

Príloha č. 1 – Opis predmetu zákazky

1. Opis predmetu zákazky a jeho rozsah

- 1.1. Predmetom zákazky je poskytovanie odbornej a poradenskej podpory vo vybraných tematických okruhoch pri spracovaní projektu Národného plánu dopravnej obslužnosti a analýze mobility obyvateľstva ako jeden z podkladov pre Národný plán dopravnej obslužnosti.
- 1.2. Bližšia špecifikácia odbornej a poradenskej podpory bude najmä v oblasti zberu a prípravy dát pre ďalšie spracovanie, analýzy dát mobility, dopravné modelovanie a optimalizačné návrhy. Činnosti sú rozdelené na dve logicky usporiadané etapy.
- 1.3. Prvá etapa odbornej a poradenskej podpory spracovania dát spočíva vo validácii dát pre analýzu a dopravné modelovanie a zahŕňa činnosti najmä ako:
 - 1.3.1. zabezpečenie ochrany anonymizovaných dát o pohybe SIM kariet od mobilných operátorov, ktoré poskytne verejný obstarávateľ úspešnému uchádzačovi,
 - 1.3.2. zabezpečenie súladu spracovania s GDPR a relevantnými právnymi predpismi,
 - 1.3.3. validácia kvality a úplnosti získaných dát,
 - 1.3.4. čistenie a normalizáciu dát,
 - 1.3.5. usporiadanie dát,
 - 1.3.6. kontrola dát o.i. aj napr. kontrola proporcionality dát od operátorov k referenčným údajom o populácií a osídlení SR,
 - 1.3.7. vyhodnotenie dátových súborov, ktoré bude okrem štatistického vyhodnotenia zahŕňať aj mapové alebo grafické výstupy napr. ako priestorové porovnanie údajov a iné.
- 1.4. Druhá etapa odbornej a poradenskej podpory spracovania dát spočíva v analýze mobility, dopravného modelovania a optimalizačných návrhoch.
 - 1.4.1. Oblasť analýzy mobility – zahŕňa činnosti najmä ako:
 - agregácia dát podľa definovaných parametrov (časových, priestorových),
 - identifikácia hlavných prepravných prúdov na národnej úrovni,
 - analýza medziregionálnych prepravných vzťahov,
 - hodnotenie dennej, víkendovej, týždennej a mesačnej mobility,
 - určenie spádových oblastí významných centier,
 - určenie tzv. bielych miest v dopravnej obsluhu vybraných oblastí,
 - analýza dochádzky do práce a škôl,
 - identifikácia turistických tokov a prepravných potrieb nad rámec verejného záujmu,
 - definovanie dopravných záťažových koridorov ako podklad pre porovnanie a tvorbu dopravných spojení vo verejnej doprave.
 - 1.4.2. Dopravné modelovanie – zahŕňa činnosti najmä ako:
 - tvorba matíc prepravných vzťahov,
 - identifikácia hlavných prepravných koridorov,

- stanovenie intenzity prepravných prúdov,
 - analýza časovej distribúcie ciest,
 - modelovanie modal splitu.
- 1.4.3. Optimalizačné návrhy – zahŕňa činnosti najmä ako:
- návrh optimálneho vedenia liniek verejnej dopravy,
 - určenie potrebných kapacít na jednotlivých trasách,
 - stanovenie odporúčaných intervalov spojov,
 - návrh prestupných bodov a terminálov,
 - identifikácia potenciálu pre nové prepravné služby.
- 1.5. Bližšiu špecifikáciu dát, ktoré verejný obstarávateľ poskytne je uvedený v prílohe č. 1 „Metodika spracovania geolokalizačných údajov mobilnej siete“
- 1.6. Verejný obstarávateľ očakáva výstupy minimálne v rozsahu
- 1.6.1. Pravidelné reporty najmä ako
- Mesačné správy o postupe prác
 - Kvartálne analytické správy
 - Súhrnné správy (ročné/po ukončení celku)
- 1.6.2. Dátové výstupy najmä ako:
- Geodatabáza prepravných vzťahov
 - Matice prepravných vzťahov v požadovanom formáte
 - Interaktívne mapy mobility
 - Štatistické prehľady a grafy

Príloha č. 2 - Zoznam subdodávateľov a podiel subdodávok

V súlade s touto zmluvou, Odberateľ požaduje od Dodávateľa, aby najneskôr v čase uzavretia Zmluvy uviedol:

1. údaje všetkých známych subdodávateľoch v rozsahu:
obchodné meno, sídlo, IČO, zápis do príslušného obchodného registra
2. údaje o osobe oprávnenej konať za subdodávateľa v rozsahu: meno a priezvisko, adresa pobytu, dátum narodenia.
3. uvedenie predmetu subdodávky
4. podiel zákazky zabezpečovaný subdodávateľom.

P. č.	Subdodávateľ	Údaje o osobe oprávnenej konať za subdodávateľa	Predmet subdodávky	Podiel subdodávok k hodnote prác vyjadrený sumou
1.	IBBI Consulting, s.r.o. IČO: 50540408 Bíňovce 135 919 07 Bíňovce OROS Trnava, oddiel: Sro, vložka č. 38588/T	Ing. Igor Balažovič	Analytické práce	
2.	Mgr. Martin Šveda Cementárska 19 Stupava, 90031 IČO: 43 616 356	Mgr. Martin Šveda	Analytické práce	
3.				

V Bratislave dňa
za Dodávateľa:

V Bratislave
za Odberateľa:

Ing. Branislav Sadloň
Konateľ

Mgr. Martin Erdössy
generálny riaditeľ

Príloha č. 3 - Návrh spracovania geolokačných údajov mobilnej siete

Cieľom predkladanej metodiky je poskytnúť postup pre spracovanie geolokačných údajov z mobilnej siete na účely využitia v dopravnom modelovaní. Sledovaným javom je rozmiestnenie a mobilita užívateľov mobilnej siete (SIM kariet) na území Slovenska. Cieľom je odhadnúť počty pravidelne sa pohybujúcich osôb. Vzhľadom na citlivosť údajov a detailnosť ich spracovania bude agregácia do cieľových zón (obce SR) spracovaná na infraštruktúre mobilného operátora podľa nižšie uvedenej metodiky. Metodika je rozdelená do 6 krokov.

1. Príprava vstupných údajov

Pri príprave vstupných údajov je potrebné použitie takých SIM kariet, ktoré v čo najväčšej miere zodpovedajú fyzickým osobám (obyvateľom). V praxi ide teda o selekciu len tých užívateľov mobilnej siete, ktorí majú aktivovanú hlasovú službu, prípadne podľa typu zariadenia (vylúčia sa tak SIM karty v iných zariadeniach, ako napr. tabletoch, autách, alarmoch a pod.)

Typ lokalizačných údajov: CDR údaje + signalizačné údaje (location update)

Typ SIM: len SIM karty s hlasovou službou

Východisková priestorová jednotka: vyžarovacie polygóny BTS

Cieľová priestorová jednotka: katastrálne územia obcí SR (2927 obcí)

Sledované územie: SR

Dĺžka pozorovania: 28 dní (20 pracovných dní a 8 víkendových dní)

Obdobie pozorovania: 30.9.2024 - 27.10.2024

Tab. 1 Štruktúra vstupných údajov o aktivite SIM kariet v mobilnej sieti

MSISDN	Time_stamp	Id_BTS
ID_SIM_0001	2024-10-01 17:20:13	BTS-001

Tab. 2 Priestorová geometria vyžarovacích polygónov BTS

Id_BTS	Geometria vyžarovacieho polygónu (service area)
BTS-001	17,0574; 48,1556 ; 17,0566, 48,1776 ;...

Vstupné údaje je potrebné uchovať na backendoch mobilného operátora po celú dobu riešenia zadania, tak aby bolo možné optimalizovať metodiku spracovania týchto údajov. Je pravdepodobné, že bude potrebné počas analýzy vykonať korekcie v algoritmoch s cieľom zabezpečiť validné časové a priestorové agregáty. Presnosť výsledkov bude priebežne hodnotená porovnaním s referenčnými údajmi z národného cenzu (SODB 2021) a pomocou niekoľkých korelačných mier.

2. Konštrukcia modelu pokrytia

Model pokrytia má za úlohu priradiť každej BTS bunke podiel, ktorým pokrýva jednotlivé obce Slovenska. Určujúcim kritérium je objem budov v prieniku s vyžarovacím polygónom danej BTS.

Vstupné údaje:

1. Priestorový model vyžarovacích polygónov
2. Bodová vrstva objemu budov v katastrálnych územiach obcí SR (2890 obcí). Body sú rozmiestnené vo vrcholoch štvorcov s rozstupmi 25 m. V atribútovej tabuľke je o každom bode údaj o objeme budov a o príslušnosti ku jednej z 2890 obcí SR. Bodovú vrstvu objemu budov dodá objednávateľ.

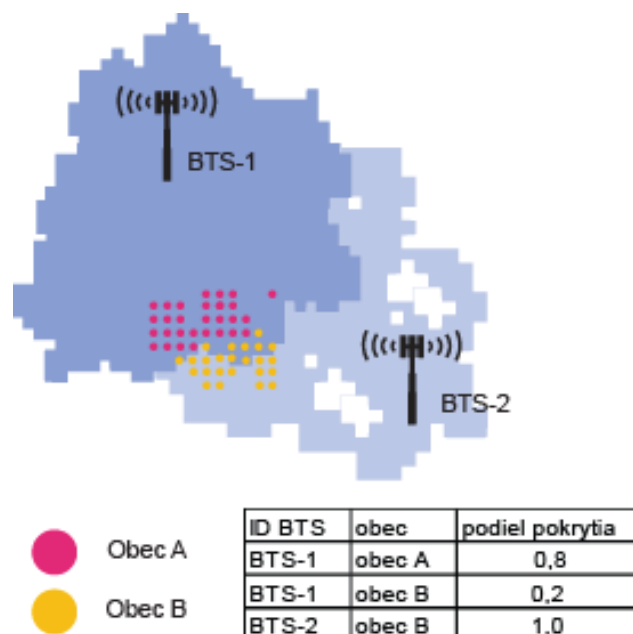
Priestorovým prienikom týchto dvoch vrstiev bude nasledujúca tabuľka:

Tab. 3. Podiel pokrytia buniek mobilnej siete v katastrálnych územiach obcí

ID BTS	obec ID	názov obce	podiel pokrytého objemu budov
BTS-001	508233	Stupava	0,8
BTS-001	507831	Borinka	0,2
BTS-002	508233	Stupava	1
BTS-003	508055	Lozorno	0,98
BTS-003	508233	Stupava	0,02

Kontrola výpočtu: Súčet podielu jednotlivých BTS = 1 (resp. 100%)

Pozn.: Nemusí platiť v prípade buniek mobilnej siete, ktoré obsluhujú cezhraničné územie.



Obr. 1. Schéma modelu pokrytia. Body reprezentujú objem budov vo štvorci 25x25 metrov.

3. Priradenie časových slotov

Základnou časovou jednotkou analýzy sú nasledujúce intervaly, ktoré reflektujú typický denný režim populácie. Ide o 100 slotov pre pracovné dni (5 slotov x 20 dní), 16 slotov pre soboty (4 sloty pre 4 dni) a 12 slotov pre nedele (3 sloty pre 4 dni), spolu 128 slotov.

Tab. 4. Časové intervaly spracovania údajov z mobilnej siete

	pondelok	utorok	streda	štvrtok	piatok	sobota	nedeľa
0:00							
1:00							
2:00	P1	P1	P1	P1	P1	S1	N1
3:00							
4:00							
5:00							
6:00	P2	P2	P2	P2	P2	S2	N2
7:00							
8:00							
9:00							
10:00	P3	P3	P3	P3	P3	S3	N3
11:00							
12:00							
13:00							
14:00							
15:00	P4	P4	P4	P4	P4	S4	N3
16:00							
17:00							
18:00							
19:00	P5	P5	P5	P5	P5		
20:00							
21:00							
22:00							
23:00							

4. Agregácia eventov pre individuálne SIM (MSISDN)

V ďalšom kroku je potrebné určiť tú bunku mobilnej siete, ktorá má v danom časovom slotе dominantné postavenie v individuálnych záznamoch užívateľa mobilnej siete (MSISDN). Principiálne existujú dva spôsoby:

- 1) *Event count*: pre každú SIM kartu (MSISDN) sa sčíta počet eventov (CDR+signalizačných) na jednotlivých bunkách mobilnej siete za každý časový slot pozorovania
- 2) *Time spent*: pre každú SIM kartu (MSISDN) sa sčíta dĺžka zotrvania na jednotlivých bunkách mobilnej siete za každý časový slot pozorovania.

Preferencia je pre druhý spôsob, ak by to však bolo pre spracovateľa údajov náročné, akceptovateľný je aj prvý spôsob.

Tab. 5 a tab. 6. Zachytávajú transformáciu údajov pre jednotlivé MSISDN

Tab. 5. Vstupné údaje z mobilnej siete.

MSISDN	Time_stamp	Id_BTS
ID_SIM_0001	2024-10-01 17:20:13	BTS-001
ID_SIM_0001	2024-10-01 17:25:11	BTS-001
ID_SIM_0001	2024-10-01 17:26:05	BTS-001

Tab. 6. Agregované údaje podľa časové slotu a počtu eventov / dĺžky zotrvania.

MSISDN	Time_slot	Id_BTS	Event_count	Time_spent
ID_SIM_0001	2024-10-01 P2	BTS-001	10	00:38:52
ID_SIM_0001	2024-10-01 P2	BTS-002	3	00:49:15

5. Identifikovanie mobility

V ďalšom kroku sa budú sledovať presuny SIM kariet na infraštruktúre mobilnej siete medzi zvolenými intervalmi (spolu 128 intervalov). Pre každý časový slot pozorovania sa určí BTS, kde mala daná SIM karta najväčší počet eventov (**primárna BTS**).

Tab. 7. Určenie primárnej BTS pre každý časový slot

MSISDN	Time_slot	Event_count (alebo Time spent)	BTS sa najväčším počtom eventov v danom časovom slotu (primárna BTS)
ID_SIM_0001	2024-10-01 P1	15 (02:08:52)	BTS-001
ID_SIM_0001	2024-10-01 P1	2 (00:15:11)	BTS-002
ID_SIM_0001	2024-10-01 P2	25 (04:01:15)	BTS-003
ID_SIM_0001	2024-10-01 P2	5 (00:15:12)	BTS-003
ID_SIM_0001	2024-10-01 P2	14 (01:25:30)	BTS-001

Následne sa agreguje počet SIM kariet pre každú po sebe nasledujúcu dvojicu časových slotov (napr. 2024-10-01 P1 – 2024-10-01 P2) a usporiadanú dvojicu BTS (východisková primárna BTS - cieľová primárna BTS). Výsledkom tejto agregácie bude nasledujúca tabuľka 8, ktorá zaznamenáva všetky vektory mobility medzi primárnymi BTS.

Tab. 8. Agregácia individuálnych tokov SIM kariet do matice tokov.

Dátum a časový slot (start)	Dátum a časový slot (end)	Východisková bunka	Cieľová bunka	Počet SIM
2024-10-01 P1	2024-10-01 P2	BTS-001	BTS-003	15

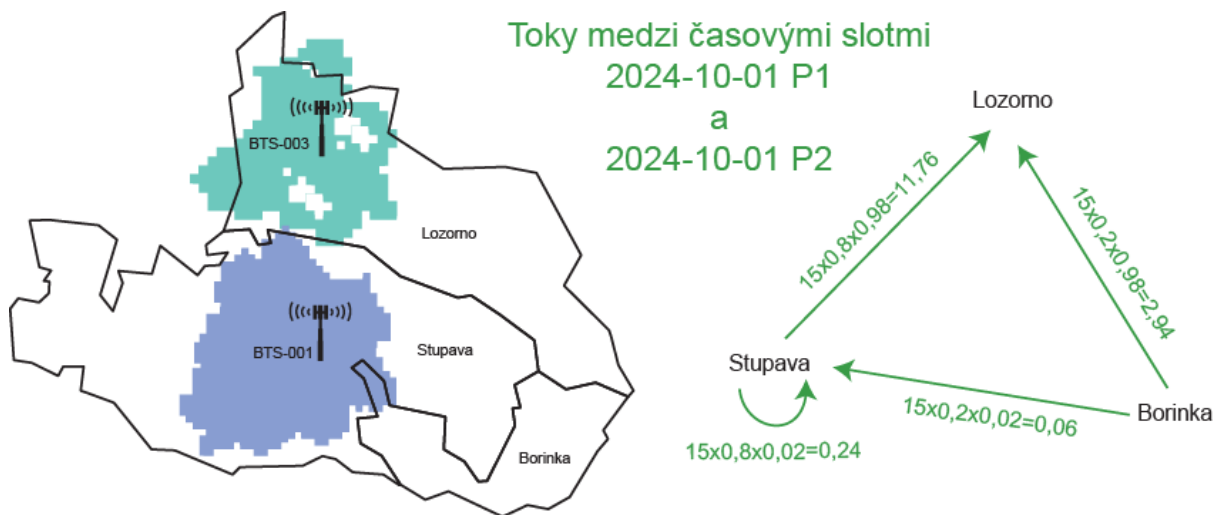
2024-10-01 P1	2024-10-01 P2	BTS-003	BTS-001	10
---------------	---------------	---------	---------	----

6. Agregácia tokov do úrovne obcí

Pri agregácii vektorov mobility do úrovne obcí budeme potrebovať tabuľku s podielom pokrytia (tab. č. 3) a maticu tokov medzi BTS v jednotlivých časových slotoch (tab. 8). Každý tok sa prepočíta (pre násobí) podielom pokrytia vo východiskovej aj cieľovej obci. Ak teda východisková bunka BTS zasahuje do dvoch obcí v pomere 80/20 a cieľová bunka do dvoch obcí v pomere 98/2, tak tok 15 SIM kariet medzi danými BTS sa prerozdelení do 4 tokov s veľkosťou, ktorú zachytáva tabuľka 9.

Tab. 9. Pravdepodobnostný model prerozdelenia tokov medzi usporiadanými dvojicami primárnych BTS

Dátum a časový slot (start)	Dátum a časový slot (end)	Východisková BTS	Cieľová BTS	Východisková obec ID	Východisková obec	Cieľová obec ID	Cieľová obec	Veľkosť toku
2024-10-01 P1	2024-10-01 P2	BTS-001	BTS-003	508233	Stupava	508055	Lozorno	$15 \times 0,8 \times 0,98 = 11,76$
2024-10-01 P1	2024-10-01 P2	BTS-001	BTS-003	507831	Borinka	508233	Stupava	$15 \times 0,2 \times 0,02 = 0,06$
2024-10-01 P1	2024-10-01 P2	BTS-001	BTS-003	508233	Stupava	508233	Stupava	$15 \times 0,8 \times 0,02 = 0,24$
2024-10-01 P1	2024-10-01 P2	BTS-001	BTS-003	507831	Borinka	508055	Lozorno	$15 \times 0,2 \times 0,98 = 2,94$



Obr. 2. Tok o veľkosti 15 SIM kariet sa prerozdelení podľa modelu pokrytia medzi 4 usporiadané dvojice obcí (zelená farba). Ako zachytáva obrázok, v prípade, keď východisková primárna BTS a cieľová primárna BTS zasahujú do tej istej obce, je potrebné počítať aj s vnútorným tokom, kedy je východisková obec totožná s cieľovou obcou.

Toky medzi lokalitami pravidelnej lokalizácie budú následne agregované do úrovne obcí za každú po sebe nasledujúcu dvojicu časových slotov (127 dvojíc). Hodnoty je potrebné nezaokrúhľovať na celé čísla a ponechať v tvare na 2 desatinné miesta.

7. Štruktúra výstupných údajov

Výstupné údaje vo formáte CSV a s očakávanou veľkosťou niekoľko miliónov riadkov (127 slotov x max 80-tisíc medziobecných tokov = 10 mil. riadkov) obcí budú mať nasledovnú štruktúru:

Tab. 10. Štruktúra výstupných údajov

časový slot (start)	časový slot (end)	Východisková obec ID (muni_A)	Cieľová obec ID (muni_B)	Veľkosť toku (flow)
2024-09-30 P1	2024-09-30 P2	508233	508055	50,25
2024-09-30 P1	2024-09-30 P2	508233	507831	1,25*
...
2024-10-27 N2	2024-10-27 N3	528595	508055	15,4

*Tok, ktorý sa anonymizuje a bude mať hodnotu 1.

Extrapolácia

Extrapoláciu údajov na celú populáciu **nepožadujeme**.

Anonymizácia

Vzhľadom na citlivosť individuálnych záznamov a rešpektovanie platných právnych predpisov o ochrane súkromia by údaje boli anonymizované a agregované na infraštruktúre mobilného operátora. Aj po agregácii údajov sa však prirodzene medzi usporiadanými dvojicami priestorových jednotiek (obcí) vyskytnú toky, ktoré budú mať malý počet alokovaných SIM kariet. Malé toky **väčšie ako 0 a menšie ako 3** budú označené jednotne číslom "1". Pre redukciu veľkosti tabuľky je tiež vhodné **neuvádzať nulové toky**.