

PLÁN  
UDRŽATEĽNEJ  
MOBILITY KRAJSKÉHO  
MESTA TRNAVA A JEHO  
FUNKČNÉHO ÚZEMIA

---

6.1.4. MODELOVANIE ÚROVNE EMISIÍ –  
NÁVRH



Zhotoviteľ:  
EKOLA group, spol. s r.o.

Dátum:  
02/2021

Zastúpený:  
Ing. Libor Ládyš

Číslo zákazky:  
2019/0090

Autorský kolektív:  
Ing. Radim Seibert  
Ing. Libor Ládyš  
Ing. Zuzana Vošická  
Ing. Pavel Hudousek

Spolupráce s:  
AFRY CZ s.r.o.  
Ing. Ondřej Kyp  
Ing. Eva Göpfertová  
Ing. Zuzana Volfová  
Mgr. Martin Koukal  
Ing. Matěj Petrouš  
Ing. Pavel Suntych  
Ing. Vojtěch Hlava  
CZECH Consult, spol. s r.o.  
Bc. Jan Rajman

Kontrola:  
Ing. Ondřej Kyp

Objednávateľ:  
Mesto Trnava  
Hlavná 1  
917 71 Trnava

Zastúpený:  
vo veciach zmluvných: JUDr. Peter Bročka, LL.M.  
vo veciach technických: Ing. arch. Peter Purdeš

# PLÁN UDRŽATEĽNEJ MOBILITY

## KRAJSKÉHO MESTA TRNAVA A JEHO FUNKČNÉHO ÚZEMIA

### TEXTOVÁ ČASŤ

#### 6. 1. 4. MODELOVANIE ÚROVNE EMISÍÍ – Návrh

Dokument bol vypracovaný v rámci projektu Plán udržateľnej mobility krajského mesta Trnava a jeho funkčného územia, ktorý je spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu SR v rámci Integrovaného regionálneho operačného programu 2014-2020.





## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>METODIKA MODELOVÉHO RIEŠENIA</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>VÝBER ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>NEISTOTY A VYUŽITELNOSŤ MODELOVÝCH VÝSTUPOV</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>MODELOVÉ VÝSLEDKY</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVER</b>	<b>18</b>

## ZOZNAM TABULIEK

<b>Tabuľka 1</b>	Celkové množstvo emisií .....	9
<b>Tabuľka 2</b>	Rozdiel priemernej emisnej hustoty variant BAU a ALL oproti scenáru Do Nothing 10	
<b>Tabuľka 3</b>	Rozdiel 95. percentilu emisnej hustoty variant BAU a ALL oproti scenáru DN	11
<b>Tabuľka 4</b>	Emisná záťaž populácie .....	12
<b>Tabuľka 5</b>	Rozdiel priemernej emisnej záťaže populácie variant BAU a ALL oproti scenáru DN .....	13
<b>Tabuľka 6</b>	Rozdiel 95. percentilu emisnej záťaže populácie scenárov BAU a ALL oproti Do Nothing .....	14

## ZOZNAM OBRÁZKOV

<b>Obrázok 1</b>	Vyznačenie posudzovaného územia .....	6
------------------	---------------------------------------	---





## 1 ÚVOD

Predkladaná správa **hodnotí návrhové scenáre** Plánu udržateľnej mobility mesta Trnava a jeho funkčného územia z hľadiska emisií do ovzdušia. Situácia je zhodnotená na základe výpočtu množstva emisií z existujúcich cestných komunikácií v riešenom území pre jednotlivé návrhové scenáre (Do Nothing, BAU, ALL) a vzájomného porovnania týchto scenárov. Scenár „Do Nothing“ predstavuje nulový stav bez predpokladanej realizácie opatrení zo zásobníka projektov, scenár „BAU“ je tzv. naivný scenár rozvoja siete pri reálnych možnostiach rozvoja a scenár „ALL“ predstavuje tzv. maximalistický scenár rozvoja siete s naplnením všetkých stavieb podľa územne plánovacích dokumentácií a pod. bez ohľadu na finančnú náročnosť. Vyhodnotenie jednotlivých scenárov je vykonané pre návrhové roky 2025, 2030, 2040 a 2050.

Emisiami z iných dopravných módov sa dokument nezaoberá, pretože z hľadiska imisného príspevku v riešenom území sú nevýznamné a nemôžu významne ovplyvňovať kvalitu ovzdušia.

Výsledkom predkladaného posúdenia je tabuľkové zhodnotenie celkovej produkcie emisií relevantných znečisťujúcich látok a mapové znázornenie veľkosti týchto emisií. Pre lepšiu názornosť je obsahom máp vypočítaná hustota emisií z cestnej dopravy na jednotkovú plochu územia, ktorá relatívne dobre vypovedá o očakávanej imisnej záťaži vplyvom automobilovej dopravy. Súčasťou vyhodnotenia je prepočet tejto emisnej hustoty na počet obyvateľov v riešenom území, ktorý vystihuje veľkosť populačnej expozície hodnotenými škodlivinami.



## 2 METODIKA MODELOVÉHO RIEŠENIA

Vyčíslenie emisií bolo založené na údajoch o intenzitách dopravy na cestných komunikáciách v riešenom priestore a na emisných faktoroch motorových vozidiel. Na základe údajov boli vypočítané hmotnostné toky posudzovaných látok do ovzdušia. Údaje o intenzitách dopravy na cestnej sieti boli prevzaté z aktuálneho dopravného modelu (AFRY CZ s.r.o., 2021).

Zdroje emisných faktorov pre predkladané analýzy boli tieto:

- pre výfukové emisie Európska agentúra pre životné prostredie, Emission Inventory Guidebook 2019, Part B: sectoral guidance chapters, 1. A Combustion, podkapitoly 1.A.3.b.i-iv Road transport 2019, 1.A.3.b.i-iv Road transport Appendix 4 Emission Factors 2019 a 1.A.3.b.vi-vii Road tyre and brake wear 2019
- pre resuspenziu z povrchu vozovky U.S. EPA AP-42: Compilation of Air Emissions Factors, Fifth Edition, Volume I, podkapitola 13.2.1 Paved Roads.

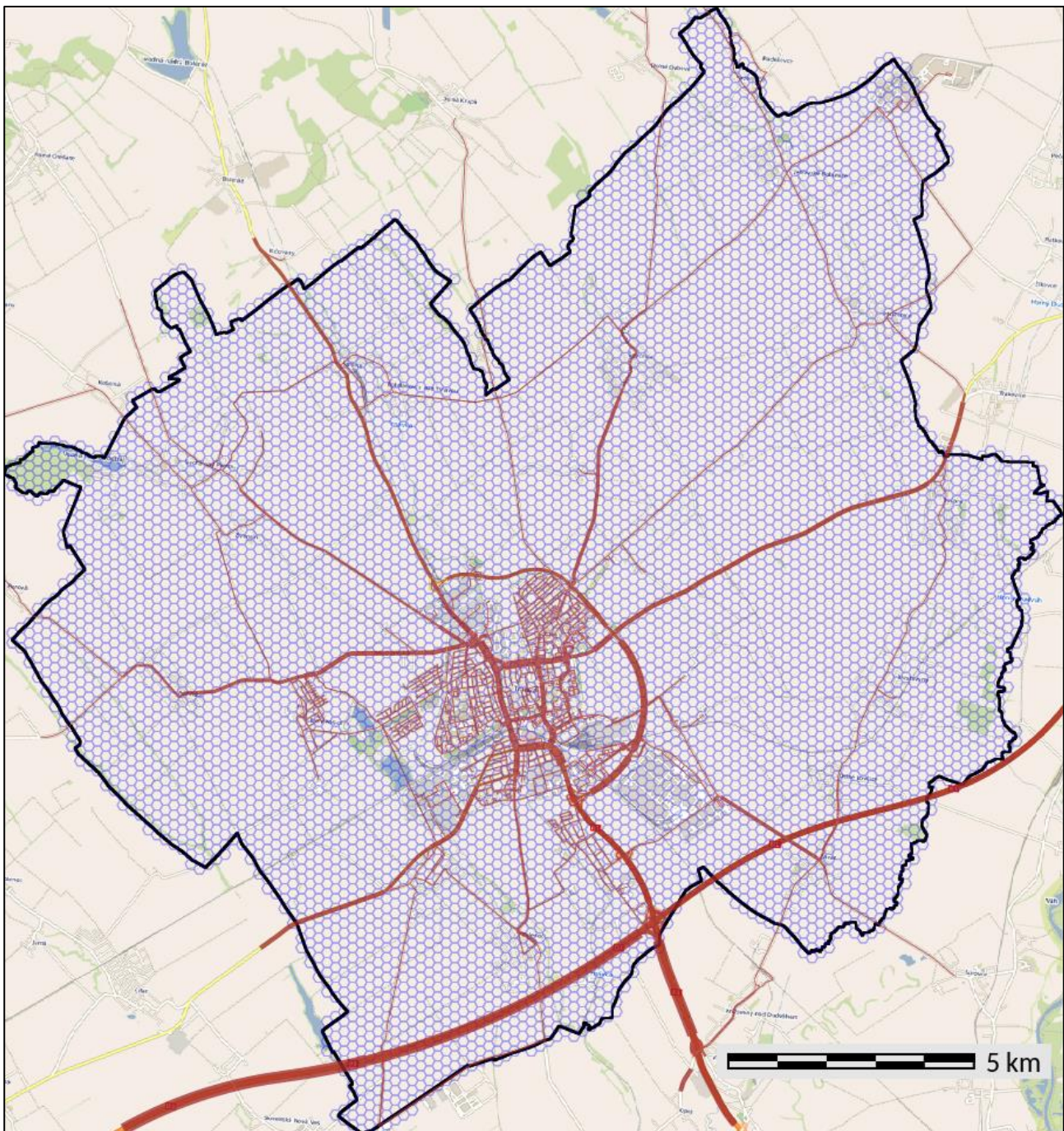
V prípade citovanej metodiky Európskej agentúry pre životné prostredie boli emisné faktory vypočítané v týchto kategóriách presnosti:

- výfukové emisie suspendovaných častíc, oxidu dusíka a benzo[a]pyrénu – Tier 3
- otery brzdového obloženia, pneumatík a vozovky – Tier 2
- výfukové emisie CO<sub>2</sub>, CO a NMVOC – Tier 1

Za účelom nadväzujúceho posúdenia kumulatívneho vplyvu celej cestnej siete, nielen situácie v okolí jednotlivých ciest, boli vypočítané hmotnostné toky emisií z jednotlivých ciest agregované v hexagonálnom rastru s krokom siete 200 m. Následne bolo vykonané gridovanie takto agregovanej emisnej hustoty pre kartografickú vizualizáciu modelových výstupov s rozlíšením 10 m.

Grafické znázornenie hodnoteného územia vrátane modelovaných líniových zdrojov emisií a zvoleného rastra pre agregáciu emisií z cestnej dopravy je obsahom nasledujúceho obrázku.

**Obrázok 1** Vyznačenie posudzovaného územia





### 3 VÝBER ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK

Modelové riešenie bolo vypracované pre znečisťujúce látky požadované objednávkou. Hlavnú pozornosť je nutné venovať suspendovaným časticiam PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a oxidu dusíka, ktoré je možné v nadväznosti na existujúce imisné koncentrácie a potenciál produkcie automobilovou dopravou považovať pri dopravných stratégiách obecné za prioritné polutanty. Z hľadiska uvedených kritérií sú významným polutantom tiež celkové oxidy dusíka a oxid dusičitý. Pretože účelom hodnotenia je najmä identifikovať potenciálne problémové miesta na cestnej sieti, nebolo účelné výpočtovo rozlišovať oxidy dusíka na oxid dusičitý a oxid dusnatý, popr. oxid dusný. Plošná distribúcia produkcie emisií týchto látok je na predmetných krátkych vzdialenostiach v meste v relatívnom vyjadrení prakticky zhodná. Emisný model je preto spracovaný len pre celkové oxidy dusíka.

Do modelovania úrovne emisií z pozemnej dopravy pre existujúci stav bolo zahrnuté vyhodnotenie emisií oxidu uhľnatého a oxidu siričitého, ktoré ale pri očakávanej veľkosti dopravných imisných príspevkov a súčasnej úrovni imisných koncentrácií nemôžu viesť k stretom s platnými imisnými limitmi a ani spôsobiť zdravotné riziko. V prípade uhľovodíkov sú okrem benzo[a]pyrénu, ktorý je s ohľadom na regionálne nepriaznivú imisnú situáciu a rizikovosť pre zdravie hodnotený úplne samostatne, najvýznamnejšou skupinou látok prchavé organické látky, hlavne benzén. Na základe skúseností zo Slovenskej republiky a okolitých štátov nie je tento polutant z hľadiska dopravnej záťaže a plnenia imisných limitov problematický, lebo príspevky k imisným koncentráciám nespôsobujú ani v najfrekvencovanejších hot-spotoch konflikt s imisným limitom. Emisie benzénu nie sú preto hodnotené samostatne, ale skupinovo, a to v rámci NMVOC (prchavé organické látky s výnimkou metánu), pre ktoré sú v EÚ k dispozícii bežne používané emisné faktory (aktuálne EEA Emission Inventory Guidebook 2019).

Ďalej boli vyčíslené celkové emisie oxidu uhličitého, ktorý sa nachádza vo výfukových plynch a je najvýznamnejším skleníkovým plynom. Oxid uhličitý nie je definovaný ako znečisťujúca látka podľa zákona č. 137/2010 Z. z., o ovzduší, v znení neskorších predpisov a nie sú preň stanovené limitné hodnoty podľa vyhlášky č. 244/2016 Z. z., o kvalite ovzdušia, v znení neskorších predpisov.

Kartografické výstupy, ktoré tvoria prílohu tejto správy, boli vypracované pre všetky hodnotené znečisťujúce látky okrem oxidu uhličitého.



## 4 NEISTOTY A VYUŽITEĽNOSŤ MODELOVÝCH VÝSTUPOV

Hlavné zdroje neistôt modelového riešenia sú nasledujúce:

- odchýlka dopravného modelu od skutočných dopravných intenzít;
- skladba vozového parku z hľadiska emisných EURO noriem;
- podiel jednotlivých hmotnostných tried nákladných vozidiel, ktorý nie je dopravným modelom rozlíšený;
- podiel palív v osobnej automobilovej doprave, hlavne podiel benzínových a dieselových vozidiel;
- odchýlka predpokladaných a skutočných rýchlostí vozidiel;
- odchýlka predpokladaných a skutočných počtov zrážkových dní v roku.

Z uvedených možností je zrejmé, že emisný model je založený na mnohých neistotách, ktoré obmedzujú jeho využiteľnosť na relatívne zrovnanie referenčných stavov, ktoré sú hodnotené rovnakou metodikou. Bez bližšieho preverenia vyššie uvedených modelových neistôt, tzn. bez detailného terénneho prieskumu za účelom kalibrácie a dosiahnutia vyššieho rozlíšenia dopravného modelu, nie je vhodné výstupy používať ako zdroj absolútnych hodnôt emisií. Predpokladaný emisný model je určený pre relatívne porovnanie návrhových scenárov medzi sebou a pre identifikáciu potenciálnych imisne rizikových miest v záujmovom území.

## 5 MODELOVÉ VÝSLEDKY

Pri hodnotení bola splnená všeobecná zásada, ktorú je nutné pri hodnotení vplyvov na životné prostredie vždy uplatňovať, tj. postupovať konzervatívne (hodnotiť najhorší možný scenár z hľadiska veľkosti vplyvov). Tento prístup vedie obvykle k nadhodnoteniu negatívnych vplyvov, ale je nutné s ohľadom na významné neistoty, ktoré sú s hodnotením vždy spojené, a ktoré by pri inom prístupe mohli spôsobiť škody na životnom prostredí a zdraví obyvateľov. V prípade predkladaného emisného posúdenia možno očakávať, že skutočná veľkosť emisií bude nižšia, ako je tu vypočítaná, najmä vo vzdialenejších časových horizontoch, pri ktorých sa predpokladá významné využitie alternatívnych palív v doprave a elektromobility. Pretože sú však predikcie tohoto budúceho vývoja zaťažené značnými neistotami, nie je možné s nimi z dôvodu naplnenia zásady predbežnej opatrnosti v hodnotení počítať. Posúdenie preto hodnotí, či návrhové (aktívne) varianty koncepcie BAU a ALL zníži alebo naopak zvýši znečistenie ovzdušia v porovnaní so situáciou bez ich realizácie. Hodnotenie relatívnej zmeny v produkcii emisií a ich rozloženie v hodnotenom území nie je zaťažené spomínanými neistotami budúceho vývoja a poskytuje preto dobrú predstavu o tom, či koncepcia je dostatočne účinná, alebo vyžaduje úpravu, prípadne v akej oblasti.





## Štatistické zhodnotenie vplyvu na emisnú situáciu a obyvateľstvo

S ohľadom na vonkajšie faktory (nesúvisiace s PUM) je možné medzi rokmi 2025 a 2050 očakávať postupný celkový nárast intenzít cestnej dopravy. Tento trend odpovedá rastu celkových emisií z cestnej dopravy do ovzdušia v posudzovanom území (Tabuľka 1).

**Tabuľka 1** Celkové množstvo emisií

Scenár	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	B[a]P	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
	[t.rok <sup>-1</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> ]	[g.rok <sup>-1</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> ]	[kg.rok <sup>-1</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> ]
2025 DN	577	208	719	849	255	1737	267	164453
2025 BAU	641	227	730	885	260	1764	273	167409
2025 ALL	640	226	724	879	258	1750	270	166016
2030 DN	611	221	760	916	270	1826	292	174749
2030 BAU	677	240	764	947	272	1836	295	176103
2030 ALL	686	242	763	949	272	1833	297	176236
2040 DN	663	236	792	1001	283	1876	333	185039
2040 BAU	760	264	807	1049	289	1914	338	188762
2040 ALL	761	264	806	1048	289	1912	338	188572
2050 DN	714	249	811	1050	291	1907	355	191031
2050 BAU	802	275	828	1111	298	1944	368	195897
2050 ALL	809	278	846	1129	304	1985	374	199628

DN – scenár „Do Nothing“, tzv. nulový stav

Z hľadiska celkových emisií z cestnej dopravy v hodnotenom území nie sú z hľadiska jednotlivých návrhových variant očakávané významné rozdiely pri žiadnej z hodnotených znečisťujúcich látok.

Toto je doložené aj vyhodnotením rozdielu emisnej hustoty, tj. emisií pripadajúcich na jednotkovú plochu územia, medzi návrhovými scenármi a nulovým scenárom v príslušných rokoch (Tabuľka 2).

**Tabuľka 2** Rozdiel priemernej emisnej hustoty variant BAU a ALL oproti scenáru Do Nothing

Scenár	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	B[a]P	NO <sub>x</sub>	NM VOC	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	mg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	g.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	t.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>
2025 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2025 BAU	11%	9%	2%	4%	2%	2%	2%	2%
2025 ALL	12%	9%	1%	4%	1%	1%	1%	1%
2030 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2030 BAU	12%	9%	1%	4%	1%	1%	1%	1%
2030 ALL	13%	10%	0%	4%	1%	0%	2%	1%
2040 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2040 BAU	16%	12%	2%	5%	2%	2%	2%	2%
2040 ALL	16%	12%	2%	5%	2%	2%	1%	2%
2050 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2050 BAU	13%	11%	2%	6%	2%	2%	4%	2%
2050 ALL	14%	12%	4%	8%	4%	4%	5%	4%

DN – scenár „Do Nothing“, tzv. nulový stav

Obidva aktívne scenáre vykazujú oproti nulovému scenáru vyššiu produkciu emisií, čo je logický dôsledok zlepšenia dopravnej obslužnosti v posudzovanom území, ktoré je jedným z cieľov PUM. Väčší nárast emisnej hustoty je očakávaný v prípade suspendovaných častíc, najmä PM<sub>10</sub>, pretože tie sa vplyvom sedimentácie prejavujú na kratšie vzdialenosti od dopravných hot-spotov oproti plynným látkam. Konkrétne ide o dôsledok resuspenzie častíc z povrchu vozovky vplyvom vetra pôsobeného prechádzajúcimi vozidlami. Táto prašnosť tvorí hmotnostne dosť dominantnú zložku emisií častíc z dopravy, menej významné sú otery bŕzd, vozovky a pneumatík. Častice obsiahnuté vo výfukových emisiách sú hmotnostne podružné a nemajú potenciál celkovú imisnú situáciu suspendovaných častíc významne ovplyvniť. V prípade plynných látok vykazujú aktívne scenáre nárast emisných hustôt len o jednotky percent, čo je prakticky nezmerateľná hodnota (nebude možné odlíšiť vplyv aktívnej varianty od iných imisných faktorov v území). Za pozornosť ale stojí situácia v návrhovom horizonte 2050 pri NO<sub>x</sub>, keď sa rozdiel primeranej emisnej hustoty aktívnej varianty ALL v posudzovanom území blíži k 10 %. To je už hodnota, ktorá by mohla byť imisným meraním preukázaná. Nedôjde k splneniu významnej časti cieľa v oblasti elektromobility a zavedeniu alternatívnych palív v doprave, môže v posudzovanej oblasti dôjsť vplyvom scenára ALL v roku 2050 k zhoršeniu imisnej situácie oproti scenáru Do Nothing.

Úspešnosť koncepcie pri znižovaní vplyvu dopravy na kvalitu ovzdušia závisí taktiež na tom, ako sa jej darí obmedzovať vplyv hot-spotov v riešenom území, tzn., či smeruje skôr k riedeniu dopravy vyrovnávaním emisnej hustoty v posudzovanom území alebo podporuje naopak kumuláciu emisií v okolí uzlových bodov dopravnej infraštruktúry. Tento parameter je možné orientačne vyhodnotiť na základe porovnania špičkových hodnôt emisnej hustoty. Aktívne varianty by mali vykazovať nižší nárast, popr. pokles emisnej hustoty v hot-spotoch oproti nulovej variante Do Nothing. Ako kritérium špičkových hodnôt emisnej hustoty (v okolí emisných hot-spotov) bol zvolený ich 95. percentil na ploche posudzovaného územia. Porovnanie týchto

špičkových hodnôt emisnej hustoty návrhových variant oproti scenáru Do Nothing umožňuje Tabuľka 3.

**Tabuľka 3** Rozdiel 95. percentilu emisnej hustoty variant BAU a ALL oproti scenáru DN

Scenár	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	B[a]P	NO <sub>x</sub>	NM VOC	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	mg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	kg.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	g.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>	t.km <sup>-2</sup> .r <sup>-1</sup>
2025 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2025 BAU	13%	11%	5%	8%	5%	5%	6%	5%
2025 ALL	10%	9%	3%	6%	3%	4%	2%	2%
2030 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2030 BAU	10%	9%	4%	6%	3%	4%	2%	2%
2030 ALL	10%	8%	3%	6%	2%	3%	2%	1%
2040 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2040 BAU	11%	9%	1%	3%	0%	2%	0%	-1%
2040 ALL	11%	9%	1%	3%	0%	2%	0%	-1%
2050 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2050 BAU	7%	6%	1%	8%	0%	2%	4%	0%
2050 ALL	9%	7%	2%	9%	2%	3%	6%	1%

DN – scenár „Do Nothing“, tzv. nulový stav

Z porovnania relatívnych hodnôt v tabuľkách 2 a 3 vyplýva, že v hot-spotoch spôsobia aktívne varianty nižší nárast emisnej hustoty oproti priemernému nárastu v posudzovanom území v prípade suspendovaných častíc (PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>). V prípade niektorých plyných polutantov (NO<sub>x</sub> a CO) to bude naopak. K riedeniu vplyvu dopravy, t. j. k rovnomernejšiemu rozloženiu emisií, síce nedôjde pri všetkých hodnotených látkach, pozitívny je ale fakt, že k nemu dôjde pri suspendovaných časticiach, pri ktorých hrozí vplyvom dopravy v súčasnosti najväčšie riziko prekračovania imisných limitov. Negatívne vplyvy plyných polutantov z cestnej dopravy sa prejavuje najmä prostredníctvom formácie sekundárneho aerosólu (NO<sub>x</sub> a NMVOC sú jeho významnými prekursorami), pri ktorom je irelevantné hodnotiť lokálne rozloženie emisií, pretože vzniká v regionálnom merítku. Tento potenciálny nárast oproti nulovému scenáru je navyše nízky (jednotky %) a s prihliadnutím ku konzervatívnemu vyčísleniu emisií (viď vyššie) k nemu v skutočnosti v absolútnej hodnote s najväčšou pravdepodobnosťou nedôjde. Indikované mierne zvýšenie emisnej hustoty niektorých plyných látok v hot-spotoch preto nie je možné považovať za významný negatívny vplyv PUM.

Z hľadiska ochrany ovzdušia je ďalej podstatné, v akej konkrétnej časti hodnoteného územia sa imisné dopady spojené s vyššou produkciou emisií prejaví. Pre výsledné hodnotenie je zásadné, či nárast emisií spôsobí zhoršenie v husto obývaných oblastiach alebo sa odohrajú prevažne mimo obytnú zástavbu. Príkladom žiaducej zmeny je vyvedenie dopravy z intravilánu, napr. na obchvat. Vyvedenie dopravy z intravilánu spôsobí zmenu, ktorá síce lokálne v neobývanej oblasti navýši úroveň znečistenia, ale zníži oproti tomu expozíciu obyvateľstva. Vyššie vyhodnotená očakávaná zmena emisných hustôt preto sama o sebe prehodnoteniu nepostačuje. Bolo preto vykonané posúdenie plošného rozloženia emisií vzhľadom k hustote osídlenia v riešenom území

(dátové vrstvy emisnej hustoty boli vynásobené hustotou populácie v príslušnom mieste). Výsledok je relatívnym vyjadrením očakávanej expozície populácie znečistením z dopravy. Priemerné hodnoty tejto expozície (záťaže populácie) v posudzovanom území sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

**Tabuľka 4** Emisná záťaž populácie

Scenár	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	B[a]P	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
	[t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> ]. [ob.km <sup>-2</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> ]. [ob.km <sup>-2</sup> ]	[g.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> ]. [ob.km <sup>-2</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> ]. [ob.km <sup>-2</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> ]. [ob.km <sup>-2</sup> ]	[t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> ]. [ob.km <sup>-2</sup> ]	[kg.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> ]. [ob.km <sup>-2</sup> ]	[Mt.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> ]. [ob.km <sup>-2</sup> ]
2025 DN	1790	540	2149	1649	751	5437	561	466
2025 BAU	1969	570	1873	1352	658	4807	461	406
2025 ALL	1901	553	1857	1415	655	4731	498	407
2030 DN	1849	554	2130	1699	745	5356	588	465
2030 BAU	1956	566	1826	1448	645	4625	518	403
2030 ALL	1970	570	1823	1442	644	4619	515	402
2040 DN	1924	570	2052	1748	721	5105	623	454
2040 BAU	2056	588	1731	1465	614	4338	536	387
2040 ALL	2055	587	1728	1463	613	4334	535	386
2050 DN	2038	592	1923	1632	675	4786	578	424
2050 BAU	2070	587	1637	1451	582	4075	538	369
2050 ALL	2050	584	1720	1436	603	4263	527	380

DN – scenár „Do Nothing“, tzv. nulový stav

Ukazovateľ „Emisná záťaž populácie“ v sebe zahŕňa nielen vplyv zmien dopravnej infraštruktúry vplyvom opatrení PUM, ale aj očakávaný demografický vývoj. V prípade väčšiny látok s výnimkou suspendovaných častíc (PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>) je možné očakávať medzi rokmi 2025 a 2050 mierny pokles záťaže obyvateľstva. V prípade scenára Do Nothing, nie je možné vylúčiť postupný nárast záťaže populácie prachovými časticami z dopravy (do roku 2050 o 10 % v prípade PM<sub>2,5</sub> a o cca 14 % v prípade PM<sub>10</sub>). Ako ukazuje porovnanie s nulovou variantou Do Nothing v Tabuľke 5, pri návrhových scenároch BAU a ALL bude toto riziko pri suspendovaných časticach do roku 2050 postupne prakticky eliminované. Pri ostatných hodnotených látkach spôsobí prípadná realizácia aktívnych variant vo všetkých návrhových rokoch významne nižšiu expozíciu obyvateľov dopravným emisiám, ako by to bolo pri scenári Do Nothing (o cca 10 až takmer 20 %). Oba návrhové scenáre (BAU i ALL) sú z tohoto hľadiska približne rovnako výhodné, v horizontoch 2025 a 2050 je mierne výhodnejší scenár BAU.

**Tabuľka 5** Rozdiel priemernej emisnej záťaže populácie variant BAU a ALL oproti scenáru DN

Scenár	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	B[a]P	NO <sub>x</sub>	NM VOC	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . ob.km <sup>-2</sup>	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . ob.km <sup>-2</sup>	g.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . ob.km <sup>-2</sup>	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . ob.km <sup>-2</sup>	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . ob.km <sup>-2</sup>	kg.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . ob.km <sup>-2</sup>	Mt.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . ob.km <sup>-2</sup>
2025 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2025 BAU	10%	6%	-13%	-18%	-12%	-12%	-18%	-13%
2025 ALL	6%	2%	-14%	-14%	-13%	-13%	-11%	-13%
2030 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2030 BAU	6%	2%	-14%	-15%	-13%	-14%	-12%	-13%
2030 ALL	7%	3%	-14%	-15%	-14%	-14%	-12%	-14%
2040 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2040 BAU	7%	3%	-16%	-16%	-15%	-15%	-14%	-15%
2040 ALL	7%	3%	-16%	-16%	-15%	-15%	-14%	-15%
2050 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2050 BAU	2%	-1%	-15%	-11%	-14%	-15%	-7%	-13%
2050 ALL	1%	-1%	-11%	-12%	-11%	-11%	-9%	-10%

DN – scenár „Do Nothing“, tzv. nulový stav

Pokles populačnej záťaže sa prejaví silnejšie v miestach, ktoré patria v súčasnosti k najviac zaťaženým. Túto skutočnosť je možné považovať za významne pozitívny vplyv navrhutej koncepcie, ktorá preukazuje, že PUM dobre reaguje na existujúce problémy kvality ovzdušia v riešenej oblasti. Dokladuje to Tabuľka 6, z ktorej je vidieť, že v lokalitách s najvyššou dopravnou imisnou záťažou nastane pri aktívnych scenároch ešte významnejšie zlepšenie, ako bude priemerný pokles v celom hodnotenom území (Tabuľka 5). V existujúcich emisných hot-spotoch bude podľa modelu vplyv cestnej dopravy na obyvateľstvo od roku 2030 o 13 až 26 % nižší ako v prípade nulového scenára Do Nothing. V roku 2025 sa síce pozitívny vplyv PUM v hot-spotoch pri scenári BAU ešte nedostaví, tento scenár je ale naopak výhodnejší v návrhovom roku 2050. Vývoj záťaže obyvateľstva suspendovanými časticami (PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>) z dopravy v hot-spotoch bude stagnujúci s očakávaným zlepšením v roku 2050.

**Tabuľka 6** Rozdiel 95. percentilu emisnej záťaže populácie scenárov BAU a ALL oproti Do Nothing

Scenár	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	B[a]P	NO <sub>x</sub>	NM VOC	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>	g.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>	t.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>	kg.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>	Mt.rok <sup>-1</sup> . km <sup>-2</sup> . obyv.km <sup>-2</sup>
2025 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2025 BAU	8%	7%	-1%	5%	0%	-1%	10%	1%
2025 ALL	6%	3%	-17%	-12%	-16%	-18%	-8%	-14%
2030 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2030 BAU	5%	3%	-18%	-13%	-16%	-18%	-8%	-15%
2030 ALL	6%	3%	-17%	-13%	-16%	-18%	-8%	-15%
2040 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2040 BAU	6%	3%	-23%	-17%	-22%	-24%	-11%	-20%
2040 ALL	6%	3%	-24%	-17%	-22%	-24%	-11%	-20%
2050 DN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2050 BAU	-1%	-3%	-26%	-20%	-24%	-26%	-14%	-23%
2050 ALL	0%	-2%	-22%	-16%	-21%	-22%	-12%	-20%

DN – scenár „Do Nothing“, tzv. nulový stav



## Plošné rozloženie vplyvu a identifikácia rizikových miest

Automobilové emisie budú v záujmovom území koncentrované hlavne pozdĺž diaľnice D1 s najvýznamnejším hot-spotom v mieste diaľničnej križovatky D1 a R1. Podobne ako v súčasnosti bude vo všetkých návrhových stavoch silne zaťažený taktiež celý úsek R1 od D1 po križovatku s I/51, emisné hot-spots sa budú vyskytovať v miestach mimoúrovňových križovatiek na I/51 a v mieste križovatky ulíc Kollárova, Dohnányho a Hospodárska pri autobusovej stanici. Ostatné identifikované lokálne ohniská emisií z cestnej dopravy sa budú v rôznych návrhových scenároch a rokoch líšiť. Prehľad týchto zmien umožňujú mapové prílohy – rozdielové mapy znázorňujúce zmenu emisných hustôt.

Významné emisné zmeny oproti scenáru Do Nothing nastanú pozdĺž novobudovaných aj existujúcich komunikácií:

- Dôjde k nárastu emisií pozdĺž južného a západného obchvatu Trnavy a predĺženie Spartakovskej ulice.
- Zvýšia sa emisie suspendovaných častíc pozdĺž III/1286 v úseku Hrnčiarovce nad Parnou – D1, pri ostatných látkach sa tu emisie naopak znížia.
- Dôjde ku zníženiu emisií v centre časti Zeleneč a ich presmerovanie mimo intravilán na obchvat.
- Je možné očakávať zníženie emisií v centrálnej časti Trnavy (ul. Hospodárska, Ružindolská, Rybníková, Bučianska, Trstínska a Špačinská cesta), a to významne v prípade plyných polutantov.
- Od roku 2040 vzniknú nové emisie pozdĺž dopravného prepojenia I/61, II/504 a MK Rekreačná a pripojením obce Ružindol k tejto novej komunikácii (významné zníženie emisií v časti Ružindol a ich presmerovanie na obchvat); s tým súvisí taktiež zvýšenie emisií pozdĺž III/1295 v úseku medzi západným obchvatom Trnavy a uvedeného nového dopravného prepojenia.
- Od roku 2025 (scenár ALL), resp. 2030 (scenár BAU) je možné očakávať taktiež zvýšenie emisií na časť obchvatu Špačince a nadväzujúcej existujúcej komunikácie Špačince – Jaslovské Bohunice a naopak zníženie v centre obce, ktoré sa prejaví najmä pri plyných látkach, menej pri suspendovaných časticiach.
- Od roku 2025 (scenár ALL), resp. 2030 (scenár BAU) dôjde k významnému zníženiu emisií pozdĺž existujúcej cesty v centre Bohdanoviec nad Trnavou a k zvýšeniu na existujúcu I/51 a pozdĺž novej Preložky cesty I/51 v úseku Bíňovce – Trnava.
- Vybudovanie obslužných komunikácií Šelpice spolu s preložkou cesty I/51 v úseku Bíňovce – Trnava spôsobí zlepšenie situácie v časti Šelpice z hľadiska plyných látok, ale je tu možné očakávať mierny nárast emisnej hustoty v prípade suspendovaných častíc.

Medzi návrhovými scenármi BAU a ALL je možné očakávať významný rozdiel v rozložení emisií len v roku 2050. Scenár ALL v tomto horizonte viac odľahčuje hlavné komunikácie v centrálnej časti mesta Trnava (Hospodárska, Kollárova, Modranská), ale naopak relatívne zvyšuje emisnú hustotu v priestore sídliska Družba, Kopánka a Na Hlinách, najmä v prípade emisií plyných látok.





Pri zahrnutí hustoty osídlenia do posudzovania je možné hlavné zmeny vyvolané realizáciou PUM oproti scenáru Do Nothing charakterizovať nasledovne:

- Relatívne zvýšenie záťaže obyvateľov imisiami z dopravy je možné očakávať najmä v prípade suspendovaných častíc, menej významne tiež pri plyných látkach, na južnom okraji sídliska Linčianska. Najviac sa toto zvýšenie prejaví v roku 2025. Jedná sa o vplyv južného obchvatu Trnavy – ulice Gen. Goliána a Nerudova a pravdepodobne vysokého podielu ťažkej nákladnej dopravy k obsluhu okolitých priemyselných areálov.
- Relatívne zhoršenie situácie na juhozápadnom okraji sídliska Prednádražie (ul. Čajkovského) – väzba na Západný obchvat Trnavy, a to najmä do roku 2040 vrátane
- Postupné zvyšovanie záťaže je očakávané na juhu sídliska Družba, v okolí kúpaliska Castiglione (ul. Vladimíra Clementisa a Koniarekova do cca 300 m od kúpaliska) – pravdepodobný vplyv Predĺženie Spartakovskej ulice. Od roku 2040 bude relatívne zhoršenie v tejto lokalite veľmi výrazné a na väčšej ploche pri plyných látkach (širšie okolie ul. Spartakovská), zásadne až v scenári 2050 ALL.
- Významné zlepšenie je vo všetkých návrhových časových horizontoch pri oboch návrhových scenároch očakávané v centrálnej časti Trnavy (okolie ul. Hospodárska a okolie križ. Bučianska/Piešťanská/Veterná/Vladimíra Clementisa, okolie Špačinskej a Trstínskej cesty). Jedná sa prakticky o všetky v súčasnosti najviac zaťažené miesta. Jednotlivý projekt, ktorý toto zlepšenie spôsobuje, nebol identifikovaný. Jedná sa o pozitívny kumulatívny dôsledok celého súboru opatrení navrhnutých v rámci PUM. Výnimkou je len situácia NO<sub>x</sub> a SO<sub>2</sub> v okolí ulice Bučianska a Piešťanská v prípade scenárov 2050 BAU a 2050 ALL.
- Zníženie emisnej záťaže populácie je možné očakávať pri realizácii oboch návrhových scenárov taktiež v periférnych sídlach MFO Trnava. Od roku 2025 dôjde ku zníženiu expozície obyvateľstva dopravnými emisiami v centrách obcí Bohdanovce nad Trnavou, Špačince a Hrnčiarovce nad Parnou, od roku 2040 taktiež v obciach Biely Kostol a Ružindol.
- V prípade benzo[a]pyrénu a plyných látok dôjde pri oboch návrhových scenároch (BAU i ALL) oproti scenáru Do Nothing od roku 2040 k lokálnemu zvýšeniu záťaže obyvateľov v blízkosti cesty II/504 medzi Ružindolom a Bielym Kostolom (osada Medziháj).

Oproti ostatným návrhovým horizontom je špecifická situácia očakávaná v roku 2050. Významne sa tu od seba líšia emisné vplyvy scenárov BAU a ALL. Zlepšenie je možné v horizonte BAU očakávať v širokej oblasti medzi ul. Leoša Janáčka a Hospodárska, a taktiež v centrálnej časti sídliska Prednádražie (konkrétny projekt spôsobujúci túto zmenu nebol identifikovaný, pravdepodobne sa jedná o dôsledok kumulácie niekoľkých dielčích projektov). Scenár ALL bude mať v roku 2050 pri plyných polutantoch oproti scenáru BAU výrazne vyšší negatívny vplyv na kvalitu ovzdušia na Sídlisku Družba. V roku 2050 je možné očakávať zhoršenie situácie z hľadiska emisií NO<sub>x</sub> taktiež na ďalších miestach vo východnej časti Trnavy (križ. Hlboká x Starohájska, Bučianska, Piešťanská, Veterná). Podstatne najpriaznivejší bude z tohoto hľadiska scenár ALL. Príčina tohoto relatívneho zhoršenia (konkrétny navrhovaný projekt) nebola jednoznačne identifikovaná.







Podobne ako uvedené zhoršenie v prípade NO<sub>x</sub> v návrhovom horizonte roku 2050, je indikované zvýšenie expozície obyvateľstva a vo východnej polovici Trnavy taktiež v prípade SO<sub>2</sub>, a to už od roku 2030. Vzhľadom k zanedbateľne nízkym emisiám SO<sub>2</sub> z dopravy je toto zvýšenie nevýznamné.





## 6 ZÁVER

V rámci predkladanej správy je zhodnotená situácia na území mesta Trnava a jeho funkčného územia z hľadiska očakávanej záťaže emisiami z automobilovej dopravy v návrhových horizontoch Plánu udržateľnej mobility krajského mesta Trnava a jeho funkčného územia. Jedná sa o roky 2025, 2030, 2040 a 2050. Zhodnotený je tu vplyv návrhových scenárov BAU (reálny scenár) a ALL (maximalistický scenár), a to najmä ako relatívna zmena očakávanej situácie oproti scenáru Do Nothing (nulový scenár), ktorý predstavuje nulovú variantu tejto koncepcie.

S ohľadom na predpokladané využitie tohoto hodnotenia je vykonané posúdenie zamerané hlavne na zaťaženie obyvateľstva. V rámci hodnoteného územia bola vyčíslená relatívna zmena emisnej hustoty na ploche riešeného územia v jednotlivých návrhových rokoch. Pre posúdenie relatívnej záťaže populácie imisnými príspevkami z dopravy bolo pole emisnej hustoty zlúčené s dátovými vrstvami hustoty populácie pre všetky posudzované časové horizonty. Výsledok tejto syntézy je priamo úmerný expozícii obyvateľov dopravným imisiami hodnotených látok (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzo[a]pyrén, NO<sub>x</sub>, NMVOC, SO<sub>2</sub>, CO a CO<sub>2</sub>).

Záverem emisného posúdenia je možné zhrnúť do týchto bodov:

Z hľadiska celkových emisií z cestnej dopravy v hodnotenom území je možné očakávať postupný relatívny nárast, ktorý bude spôsobený vonkajšími faktormi a nie je riešiteľný koncepčnými opatreniami v rámci PUM. Tento nárast bude ale kompenzovaný zmenou plošnej distribúcie emisií v riešenom území. Väčšinou dôjde k presunu emisií z husto osídlených lokalít do oblastí s nižšou hustotou osídlenia.

Pri aktívnych variantoch BAU a ALL je možné vplyvom redistribúcie emisií z cestnej dopravy očakávať zníženie záťaže populácie vo všetkých miestach, ktoré boli vyhodnotené ako rizikové v skoršej emisnej analýze existujúceho stavu (emisných hot-spotoch identifikovaných na základe dátovej základne roku 2019), ktorá bola spracovaná pre účely Analytickej časti PUM MFO Trnava.

Naopak, pokiaľ nebude realizovaný niektorý z aktívnych scenárov PUM, nie je možné vylúčiť postupný nárast záťaže populácie prachovými časticami z dopravy (do roku 2050 o 10 % v prípade PM<sub>2,5</sub> a o cca 14 % v prípade PM<sub>10</sub>). V prípade realizácie návrhových scenárov BAU a ALL bude toto riziko pri suspendovaných časticách (PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>) do roku 2050 postupne prakticky eliminované. Pri ostatných hodnotených látkach spôsobí prípadná realizácia aktívnych variant vo všetkých návrhových rokoch významne nižšiu expozíciu obyvateľov dopravným emisiami, ako by bolo pri scenári Do Nothing (o cca 10 až takmer 20 %).

Z hľadiska plošného rozloženia emisií na väčšine riešeného územia prevažuje pozitívny vplyv koncepcie. Celkom zásadná pre záver hodnotenia je skutočnosť, že k výraznému zníženiu expozície obyvateľov dôjde i v rozsiahlej centrálnej časti Trnavy (ul. Hospodárska, Ružindolská, Rybníková, Bučianska, Trstínska a Špačinská cesta), kde sa v rámci riešeného územia MFO Trnava vyskytuje najviac dopravných emisných hot-spotov.





Aj napriek prevažujúcim pozitívnym efektom návrhových variant sa v riešenom území vyskytujú miesta, ktoré budú pravdepodobne vplyvom koncepcie emisne zhoršené. Toto potenciálne riziko bolo identifikované v týchto lokalitách:

- Južný okraj sídliska Linčianska,
- Juhozápadný okraj sídliska Prednádražie, najmä od roku 2040,
- Juh sídliska Družba, a to najmä od roku 2040, pričom významne vyššia emisná záťaž populácie tu oproti scenárom BAU a Do Nothing a iným návrhovým rokom spôsobí scenár ALL,
- Osada Medziháj.

Plán udržateľnej mobility krajského mesta Trnava a jeho funkčného územia bude mať v navrhutej podobe na kvalitu ovzdušia pozitívny vplyv. **Doporučujeme realizáciu niektorých z navrhnutých aktívnych variant koncepcie (BAU, ALL), pričom v prípade realizácie varianty ALL by mal byť prehodnotený návrh opatrení účinných od roku 2050.** Dôvodom tohoto doporučenia sú očakávané výrazne vyššie negatívne vplyvy scenára ALL oproti scenáru BAU v roku 2050 vo východnej časti Trnavy. Vzhľadom k neistotám hodnotenia a v nadväznosti na skutočnosť, že uvedené doporučenie smeruje až k najvzdialenejšiemu hodnotenému časovému horizontu 2050, nemusí byť zohľadnené už teraz, v štádiu prípravy PUM. Je možné ho akceptovať v rámci aktualizácie PUM, napr. k roku 2030. Toto riešenie sa javí naopak vhodnejšie, pretože do tej doby budú čitateľnejšie trendy zloženia vozového parku, najmä zmeny zviazané s rozvojom elektromobility a využitie alternatívnych palív, čo umožní presnejšiu predikciu situácie v roku 2050. Obdobie medzi rokmi 2030 a 2050 zaisťuje dostatočný priestor pre vykonanie prípadných potrebných zmien dopravného riešenia.





## PRÍLOHY:

- Príloha 1 Mapy emisnej hustoty PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzo[a]pyrénu, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO a SO<sub>2</sub>
- Príloha 2 Rozdielové mapy emisnej hustoty PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzo[a]pyrénu, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO a SO<sub>2</sub>
- Príloha 3 Mapy emisnej hustoty PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzo[a]pyrénu, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO a SO<sub>2</sub> prepočítané na obyvateľov
- Príloha 4 Rozdielové mapy emisnej hustoty PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzo[a]pyrénu, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO a SO<sub>2</sub> prepočítané na obyvateľov

