez technické prostriedky určené Objednávateľom (napr. jump host alebo PAM nástroj), pričom všetky relácie sú logované.

## **Hlásenie bezpečnostných incidentov**

Zhotoviteľ Časti 3 je povinný oznámiť Objednávateľovi bezodkladne, najneskôr do 4 hodín od zistenia, akýkoľvek bezpečnostný incident alebo dôvodné podozrenie naň, ktorý sa týka



systemu MDM 2.0, dát Objednávateľa alebo prostredia Zhotoviteľa Časti 3, ak môže mať dopad na Objednávateľa. Hlásenie sa zasiela Manažérovi kybernetickej bezpečnosti Objednávateľa kontaktným kanálom určeným v zmluve. Zhotoviteľ Časti 3 poskytuje plnú súčinnosť pri vyšetrovaní, obnove prevádzky a koreňovej analýze (RCA), pričom záverečnú správu z RCA odovzdá Objednávateľovi do 15 pracovných dní od uzavretia incidentu.

### **Akceptačné kritériá Bezpečnostného projektu a aktualizácia pri legislatívnych zmenách**

Bezpečnostný projekt bude akceptovaný Objednávateľom, ak: obsahuje analýzu rizík vrátane registra rizík a navrhovaných mitigácií; obsahuje maticu súladu (compliance matrix) s vyhláškou č. 179/2020 Z. z. pre kategóriu II, kde je pre každú požiadavku uvedené konkrétne implementačné opatrenie a doklad o jeho splnení; obsahuje plán kontinuity činnosti (BCP) a havarijný plán (DRP); obsahuje dokumentáciu architektúry, dátových tokov, integrácií a rozhraní; obsahuje výstupy z penetračného testu a vulnerability scanu vykonaných pred odovzdaním do produkcie. Ak počas trvania zmluvy a záručnej doby nadobudne účinnosť nový alebo novelizovaný právny predpis upravujúci bezpečnostné opatrenia ITVS (najmä novelizácia vyhlášky č. 179/2020 Z. z. alebo nadväzujúcej legislatívy MIRRI), Zhotoviteľ Časti 3 je povinný v primeranej lehote, najneskôr do 6 mesiacov od účinnosti zmeny, aktualizovať Bezpečnostný projekt a nasadené opatrenia tak, aby zostali v súlade s aktuálnym právnym stavom, a to bez nároku na dodatočnú odmenu nad rámec dohodnutej ceny diela.

## **7. Požiadavky na cenovú ponuku a harmonogram realizácie**

Táto časť dokumentu špecifikuje požiadavky na predloženie cenovej ponuky a definuje záväzný harmonogram realizácie projektu, ktorého účelom je stanoviť jasné termíny pre jednotlivé fázy projektu.

### **Cenová ponuka**

Uchádzač predloží cenovú ponuku s detailným rozpisom cien pre každú položku uvedenú v Prílohe č. 2 - Ponuka zhotoviteľa. Cena diela musí byť stanovená ako cena konečná, maximálna a neprekročiteľná. Musí zahŕňať všetky náklady spojené s kompletnou realizáciou predmetu zákazky, vrátane:

- všetkých personálnych, cestovných a logistických nákladov na prieskumy;
- nákladov na spracovanie, čistenie a anonymizáciu dát;
- nákladov na nákup externých dát a licencií (ak sú požadované pre plnenie zákazky);



- nákladov na softvér, hardvér a cloudové úložiská (ak sú súčasťou plnenia);
- nákladov na školenia, vyhotovenie dokumentácie a videozáznamov;
- všetkých vedľajších nákladov potrebných na splnenie požiadaviek tohto opisu predmetu zákazky (napr. koordinačné stretnutia).

### Harmonogram realizácie

Harmonogram realizácie je záväzný. Jednotliví Zhotovitelia sú povinní dodržať stanovené lehoty pre svoju príslušnú časť zákazky. Uvedené lehoty plynú odo dňa nadobudnutia účinnosti Zmluvy o dielo (ZoD) pre danú časť. V prípade, že sa časti zákazky súťažia alebo realizujú časovo oddelene, lehoty pre každú časť sú nezávislé a nie sú podmienené účinnosťou ZoD ostatných častí.

Po úvodnom stretnutí (Kick-off) každej časti predloží príslušný Zhotoviteľ aktualizovaný harmonogram s konkrétnymi dátumami na schválenie Objednávateľovi. Zhotoviteľ Časti 3 je povinný v rámci svojej integračnej role (podľa kap. 4) priebežne aktualizovať časový plán integrácie dát tak, aby nedochádzalo k blokovaniu činností jednotlivých zhotoviteľov.

Špecifikum pre sezónnosť prieskumov: V zmysle TP 102 nie je možné realizovať dopravné prieskumy v mesiacoch júl až august a december až február. Ak by počas trvania lehoty na realizáciu prieskumov nastalo toto obdobie, harmonogram sa automaticky prerušuje a lehota prestáva plynúť až do začiatku septembra/marca.

Tabuľka kľúčových míľnikov:

Kód	Činnosť / Aktivita	Lehota na dodanie (mesiace od účinnosti ZoD)
1.1-1.5	Realizácia zberu dát (DSP, SP, ASD, Smerový, Križovatkový)	4 mesiace
2.4	Analýza priepustnosti cestnej siete (Kapacitné posúdenie 40 križovatiek)	6 mesiacov
2.1	Multimodálny dopravný model	7 mesiacov
2.2+2.3	Emisný model a Hlukový model	7 mesiacov
3.	Prenos know-how, Školenia a odovzdanie kompletnej dokumentácie k dielu	8 mesiacov



## Zoznam skratiek

Skratka	Popis
A	Autobus
ANPR	Automatic Number Plate Recognition (automatické rozpoznávanie EČV)
ASD	Automatické sčítanie dopravy
BCP	Business Continuity Plan (Plán kontinuity činnosti)
BID	Bratislavská integrovaná doprava
BSK	Bratislavský samosprávny kraj
CNOSSOS-EU	Common Noise Assessment Methods in the EU (Spoločné metódy posudzovania hluku)
CVSS	Common Vulnerability Scoring System (Systém hodnotenia zraniteľností)
DMR / DMP	Digitálny model reliéfu / Digitálny model povrchu
DPB	Dopravný podnik Bratislava
DRP	Disaster Recovery Plan (Havarijný plán)
DSP	Dopravno-sociologický prieskum (HTS)
DV	Dodávkové vozidlo
EČV	Evidenčné číslo vozidla
FCD	Floating Car Data (dáta z plávajúcich vozidiel)
GDPR	General Data Protection Regulation (Ochrana osobných údajov)
GEH	Geoffrey E. Havers (štatistický ukazovateľ pre porovnanie dopravných tokov)
GTFS	General Transit Feed Specification
HBEFA	Handbook Emission Factors for Road Transport
HDV / ŤNV	Heavy Duty Vehicles / Ťažké nákladné vozidlá
IAD	Individuálna automobilová doprava
IDS BK	Integrovaný dopravný systém Bratislavského kraja



ISVS	Informačný systém verejnej správy
LDV / LNV	Light Duty Vehicles / Ľahké nákladné vozidlá
M	Motocykel
MD SR	Ministerstvo dopravy SR
MetaIS	Metainformačný systém verejnej správy
MFA	Multi-Factor Authentication (Viacfaktorová autentifikácia)
MHD	Mestská hromadná doprava
mTLS	Mutual Transport Layer Security (Vzájomná autentifikácia cez TLS)
NDA	Non-Disclosure Agreement (Dohoda o mlčanlivosti)
NDS	Národná diaľničná spoločnosť
NS	Návesová súprava (ťaháč s návesom)
NV	Nákladné vozidlo
NVP	Nákladné vozidlo s prívesom
OPZ	Opis predmetu zákazky
OV	Osobné vozidlo
OVP	Osobné vozidlo s prívesom
PAM	Privileged Access Management (Riadenie privilegovaných prístupov)
PM	Particulate Matter (tuhé znečisťujúce častice)
RCA	Root Cause Analysis (Koreňová analýza)
RPO	Recovery Point Objective (Maximálny prípustný bod obnovy dát)
RTO	Recovery Time Objective (Maximálny prípustný čas obnovy prevádzky)
SAST	Static Application Security Testing (Statické testovanie bezpečnosti aplikácií)
SCA	Software Composition Analysis (Analýza zloženia softvéru)
SIEM	Security Information and Event Management



SOC	Security Operations Center (Bezpečnostné operačné stredisko)
SP	Stated Preference (Prieskum deklarovaných preferencií)
SQV	Scalable Quality Value / Škálovateľná hodnota kvality (štatistický ukazovateľ miery zhody)
SUMP	Sustainable Urban Mobility Plan (Plán udržateľnej mestskej mobility)
TP 102	Technické podmienky – Výpočet kapacít pozemných komunikácií
TTSK	Trnavský samosprávny kraj
ÚKD	Úroveň kvality dopravy (LOS)
VHD	Verejná hromadná doprava
ZoD	Zmluva o dielo
ZSJ	Základná sídelná jednotka
ZSSK	Železničná spoločnosť Slovensko