

**E. POROVNÁNÍ VARIANT NA ZÁKLADĚ VÝSLEDKŮ  
HLUKOVÉ A ROZPTYLOVÉ STUDIE**



## E.1. ÚVOD

Tento text porovnává varianty dálniční a silniční sítě na základě výsledků hlukové a rozptylové studie, které jsou přílohou č. E.1 a E.2 této Územní studie.

### Hluková studie

Cílem hlukové studie je co nejpřesněji výpočtovým způsobem ověřit stávající vliv hlukové zátěže a vliv způsobený jednotlivými variantami záměru nové dopravní koncepce Jihomoravského kraje v řešeném území. Zájmové území bylo vymezeno jako jádrová oblast kraje, částečně rozšířená brněnská aglomerace, kde se odehrává především aglomerační, vnitrostátní doprava. Z pohledu tranzitní dopravy jsou zde dominantní úseky dálnic D1 (východ–západ) a D2 (jih). Vnitrostátní propojení Brna a oblasti Pardubic–Hradec Králové je z pohledu transevropské dopravní sítě (TEN-T) globální nikoliv hlavní vrstvou (comprehensive x core network). Uvažované záměry tak řeší především problémy spojené s každodenní, běžnou dojížděnkou do ekonomicky nejsilnějšího centra oblasti – krajského města Brna.

### Rozptylová studie

Rozptylová studie uvádí popis a výsledky matematického modelování kvality ovzduší, které bylo provedeno v rámci projektu Územní studie nadřazené silniční a dálniční sítě v jádrovém území OB3 metropolitní rozvojové oblasti Brno a její 2. etapy – hodnocení variant uspořádání dálniční a silniční sítě.

Rozptylová studie hodnotila imisní zatížení území formou výpočtu průměrných ročních koncentrací látek NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzen a BaP a dále krátkodobých koncentrací látek NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> a CO. Vyhodnocení imisní zátěže bylo provedeno v grafické, tabelární i textové formě. Pro hodnocení byly použity imisní limity uvedeny v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb. Modelové výpočty imisní zátěže a jejich vyhodnocení bylo provedeno pro všechny varianty uspořádání silniční sítě navržené v dopravním modelu zpracovaném v rámci řešeného projektu.

Součástí rozptylové studie je i zpracování emisní bilance jednotlivých skupin zdrojů znečišťování ovzduší, tak aby bylo možné určit jejich podíl na celkovém zatížení a dále hodnocení stávajícího imisního zatížení řešeného území. Pro hodnocení stávajícího imisního zatížení byly použity údaje imisního monitoringu prováděného Českým hydrometeorologickým úřadem.

Předkládaná rozptylová studie je strukturovaná do 4 základních částí:

- datové vstupy a jejich zpracování;
- emisní bilance modelovaných znečišťujících látek;
- imisní charakteristika území na základě dat imisního monitoringu;
- vyhodnocení výstupů modelování imisního zatížení v řešeném území.

K řešení stávajících problémů dopravy v zájmové oblasti, spojených s častými kongescemi a kolapsy průjezdnosti, vzniklo v územní studii JMK několik návrhů možných východisek. Celkově se ve studii pracovalo se 2 tzv. nulovými stavy a 15 rozdílnými variantami dálniční a silniční sítě. Za současný, existující stav byly označeny tzv. nulové stavy „00-2020“ a „00-2035.“ V těchto případech je do modelu zanesena funkční dálniční a silniční síť složená z nynějších využívaných tras a tras, které jsou v realizaci.

Nulový stav 00-2020 pracuje s hodnotami dopravních intenzit získaných z databáze Ředitelství silnic a dálnic. Tato databanka byla zpracována k roku 2016. Nulový stav 00-2035 pracuje se shodnou dopravní sítí, avšak se liší v hodnotách intenzit dopravy, které byly úměrně navýšeny k roku 2035 dle stanovené metodiky. Další úseky jsou

do modelu vloženy jako invariantní prvky podložené aktuální projektovou dokumentací, legislativním povolením a platnou územněplánovací dokumentací či shodou na technickém řešení v zájmovém území.

Varianty se od nulových stavů liší vložení tzv. invariantních a variantních prvků dálniční a silniční sítě, které byly hodnoceny v rámci hlukové studie. Různou kombinací rozdílných variantních prvků vzniklo celkově 15 ucelených souborů odlišných dopravních řešení („variant“).

Varianty označené jako „D“ jsou ve svém stěžejním úseku (komunikace „43“) řešeny jako dálniční kategorie komunikace, z čehož vyplývá snaha o dodržení základních parametrů této kategorie (výškové vedení, vzdálenost mimoúrovňových křižovatek apod.).

Varianty skupiny „S“ jsou ve svém stěžejním úseku (komunikace „43“) řešeny jako silniční kategorie komunikace, tedy silnice s omezeným přístupem, mimoúrovňovými křižovatkami dle optimálního způsobu napojení území. Varianty S.9.3 a S.9.4 se pak vyznačují nejmenším počtem variantních prvků, tedy přináší nejméně výrazné změny v řešeném území.

Jednotlivé varianty dálniční a silniční sítě jsou zobrazeny jako výkresy II/03.01–II/03.15 v grafické části Územní studie a jako schémata v kap. B.3.2.

## **E.2. METODIKA**

### **E.2.1. METODIKA ZPRACOVÁNÍ A HODNOCENÍ**

#### **E.2.1.1. Hluková studie**

Výpočtové hodnocení hlukové zátěže venkovního prostoru sledovaného území vychází z doporučených teoretických akustických vztahů pro šíření zvuku ze shora definovaných stacionárních (technických) zdrojů hluku záměru, na jejichž základech pracuje použitý výpočtový program Predictor-LimA 7510, verze 9.11 a jehož výpočtový algoritmus koresponduje s doporučenou metodikou NMPB-Routes-96 (Směrnice EP 2002/49/ES) pro silniční dopravu a normou ISO 9613-2 pro průmyslový hluk, zohledňuje klimatické podmínky, konfiguraci i vlastnosti povrchu terénu a další možné ovlivňující podmínky.

Výpočtově zjišťovaným hlukovým ukazatelem jsou hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku, které je možné získat jak pro denní (IPD), tak i noční dobu (IPN).

Nejistota výpočtu je dána především nejistotou vstupních dat, nejistotou vlastního modelování a nejistotou danou akustickými znalostmi uživatele programu (zpracovatele). Aplikace použitého programu garantuje přesnost vlastního výpočtu modelové situace při použití dané metodiky do rozdílu 0,2 dB. Nejistoty výpočtů uváděné zpracovateli akustických výpočtů jsou většinou stanoveny formálně a nevycházejí ze skutečné analýzy nejistot. Smyslem akustické studie je odhad předpokládaného dopadu projektované situace, případně návrhu protihlukových opatření, s cílem získat informace o míře pravděpodobnosti, že po realizaci navrženého záměru nedojde k překročení hygienického limitu. Vkládaná vstupní data mají charakter maximální možné hodnoty. Výsledky získané z takto zadaného výpočtového modelu jsou pak horním odhadem očekávané situace, příslušná nejistota je již uplatněna (zahrnuta) a není relevantní s nejistotou výpočtu dále pracovat (přičítat nebo odečítat).

Do výpočtového modelu sledovaného území byly jako vstupní data zadávány intenzity dopravy silničních vozidel a maximální rychlosti daných úseků, stávající protihluková opatření v území, výškopis a stavební objekty. Výpočty pro vykreslení izofon jsou zpracovány pro výšku +4,0 m.

### E.2.1.2. Rozptylová studie

Výpočet krátkodobých i průměrným ročních koncentrací znečišťujících látek a doby překročení zvolených hraničních koncentrací byl proveden podle metodiky „SYMOS 97“ (Systém modelování stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší SYMOS 97 – aktualizace únor 2014), která byla vydána MŽP ČR v r. 1998.

Metodika SYMOS 97 je určena pro výpočet imisních koncentrací znečišťujících látek šířících se z bodových, liniových a plošných zdrojů. Za liniové zdroje se přitom považují převážně komunikace s automobilovým provozem. Tato metodika je založena na předpokladu gaussovského profilu koncentrací na průřezu kouřové vlečky. Umožňuje počítat krátkodobé i roční průměrné koncentrace znečišťujících látek v síti referenčních bodů, dále doby překročení zvolených hraničních koncentrací (např. imisních limitů a jejich násobků) za rok, podíly jednotlivých zdrojů nebo skupin zdrojů na roční průměrné koncentraci v daném místě a maximální dosažitelné koncentrace a podmínky (třída stability ovzduší, směr a rychlost větru), za kterých se mohou vyskytovat. Metodika zahrnuje korekce na vertikální členitost terénu, počítá se stáčením a zvyšováním rychlosti větru s výškou a při výpočtu průměrných koncentrací a doby překročení hraničních koncentrací bere v úvahu rozložení četností směru a rychlosti větru. Výpočty se provádějí pro 5 tříd stability atmosféry (tj. 5 tříd schopnosti atmosféry rozptylovat příměsi) a 3 třídy rychlosti větru.

Třída stability	Rozptylové podmínky	Výskyt třídních rychlostí větru [m/s]
I	silné inverze, velmi špatný rozptyl	1,7
II	inverze, špatný rozptyl	1,7 5
III	slabé inverze nebo malý vertikální gradient teploty, mírně zhoršené rozptylové podmínky	1,7 5 11
IV	normální stav atmosféry, dobrý rozptyl	1,7 5 11
V	labilní teplotní zvrstvení, rychlý rozptyl	1,7 5

Tab. E1 Charakteristika tříd stability a výskyt tříd rychlosti větru

Termická stabilita ovzduší souvisí se změnami teploty vzduchu s výškou nad zemí. Vyrůstá-li teplota s výškou, těžší studený vzduch zůstává v nižších vrstvách atmosféry. Tento fakt vede k útlumu vertikálních pohybů v ovzduší a tím i k nedostatečnému rozptylu znečišťujících látek. To je právě případ inverzí, při kterých jsou rozptylové podmínky popsané pomocí tříd stability I a II.

Inverze se vyskytují převážně v zimní polovině roku, kdy se zemský povrch intenzivně vychlazuje a ochlazuje přízemní vrstvu ovzduší. V důsledku nedostatečného slunečního záření mohou trvat i nepřetržitě mnoho dní za sebou. V letní polovině roku, kdy je příkon slunečního záření vysoký, se inverze obvykle vyskytují pouze v ranních hodinách před východem slunce.

Výskyt inverzí je dále omezen pouze na dobu s menší rychlostí větru. Silný vítr vede k velké mechanické turbulenci v ovzduší, která má za následek normální pokles teploty s výškou, a tedy rozrušení inverzí. Silné inverze (třída stability I) se vyskytují jen do rychlosti větru 2 m/s, běžné inverze (tříd stability II) do rychlosti větru 5 m/s.

Běžně se vyskytující rozptylové podmínky představují třídy stability III a IV, kdy dochází buď k nulovému (III. třída), nebo k mírnému (IV. třída) poklesu teploty s výškou. Mohou se vyskytovat za jakékoli rychlosti větru, při silném větru obvykle nastávají podmínky ve IV. třídě stability.

V. třída stability popisuje rozptylové podmínky při silném poklesu teploty s výškou. Za těchto situací dochází k silnému vertikálnímu promíchávání v atmosféře, protože lehčí teplý vzduch směřuje od země vzhůru a těžší studený klesá k zemi, což vede k rychlému rozptylu znečišťujících látek. Výskyt těchto podmínek je omezen na letní půlrok

a slunečná odpoledne, kdy v důsledku přehřátého zemského povrchu se silně zahřívá i přízemní vrstva ovzduší. Ze stejného důvodu jako u inverzí se tyto rozptylové podmínky nevyskytují při rychlostech větru nad 5 m/s.

Metodika SYMOS'97 byla oproti původní verzi upravena tak, aby odpovídala platným evropským předpisům a novým poznatkům v oboru životního prostředí. Mezi tyto úpravy metodiky patří zejména změny související se změnou proměřovací doby pro některé znečišťující látky, hodnocení znečištění ovzduší oxidy dusíku také z hlediska NO<sub>2</sub> (dříve pouze NO<sub>x</sub>) aj.

Podíly emisí NO<sub>2</sub> v NO<sub>x</sub> byly uvažovány ve smyslu přílohy č. 2 metodického pokynu pro vypracování rozptylových studií podle § 32 odst. 1 písm. e) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Podíly emisí NO<sub>2</sub> v NO<sub>x</sub> pro zdroje neuvedené v příloze č. 2 metodického pokynu byly uvažovány tak, jak s nimi pracuje metodika SYMOS'97.

## E.2.2. VSTUPNÍ DATA VÝPOČTOVÉHO MODELU

### E.2.2.1. Hluková studie

Pro výpočet hlukové zátěže jednotlivých variant bylo využito několik typů a zdrojů dat, které byly zpracovány ve formátu *shapefile* v souřadnicovém systému *S-JTSK Krovak EastNorth*. Zdrojem podkladů k zadání polohopisu a výškopisu byl použit ZABAGED® a mapové podklady uveřejněné na Portálu veřejné správy (Cenia) a Geoportálu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního.

Software LimA pak pracuje s těmito daty ve formátu *BNA* a následně jsou opět výsledky konvertovány do formátu *shapefile*. V další fázi došlo k jejich vykreslení v prostředí geografických informačních systémů (*GIS*). Statistické vyhodnocení vzniklých databází se odehrály především v programu *Excel*.

Do výpočtového modelu softwaru LimA vstupovala tato data:

- Dopravní síť dané varianty včetně tunelů;
- protihlukové stěny;
- výškopis;
- budovy.

#### Dopravní síť dané varianty včetně tunelů

K výpočtům byly především využity parametry navrhované dopravní sítě dané varianty, které obsahovaly intenzity dopravy vztahující se, s výjimkou varianty 00-2020, k roku 00-2035, kdy se předpokládá jejich navýšení. Ačkoliv je možné v tomto období predikovat i částečnou obměnu vozového parku, z pohledu hlukové zátěže nebyla tato skutečnost uvažována. Kromě intenzit dopravy byly do výpočtu modelu dále zahrnuty rychlosti průjezdu vozidel, které byly zvoleny jako maximální dle předpisů dané komunikace. Z důvodu chybějící digitální databáze hodnot povolených rychlostí daného úseku, musely být tyto hodnoty přiděleny ručně, což vzhledem k objemu dat lze považovat za dlouhodobý úkol. Ve sporných místech byly stanovené rychlosti ověřeny pomocí dopravního značení. To bylo vyhledáváno na základě funkcí *Streetview* mapového serveru *Google maps* či funkce *Panorama* mapového serveru *Mapy.cz*. Na nových úsecích nebyla uvažována možnost omezení předpisové rychlosti, jako opatření snižující hlukovou zátěž v okolí.

Do výpočtu tak bylo celkově zadáno cca 2 162 úseků komunikací pro každou z variant. Počet úseků komunikací se liší v jednotkách u každé varianty. Každý tento úsek nese hodnotu hodinové intenzity dopravy pro denní a noční dobu a dále pak rychlost pojezdu automobilů po dané komunikaci.

V rámci silniční sítě byly již při výpočtech také uvažovány stávající, ale i navrhované nové tunelové úseky, které je možné považovat za způsob protihlukového opatření v konkrétní lokalitě. Rozmístění a způsob využití těchto tunelů se liší dle konkrétní varianty dopravního modelu. Nicméně jedná se pouze u tunely, které byly navrhovány z dopravního

hlediska kvůli průchodu krajinou, nikoli z důvodu vlivu na veřejné zdraví. Lokality, kde by měla být pro jednotlivé varianty navrhována povrchová, anebo podpovrchová technická opatření znamenající jakoukoliv formu zastřešení úseků komunikací, jsou uvedeny ve výsledcích jednotlivých variant (viz Příloha E.1).

Z důvodů rozsahu území byl výpočet hlukové zátěže ze silnic a dálnic počítán do 400 metrů od tělesa komunikace. Tato vzdálenost je dostatečná pro posouzení vlivu stávajících i nových komunikací ve vztahu k ekvivalentním hladinám akustického tlaku 60 dB pro denní dobu a 50 dB pro noční dobu.

### **Protihlukové stěny**

Při modelaci hlukové zátěže byly uvažovány pouze stávající protihlukové stěny. V rámci volně dostupných dat neexistuje konkrétní databáze obsahující parametry jednotlivých stěn v zájmové oblasti. Z tohoto důvodu byly provedeny několikadenní mapovací práce, kde došlo k zaznamenání polohy pomocí GPS, délky a výšky jednotlivých stěn hodnoceného území. Terénními pracemi vznikla poměrně unikátní databáze protihlukových stěn širší aglomerace města Brna.

Při výpočtu variant dálniční a silniční sítě nebyla uvažována žádná nová protihluková opatření z důvodu rovných podmínek modelace jednotlivých verzí dopravního modelu. Tento fakt dopomohl zajistit rovnost variant ve výpočtové fázi. Pro modelové hodnocení postupivších variant je již uvažováno s modelováním a navrhováním konkrétních technických opatření u jednotlivých obcí a solitérní zástavby, které zajistí splnění požadovaných parametrů hlukové zátěže.

Na ochranu proti hluku z dopravy na pozemních komunikacích se dle TP 104 (Protihlukové clony pozemních komunikací) používají zemní valy, protihlukové stěny, gabionové (drátokamenné) konstrukce (zpravidla z rubu zasypané zeminou), pozemní objekty a protihlukové úpravy na pozemních objektech a překrytí. Jednotlivé druhy clon (opatření) se mohou vzájemně kombinovat. Konkrétní řešení bude vycházet z podrobnějšího řešení navržených komunikací.

### **Výškopis**

Výškopis výrazně ovlivňuje podmínky šíření hluku v oblasti a je považován za jeden z hlavních faktorů při výpočtech hlukové zátěže. Ve výpočtech bylo využito hlavních, zesílených a doplňkových vrstevnic Základní mapy České republiky 1: 10 000. Tyto vrstevnice jsou vytvářeny v kroku 1, 2 a 5 metrů. Při těchto parametrech je zajištěna vysoká přesnost modelu terénu a potažmo i celé modelace šíření hlukové zátěže.

Stávající úseky komunikací byly zasazeny do terénu tak, aby odpovídaly skutečnosti. Byly zohledněny zářezy, násypy silnic i železnic a mostní konstrukce. Nové úseky silnic, které nenesly informaci o přítomnosti mostu a u kterých nebylo známo, zda jsou vedeny v zářezu či na náspu, byly modelovány v niveletě terénu. Části úseku obsahující atribut mostu byly vyvýšeny na úroveň mostní konstrukce.

### **Budovy**

Budovy v dotčeném území byly získány z dostupných dat Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Stav těchto objektů však nebyl plně zaktualizován pro potřeby modelace stávající situace v území. Z tohoto důvodu byly nové budovy ručně zvektorizovány a editovány byly i některé stávající budovy. Novostavby, které byly zachycené ve stádiu výstavby, byly již do výpočtů zaneseny jako vyhotovené. Několik budov bylo z databáze odstraněno z důvodu jejich demolice. Jako zdroj nejaktuálnějších informací byla využita především ortofotomapa ČÚZK (dle metadat proběhla poslední aktualizace informací 15. 2. 2018). Tyto mapovací práce vyžadovaly kontrolu všech zastavěných oblastí obcí, ale i širšího okolí z důvodu možné přítomnosti menší osady či ojedinělé stavby. I tento krok je tak možné považovat

za časově výjimečně náročný vzhledem k masivnímu počtu kontrolovaných budov dotčeného území. Nově bylo do území dokresleno cca 10 500 budov.

Budovy vytvářející uliční bloky byly mnohdy sceleny pro snížení výpočtové zátěže softwaru LimA. Stále však bylo těchto objektů v řešené oblasti více než 85 tisíc.

Stávající budovy byly v řešeném území modelovány dle jejich vypočtené výšky. Ta byla získána odečtem digitálního modelu reliéfu 5. generace (zachycují výšku povrchu terénu) od digitálního modelu povrchu 1G (zaznamenávající nejvyšší bod objektů zemského povrchu). Data byla získána z databáze ČÚZK. K budování byl navíc připojen atribut způsobu využití dané stavby. Tato informace pochází z databáze RUIAN, která však ne ve všech případech korespondovala s vytvořenou vrstvou budov. Z tohoto důvodu nebylo možné ke všem budovám automaticky přiřadit informaci způsobu využití. V konfliktních místech byl způsob využití budov ověřen na základě volně přístupné informace z katastru nemovitostí (ČÚZK).

Software LimA pracoval s 3D modelem území, který byl vytvořen pro celou zájmovou oblast. Ukázkou tohoto modelu ilustruje obr. E1. Z obrázku je patrná poměrně přesná modelace okolního terénu, ale i výšková členitost stavebních objektů. Územím navíc procházejí silniční komunikace.



Obr. E1 Příklad 3D modelu zájmového území – lokalita Čebín obchvat

Dále byly v hlukové studii využity mnohé doplňkové mapové podklady (např. Ortofotomapa ČÚZK, Základní mapa České republiky 1: 10 000 apod.). Tato mapová díla o různém měřítku a výstupní data byla zpracována pomocí programu ArcGIS, registrovaného u společnosti ESRI ArcGIS, největšího světového výrobce software pro geografické informační systémy (GIS).

Geografický informační systém je informační systém pro získávání, ukládání, analýzu a vizualizaci dat, která mají prostorový vztah k povrchu Země. Geodata, se kterými GIS pracuje, jsou definována svou geometrií, topologií, atributy a dynamikou.

Geografický informační systém umožňuje vytvářet modely části Zemského povrchu pomocí dostupných softwarových a hardwarových prostředků.



### E.2.2.2. Rozptylová studie

Data, shromažďovaná za účelem sestavení emisní bilance a následně modelového vyhodnocení kvality ovzduší v podobě rozptylové studie, lze obecně rozdělit do následujících hlavních skupin:

#### Převzatá (primární) data

Převzatá (primární) data jsou údaje spravované správcí souvisejících informačních systémů, ať již systémů veřejné správy (ČHMÚ, ČSÚ), nebo ostatních systémů (např. zákaznické systémy distribučních společností, technické mapy apod.). Tato skupina dat se dále dle věcného obsahu a souvztažnosti ke zpracovávané problematice dělí na:

- Data pro výpočet bilancí – např. provozní údaje zdrojů (výkon, spotřeba, emise) nebo data obchodního charakteru od distribučních společností apod. obvykle v tabelárním (.xls) nebo databázovém (.dbf, .mdb, .txt) formátu;
- informace technického charakteru;
- mapové podklady – např. členění území do správních celků, budovy, adresní body, silnice, železnice, trasování energetických rozvodných sítí, umístění energetických bodových prvků, apod. většinou ve formátech ESRI .shp (státní správa), .dgn (distribuční společnosti) nebo mapových zákresech;
- doplňkové informace ke geografickým vrstvám (bližší popis atributů) nebo ostatní údaje technického charakteru nemající přímou návaznost na územně vázané informace (tabulky, texty, obrazové přílohy);
- ostatní informace;
- textové informace, konzultace, jednání – např. záměry distribučních společností, výhledové plány rozvoje, priority řešení apod.

#### Odvozená (pořízená) data

Jedná se o nesledované nebo chybějící údaje, které je možno získat buď výpočtem z primárních převzatých údajů za použití přepočítacích vztahů (fyzikální převody, normované faktory, koeficienty, účinnosti apod.) nebo modelově stanovit (odhadnout) na základě předem definovaných předpokladů a zjednodušení (např. spotřeba paliv v lokálních topeništích). V případě chybějících mapových podkladů sem patří jejich digitalizace.

#### Podpůrné databáze

Jsou to registry, číselníky, tabulky přepočítacích koeficientů, faktorů atd. Provázáním s nadřazenými nebo souvisejícími informačními systémy, u kterých je zajištěna pravidelná aktualizace, bude v budoucnu usnadněna aktualizace bilanční části. Využití standardizovaných číselníků dovoluje převod výstupů, popř. kategorizaci výstupů do typizované všeobecně užívané podoby a formy. Volitelné (měnitelné) přepočítací koeficienty umožňují zachytit změny limitních omezení (např. emisní faktory), popř. usnadňují zpracování citlivostních analýz či vyladění variantních scénářů rozvoje.

Pro potřeby modelování jsou použita data jednotlivých skupin zdrojů s předpokládaným významným vlivem na kvalitu ovzduší v předmětném území:

- Vyjmenované stacionární zdroje znečišťování ovzduší na území Jihomoravského kraje;
- nevyjmenované plošně sledované stacionární zdroje (lokální topeniště) v řešeném území;
- mobilní zdroje (silniční doprava) v oblasti řešeného území v různých variantách;
- emise z větrné eroze na orné půdě;
- sekundární aerosoly a dálkový transport;
- předpokládané zdroje rozvojových ploch dle územních plánů.

## Stacionární zdroje

Stacionární zdroje znečišťování ovzduší jsou členěny podle tepelného příkonu, typu technologického procesu a jeho výrobní kapacity na znečišťování ovzduší nebo rozsahu znečišťování (významné, bodově evidované – vyjmenované zdroje dle přílohy č. 2 zákona a méně významné, plošně sledované zdroje) a podle technického a technologického uspořádání (spalovací zdroje, zdroje tepelně zpracovávající odpad, zdroje používající organická rozpouštědla, nakládání s benzínem a ostatní zdroje):

- Bodově sledovaný stacionární zdroj – vyjmenovaný stacionární zdroj dle přílohy č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší – zdroj znečišťování ovzduší, pro nějž jsou v databázi k dispozici podrobné údaje o emisích a technických a provozních parametrech. Zdroj má známy zeměpisné souřadnice. Jedná se o jednotlivé výduchy a komíny (dle dřívější kategorizace zdroje REZZO 1 a REZZO 2).
- Individuální plošný zdroj znečišťování – nevyjmenovaný zdroj znečišťování ovzduší, pro nějž jsou v databázi k dispozici podrobné údaje o emisích a technických a provozních parametrech. Zdroj má známy zeměpisné souřadnice, avšak jeho rozměry jsou nezanedbatelné. Jedná se například o doly, lomy, výsypky apod.
- Plošně vykazované zdroje (emise) – zdroje znečišťování ovzduší, které jsou natolik malé, že je nelze účinně individuálně sledovat. Emise z těchto zdrojů se vyjadřují v souhrnu za územní jednotku (např. základní sídelní jednotku nebo obec) bez rozlišení jednotlivých výdechů a komínů (dle dřívější kategorizace zdroje REZZO 3).

Pro celostátní emisní bilance malých, plošně sledovaných zdrojů je využíván model aktualizace údajů ze Sčítání lidu, domů a bytů, provedeného ČSÚ, jehož výstupem jsou údaje o spotřebě základních druhů fosilních paliv spalovaných v domácnostech. Tyto údaje jsou průběžně aktualizovány ve spolupráci s regionálními dodavateli paliv a energií (plynárenské, energetické, teplárenské podniky). Konečným produktem modelu jsou údaje o emisích znečišťujících látek z domácích topenišť na úrovni jednotlivých obcí.

Pro stanovení spotřeby paliv v lokálních topeništích byl použit modelový výpočet emisí sledovaných škodlivin. Datovými podklady pro výpočet byly statistické údaje z ČSÚ z roku 2011 (ze sčítání lidu, bytů a domů), které byly aktualizovány a verifikovány z podkladů plynárenských společností na skutečnou úroveň stavu skladby paliv v hodnoceném roce (2016). Pro stanovení spotřeby paliv k vytápění domácností byly využity následující údaje:

- počet trvale obydlených bytů v rodinných domech, bytových domech a ostatních budovách, dále počet bytů obydlených přechodně, počet bytů sloužících k rekreačním účelům a počet bytů v rekonstrukci;
- průměrná výměra trvale obydlených bytů v členění na byty v rodinných domech a byty v bytových domech a ostatních budovách;
- počet bytů v členění dle způsobu vytápění (ústřední, etážové, kamna);
- počet bytů v členění dle energie použité k vytápění (uhlí, dřevo, elektřina, plyn);
- skladba spotřeby tuhých paliv v lokalitě (% zastoupení jednotlivých druhů tuhých paliv);
- průměrné kvalitativní znaky tuhých paliv (výhřevnost, popelnatost, sinitost);
- uvažovaná potřeba tepla na 1 m<sup>2</sup> vytápěné plochy v členění na rodinné domky a bytové domy;
- celková účinnost pro daný způsob spalování paliv (přepočtení potřeby tepla na spotřebu paliva);
- počet odběratelů z podkladů plynárenských společností – členění dle pásem odběru;
- kvalitativní znaky spalovaných tuhých paliv.

Do výpočtu rozptylové studie byla lokální topeniště zahrnuta jako plošné zdroje znečišťování ovzduší. Emise z těchto zdrojů byly převzaty z dat zpracovávaných ČHMÚ ve formě emisních bilancí na úrovni obcí, v případě Brna na úrovni městských částí. Emise byly rozpočteny pro pravidelnou čtvercovou síť s rozměrem 100 x 100 m v poměru úměrně

odpovídajícímu zastavěnosti území v daném čtverci. Ze zástavby byly pro tento účel vybrány pouze budovy nenapojené na systém CZT.

Jako mobilní zdroj znečišťování ovzduší byla uvažována automobilová doprava na veřejných komunikacích. Základním podkladem pro modelový výpočet emisí z automobilové dopravy byla stávající komunikační síť v řešeném území doplněná o plánované a projektované nové komunikace v různých variantách. Síť komunikací se pro každou variantu liší v návaznosti na trasování nově navrhovaných komunikací. Stanovení intenzity dopravy na stávajících i navrhovaných komunikacích bylo provedeno prostřednictvím dopravních modelů, popis jejich tvorby a výsledků dopravního modelování je součástí příloh A. Stanovení intenzit dopravy vycházelo z aktualizovaného dopravního modelu Jihomoravského kraje, který zahrnuje všechny úseky dálnic, silnic I. a II. třídy a většinu silnic III. třídy na území Jihomoravského kraje a dále základní komunikační síť města Brna. Rozsah dopravního modelu přesahující hranice kraje umožnil promítnout i zásadní změny v komunikačním systému České republiky do zatížení jeho sítě. Dopravní modely byly zpracovány na základě aktualizovaného dopravního modelu JMK (kalibrace s využitím výsledků CSD 2016, rozborů ASD a dopravních průzkumů). Samotné intenzity dopravy pro jednotlivé varianty byly pak v dopravním modelu určeny na základě matice mezioblastních vztahů s rozdělením podle kategorie vozidel. Při stanovení mezivjezdových vztahů v roce 00-2035 byl zohledněn rozdílný předpokládaný růst v rámci Jihomoravského kraje vzhledem k velikosti sídla i jeho vzdálenosti od krajského města.

Hodnoty intenzit dopravy na komunikační síti jsou v dopravním modelu reprezentované hodnotou RPDI (roční průměr denních intenzit). Pro potřeby výpočtu rozptylové studie byly údaje o intenzitách dopravy na jednotlivých komunikacích převzaty tak, jak byly uvedeny v poskytnutém dopravním modelu, a dále s nimi bylo pracováno tak, jak to vyžaduje emisní model MEFA a metodika SYMOS.

Pro výpočet emisí z motorových vozidel je v metodickém pokynu MŽP doporučeno použití programu MEFA, který umožňuje výpočet emisí pro všechny základní kategorie vozidel. Za tímto účelem by měla být použita vždy aktuální verze programu. Pro výpočet emisí z automobilové dopravy v řešeném území byl použit program MEFA 13 – modul Výpočet emisí a víceemisí z liniových zdrojů (z databáze), ve verzi 1.0.7. Model MEFA 13 vyčísluje emise z dopravy na základě soustavy rovnic, popisujících vzájemné vztahy mezi faktory ovlivňujícími výsledné množství emisí na konkrétním úseku komunikace. Celá soustava zahrnuje více než 800 funkcí vyjadřujících závislost emisí u jednotlivých druhů a kategorií vozidel na vstupních veličinách (sklon vozovky, rychlost jízdy, plynulost dopravy atd.). Při výpočtu jsou rozlišovány osobní automobily, lehká nákladní vozidla, těžká nákladní vozidla a autobusy, ale také tzv. emisní kategorie v rámci každé skupiny – konvenční vozidla (bez katalyzátoru), vozidla splňující jednotlivé emisní limity EURO. V rámci dané emisní kategorie dále zohledňuje model obměnu aut v průběhu let a stárnutí aut (opotřebením katalyzátoru spojené s určitým zhoršením emisních parametrů). Program MEFA 13 umožňuje výpočet emisí z běžného provozu a dalších emisích přímo souvisejících s provozem automobilové dopravy – např. emise z otěru brzd a pneumatik, z resuspenze prachu ležícího na vozovce aj.

Pro výpočet emisí z resuspenze lze kromě programu MEFA 13 využít i postup uvedený v Metodice pro výpočet emisí částic pocházejících z resuspenze ze silniční dopravy. Jedná se o aktualizovanou metodiku pro výpočet emisí z resuspenze, která upravuje a zpřesňuje dosavadní způsob výpočtu emisí z resuspenze. Množství emisí z resuspenze významně závisí na vstupní veličině sL definující množství částic menších než 75 µm usazených na povrchu vozovky. Nová metodika využívá k stanovení této veličiny kromě údajů o intenzitě dopravy rovněž koeficienty vyjadřující kombinaci typu (materiálu) a stavu (opotřebenosti) povrchu komunikace. Dále zahrnuje vliv rychlosti dopravního proudu a na rozdíl od dříve používané metodiky využívá odlišné odvození multiplikátoru pro zimní období.

Samotný výpočet emisí z liniových zdrojů byl proveden pro všechny hodnocené znečišťující látky. Údaje o intenzitách automobilové dopravy byly převzaty z dopravních modelů (viz přílohy A). Tyto údaje byly standardizovány do struktury potřebné pro emisní výpočet. Pro každou variantu dopravního modelu byla vytvořena samostatná síť komunikací,

kteřá zahrnuje dálnice, silnice I., II. a III. třídy a místní komunikace (sběrné, obslužné). Pro potřeby rozptylové studie byla každá dopravní síť dále rozdělena na menší úseky v souladu s metodikou SYMOS. Na základě kategorizace jednotlivých komunikačních úseků byly jednotlivým zdrojům přiřazeny další dopravněinženýrské údaje potřebné k výpočtu množství emisí, tj. rychlost a plynulost dopravního proudu.

Rychlost vozidel byla uvažována maximální povolená rychlost pro danou třídu a typ silnice. Použitý dopravní model nevyčleňuje samostatně kategorii lehkých nákladních vozidel a autobusů. Pro výpočet emisí z dopravy byla proto kategorie lehkých nákladních vozidel zahrnuta do kategorie osobních automobilů, kategorie autobusů do těžkých nákladních vozidel. Vytížení nákladních vozidel bylo uvažováno průměrně 50 %. Výpočet byl proveden pro rok 2020 (tzv. nulová varianta 00-2020), rok 2035 (tzv. nulová varianta 00-2035) a aktivní návrhové varianty. Klimatická charakteristika byla převzata z programu MEFA 13 pro lokalitu Brno. Pro výpočet emisí v programu MEFA 13 byly vstupní sítě komunikací rozděleny na dálnice a ostatní silnice. Pro obě kategorie pak byla použita příslušná předdefinovaná schémata vozového parku pro dálnice, resp. pro města a ostatní silnice.

Emise z automobilové dopravy byly vyčísleny pro jednotlivé komunikační úseky v součtu tzv. primárních emisí a emisí z resuspenze. Každému z liniových zdrojů byly pro potřeby imisního výpočtu přiřazeny prostorové souřadnice zdroje a množství celkových emisí na daném úseku. Prostorové rozložení emisí bylo do vstupních sestav pro imisní výpočty přiřazeno pomocí nástrojů GIS.

Do výpočtu rozptylové studie byly kromě výše jmenovaných standardně bilancovaných emisí ze stacionárních zdrojů a dopravy zahrnuty i jiné zdroje znečišťování ovzduší, které mohou mít významný vliv na imisní situaci v území. Z těchto zdrojů byly samostatně vyčísleny příspěvky větrné eroze na orné půdě, sekundární aerosoly a dálkový transport.

Údaje o příspěvcích větrné eroze na orné půdě k imisnímu zatížení území byly převzaty z dokumentu Rozptylová studie větrné eroze Jihomoravského kraje (Bucek s.r.o., 11/2014). Kvantifikace ztráty půdy větrnou erozí zde byla provedena metodou pro stanovení erozní ohroženosti dle Pasáka (Ochrana půdy před erozí, V. Pasák a kol., 1984), která využívá závislosti erodovatelnosti půdy na obsahu jílnatých částic. Tento výpočet byl proveden pro půdu definovanou v rámci databáze ZABAGED® jako typ orná půda. Informace o kategoriích zrnitosti půd v zájmovém území byly pro potřeby zpracování studie odvozeny z generalizovaných kartogramů zrnitosti a kategorizace zrnitosti půd v ČR (Analýza a kvantifikace větrné eroze ve vztahu na kvalitu ovzduší Jihomoravského kraje, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2012).

Výpočty ke stanovení potenciální i skutečné erodovatelnosti půdy větrem dle použité metody jsou založeny na předpokladu, že větrná eroze ohrožuje pouze půdy lehké a že vyšší obsah jílnatých částic přispívá k větší soudržnosti půdních agregátů, které se tak stávají odolné vůči mechanickým účinkům větru. Do výpočtu potenciálního erozního ohrožení nebyly uvažovány některé středně těžké až velmi těžké půdy. Výpočet dále vycházel z předpokladu, že k větrné erozi bude docházet v měsících březen až duben a září až listopad, kdy orná půda není chráněná vegetací a je dostatečně suchá. Za hraniční rychlost větru, při které bude docházet ke vznosu půdních částic, byla uvažována rychlost větru 5 m/s. Výpočet ztráty půdy byl proveden pro katastrální území se stupněm potenciální erozní ohroženosti 4–6. Celková ztráta půdy větrnou erozí byla ve výpočtu redukována s ohledem na předpokládaný ochranný účinek plodin v osevním postupu.

Tzv. sekundární aerosoly a dálkový transport vznikají chemickou transformací z plynných znečišťujících látek (prekurzorů) a jsou významnou složkou celkových koncentrací znečišťujících látek v ovzduší. Prekurzory sekundárních aerosolů jsou zejména oxidy síry a dusíku, amoniak a těkavé organické látky, výsledné částice pak mohou mít charakter sulfátů, nitrátů, amonných iontů a organických částic. Vzhledem k délce trvání chemických reakcí jsou pro sekundární aerosoly typické velmi dlouhé transportní dráhy a slabá či žádná prostorová vazba mezi místem emise prekurzorů a lokalitou, v níž se aerosoly ve výsledku projeví formou příspěvku k imisním koncentracím.

Data o imisním podílu sekundárních aerosolů poskytl ČHMÚ. Tato data jsou získávána na základě modelování emisních vstupů modelem CAMx (Ramboll Environ, 2016: CAMx, Comprehensive Air Quality Model with Extensions). Fotochemický model CAMx je eulerovský model určený pro hodnocení imisní zátěže v měřítku od lokálního po regionální. Součástí modelu je komplexní chemický model schopný pracovat s plynnými polutanty i s částicemi. Model je možno používat jak pro hodnocení vlivu jednotlivých zdrojů, tak pro výpočet imisní zátěže ve městě. Model pracuje na třídímním gridu a řeší rozptyl každého uvažovaného polutantu individuálně. Rovnice jsou řešeny numericky ve vertikálním systému sledujícím terén. Variantně je možno pro řadu metod využívat analytické metody. V modelu jsou zahrnuty jednak depoziční procesy na zemském povrchu a jednak vymývání polutantů z atmosféry. Poskytnutá data udávají průměrné roční koncentrace modelovaných znečišťujících látek v roce 2015.

Do výpočtu rozptylové studie byly pro varianty výhledového roku 00-2035 zahrnuty i emise z rozvojových ploch. Údaje o umístění, rozsahu a typu využití rozvojových ploch byly převzaty z územních plánů jednotlivých obcí řešeného území, které byly analyzovány v rámci 1. etapy Územní studie. Pro výpočet emisí z rozvojových ploch byly uvažovány pouze rozvojové plochy rezidenční a plochy určené pro výrobu, skladování, těžbu a technickou vybavenost.

Uvažované emise z rezidenčních rozvojových ploch vycházejí ze stávající a výhledové emisní bilance malých zdrojů (lokální topeniště) evidované ČHMÚ a koeficientů předpokládané změny struktury zdrojů tepla podle Územní energetické koncepce statutárního města Brna (Teplárny Brno a.s., Tenza a.s., 07/2018).

Pro výpočet emisí z rozvojových ploch určených pro výrobu, skladování, těžbu a technickou vybavenost byly použity průměrné emisní faktory spočteny následujícím způsobem. Emise pro průmyslové plochy byly spočteny na základě celkových emisí z největší brněnské průmyslové zóny na Černovické terase přepočtených na plochu (km<sup>2</sup>). Celkové emise z této referenční průmyslové zóny byly uvažovány jako součet emisí z evidovaných stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší, mobilních zdrojů znečišťování ovzduší a emisí z vytápění. U rozvojových ploch pro těžbu nerostů byly použity emisní faktory pro těžbu surovin stanovené MŽP doplněné o fugitivní emise na základě měření fugitivních emisí z tohoto typu zdrojů znečišťování ovzduší. Emise pro jednotlivé rozvojové plochy jsou pak dány jako násobek vypočteného emisního faktoru a rozlohy dané rozvojové plochy.

Rozvojové plochy obcí byly do rozptylové studie zahrnuty jako plošné zdroje znečišťování ovzduší. Emise byly rozpočteny pro pravidelnou čtvercovou síť s rozměrem 100 x 100 m v poměru odpovídajícím úměrně zasaženosti daného čtverce rozvojovou plochou.

### **E.2.3. KALIBRAČNÍ MĚŘENÍ STÁVAJÍCÍ AKUSTICKÉ SITUACE**

#### **E.2.3.1. Hluková studie**

Důležitou součástí modelace hlukové zátěže v zájmovém území byla i měření stávající akustické situace dopravy (nulový stav 00-2020), která byla využita pro následnou kalibraci a zpřesnění vypočtených výsledků. Celkově bylo těchto měření provedeno 72 v denní i noční době u 36 budov plnicích funkci bydlení. Měření se odehrávala nejméně po dobu jedné hodiny v chráněném venkovním prostoru staveb, přičemž byl mikrofon umístěn 2 metry od fasády a 4 metry nad úroveň terénu. Mikrofon směřoval vždy ke zdroji hluku – dané komunikaci. Jeho parametry jsou zaneseny v tab. E3.

Terénní práce probíhaly během měsíců březen, duben a květen.

Z prostorového hlediska byla provedena měření v obcích či městských částí zanesených v tab. E2.

Obec, městská část	Počet měření
Bosonohy	4
Bystrc	4
Čebín	2
Černovice	2
Drásov	6
Hvozdec	2
Jinačovice	4
Kníničky	8
Kuřim	8
Moravské Knínice	2
Nuzířov	4
Ostopovice	2
Ostrovačice	4
Rozdrojovice	2
Troubsko	4
Starý Lískovec	4
Veverská Bítýška	4
Veverské Knínice	2
Žebětín	2
Židenice	2

Tab. E2: Přehled jednotlivých měření stávající akustické situace v zájmovém území

Typ/model	Výrobní číslo	Třída přes.	Ověření/ kalibrace	Justace před měřením	Justace po měření
Zvukoměr	45267	1			
Mikrofon	42898	-			
Mikrofonní kabel	SC93/5	-		-	-
Kryt proti větru	-	-		-	-
Kalibrátor SV30A	52034	-		-	-
Teploměr-vlhkoměr GFTB 200	34903066	-		-	-
Měřič vzdálenosti	-	-		-	-

Tab. E3: Parametry přístrojové techniky a příslušenství

Informace, parametry a výsledky jednotlivých měření jsou přílohou Hlukové studie (viz Přílohy E.1 Územní studie).

### E.2.3.2. Rozptylová studie

Hodnocení stávajícího imisního zatížení bylo provedeno v souladu s § 11 zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů, na základě map klouzavých pětiletých průměrů imisních koncentrací. Toto hodnocení bylo doplněno o vyhodnocení dat Automatizovaného imisního monitoringu (AIM) a oblastí s překročením imisních limitů vymezené ČHMÚ. Hodnocení stávajícího imisního zatížení území na základě výše uvedených podkladů, včetně grafických a tabelárních výstupů, je součástí rozptylové studie. Toto vyhodnocení dále také slouží pro kalibraci výpočtového modelu.

## E.2.4. POUŽITÉ PODKLADY

Nad rámec podkladů uvedených v kap. A této Územní studie byly pro porovnání variant dálniční a silniční z hlediska hluku a rozptylu využity níže uvedené podklady.

### E.2.4.1. Hluková studie

- Podklady pro navrhování a posuzování průmyslových staveb – VÚPS Praha 1985;
- Stavební fyzika. Akustika stavebních konstrukcí. – ČVUT Praha 1997;
- Hluk a vibrace. Měření a hodnocení. – Sdělovací technika, Praha 1998;
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů;
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací;
- Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů;
- ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky;
- Hluk v životním prostředí 2005 – Planeta č. 2/2005;
- Výpočet hluku z automobilové dopravy. Manuál 2011 (RNDr. Miloš Liberko, Ing. Libor Ládyš).

### E.2.4.2. Rozptylová studie

- Rozptylová studie větrné eroze Jihomoravského kraje (Bucek s.r.o., 11/2014);
- Územní energetická koncepce statutárního města Brna (Teplárny Brno a.s., Tenza a.s., 07/2018);
- Ochrana půdy před erozí (V. Pasák a kol., 1984);
- Analýza a kvantifikace větrné eroze ve vztahu na kvalitu ovzduší Jihomoravského kraje (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2012);
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů; Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů;
- Metodická příručka: SYMOS'97 – Systém modelování stacionárních zdrojů Praha 1998, aktualizace únor 2014;
- Sdělení odboru ochrany ovzduší ke způsobu výpočtu očekávaných efektů při náhradě stávajících kotlů v rodinných domech moderními zdroji vytápění pro účely zpracování analýzy proveditelnosti k žádostem krajů v rámci Specifického cíle 2.1 Prioritní osy 2 Operačního programu Životní prostředí 2014-2020;
- data AIM ([www.chmu.cz](http://www.chmu.cz));
- mapové podklady, výkresová dokumentace;
- Ramboll Environ, 2016: CAMx, Comprehensive Air Quality Model with Extensions.

## E.2.5. HYGIENICKÉ LIMITY

### E.2.5.1. Hluková studie

Hygienické limity hluku stanovuje příslušný prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb., kterým je nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, následovně:

§ 12 - Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru.

- § 12 odst. (1) - Určujícím ukazatelem hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, je ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  a odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ).vv.
- § 12 odst. (3) - Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$ , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době, které jsou uvedeny v tabulce č. 1 části A přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, dráhách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB.

Provoz předmětného záměru bude z hlediska citovaných ustanovení platného pro hluk z provozu dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, lze hygienický limit hluku stanovit následovně:

Hygienický limit hluku (v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$  + korekce dle části A přílohy č. 3 nařízení vlády č. 272/2011 Sb.) – Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor (korekce +10 dB):

Denní doba (6.00 až 22.00 h)  $L_{Aeq,16h} = 60$  dB

Noční doba (22.00 až 6.00 h)  $L_{Aeq,8h} = 50$  dB pro chráněný venkovní prostor staveb

$L_{Aeq,8h} = 60$  dB pro chráněný venkovní prostor

**Chráněným venkovním prostorem staveb** se rozumí prostor 2 metry okolo obytných domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu a pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb.

Pouze u těchto staveb dochází k posuzování plnění stanovených hygienických limitů. Nově vybudované stavby jsou povolovány na základě plnění hygienických limitů v dané oblasti. Lidé, kteří se v budoucnu rozhodnou vybudovat své nemovitosti v řešeném území, budou muset své nemovitosti umísťovat do oblastí nezasazených hlukem, jak stanovují zákonné limity.

**Pro tento typ hlukové studie je však poměrně komplikované stanovit obecně platnou a naprosto jednotnou hodnotu limitu, protože je zde možné uvažovat o použití různých limitních hodnot v závislosti na typu dané komunikace, popřípadě zohlednění ČOP či staré hlukové zátěže. Proto v hlukové studii spíše používáme termín „ekvivalentní hladina akustického tlaku na úrovni 60 dB v denní době a 50 dB v noční době“ a nenazýváme jí přímo hlukovým limitem. U tohoto typu studie se jedná spíše o izofonu oddělující silně zasažené území vznikající hlukovou zátěží.**

#### E.2.5.2. Rozptylová studie

Imisní limity jsou dané přílohou č. 1 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, který byl zpracován na základě příslušných direktiv EU. Všechny uvedené přípustné úrovně znečištění ovzduší pro plynné znečišťující látky se vztahují na standardní podmínky (objem přepočtený na teplotu 293,15 K a normální tlak 101,325 kPa). U všech přípustných úrovní znečištění ovzduší se jedná o aritmetické průměry. Přehled imisních limitů pro všechny znečišťující látky, platných podle stávající legislativy je uveden níže. Od 1.1.2020 nabude platnost novela zákona č. 369/2016 Sb., která upravuje imisní limit pro průměrné roční koncentrace  $PM_{2,5}$  na úroveň 20  $\mu g/m^3$ .



Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g.m}^{-3}$	24
Oxid siřičitý	24 hodin	125 $\mu\text{g.m}^{-3}$	3
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g.m}^{-3}$	18
Oxid dusičitý	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$	-
Oxid uhelnatý	max. denní osmihodinový průměr <sup>(1)</sup>	10 $\text{mg.m}^{-3}$	-
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g.m}^{-3}$	-
PM <sub>10</sub>	24 hodin	50 $\mu\text{g.m}^{-3}$	35
PM <sub>10</sub>	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$	-
PM <sub>2,5</sub>	1 kalendářní rok	25 $\mu\text{g.m}^{-3}$	-
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g.m}^{-3}$	-

Tab. E4 Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a přípustné četnosti jejich překročení

Poznámka:

- (1) Maximální denní osmihodinová průměrná koncentrace se stanoví posouzením osmihodinových klouzavých průměrů počítaných z hodinových údajů a aktualizovaných každou hodinu. Každý osmihodinový průměr se přiřadí ke dni, ve kterém končí, tj. první výpočet je proveden z hodinových koncentrací během periody 17:00 předešlého dne a 01:00 daného dne. Poslední výpočet pro daný den se provede pro periodu od 16:00 do 24:00.

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit
Oxid siřičitý	kalendářní rok a zimní období (1. října – 31. března)	20 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Oxidy dusíku <sup>(1)</sup>	1 kalendářní rok	30 $\mu\text{g.m}^{-3}$

Tab. E5 Imisní limity vyhlášené pro ochranu ekosystémů a vegetace

Poznámka:

- (1) Součet objemových poměrů (ppbv) oxidu dusnatého a oxidu dusičitého vyjádřený v jednotkách hmotnostní koncentrace oxidu dusičitého.

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit
Arsen	1 kalendářní rok	6 $\text{ng.m}^{-3}$
Kadmium	1 kalendářní rok	5 $\text{ng.m}^{-3}$
Nikl	1 kalendářní rok	20 $\text{ng.m}^{-3}$
Benzo(a)pyren	1 kalendářní rok	1 $\text{ng.m}^{-3}$

Tab. E6 imisní limity pro troposférický ozon

Účel vyhlášení	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Ochrana zdraví lidí <sup>(1)</sup>	max. denní osmihodinový průměr <sup>(2)</sup>	120 $\mu\text{g.m}^{-3}$	25 <sup>(3)</sup>
Ochrana vegetace <sup>(4)</sup>	AOT40 <sup>(5)</sup>	18000 $\mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$ <sup>(6)</sup>	0

Tab. E7 Imisní limity pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM<sub>10</sub> vyhlášené pro ochranu zdraví lidí

Poznámky:

- (1) Plnění imisního limitu se vyhodnocuje na základě průměru za 3 kalendářní roky;
- (2) Maximální denní osmihodinová průměrná koncentrace se stanoví posouzením osmihodinových klouzavých průměrů počítaných z hodinových údajů a aktualizovaných každou hodinu. Každý osmihodinový průměr je přiřazen dni, ve kterém končí, tj. první výpočet je proveden z hodinových koncentrací během periody 17:00 předešlého dne a 01:00 daného dne. Poslední výpočet pro daný den se provede pro periodu od 16:00 do 24:00 hodin;
- (3) V případě dodržení imisního limitu při maximálním počtu překročení v zóně nebo aglomeraci je třeba usilovat o dosažení nulového počtu překročení;
- (4) Plnění imisního limitu se vyhodnocuje na základě průměru za 5 kalendářních let;
- (5) Pro účely tohoto zákona AOT40 znamená součet rozdílů mezi hodinovou koncentrací větší než 80  $\mu\text{g.m}^{-3}$  (=40 ppb) a hodnotou 80  $\mu\text{g.m}^{-3}$  v dané periodě užitím pouze hodinových hodnot změřených každý den mezi 08:00 a 20:00 SEČ, vypočtený z hodinových hodnot v letním období (1. května – 31. července);
- (6) V případě dodržení imisního limitu v zóně nebo aglomeraci ve výši 18000  $\mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$  je třeba usilovat o dosažení imisního limitu ve výši 6000  $\mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$ .

## E.2.6. MODELOVÁNÍ HLUKOVÉ ZÁTĚŽE DOPRAVY

### E.2.6.1. Hluková studie

Modelování hlukové zátěže dopravy bylo provedeno na vytvořeném 3D modelu celého zájmového území v softwaru LimA. Vzhledem k limitům využívaného softwaru nemohl být výpočet hlukové zátěže dané varianty proveden na celistvém území, nýbrž byla celá oblast rozdělena do menších územních celků obsahujících méně než 1 800 budov (celkově bylo těchto území 96). Pro kontinuitu výsledků byly tyto menší územní celky vytvořeny se vzájemným překryvem 200 m. Tato hodnota se ukázala jako dostačující k eliminování případných skokových hodnot hraničních výpočtů.

Výpočty hlukové zátěže byly vytvořeny pro denní (od 6:00 do 22:00) i noční dobu (od 22:00 do 6:00). Intenzity celkové dopravy během 24 hodin byly přepočteny mezi denní a noční dobu. Doprava během denní doby tvoří 96 % veškeré 24hodinové dopravy a na noční dopravu připadají zbývající 4 %. Výpočty byly vzhledem k objemu dat provedeny do vzdálenosti 400 m od silniční komunikace. V této vzdálenosti již zpravidla nedochází k překročení stanovených limitů pro chráněný venkovní prostor staveb.

Výsledky byly ze softwaru LimA získány v podobě mračna bodů nesoucí informaci o hlukové zátěži konkrétního místa – bodu zájmového území. Následně byly jednotlivé části těchto mračen spojeny do souvislého území pokrývající celou dopravní síť dané varianty. Celkově se pohybuje počet vytvořených bodů jedné varianty v řádu milionů.

Z výpočtových bodů byly v hlukové studii vygenerovány v prostředí ArcGIS tzv. rastry. Rastry jsou grafické výstupy studií, kde každý pixel nese hodnotu koncentrace, či akustického tlaku. Tyto pixely jsou v obrázcích v pravidelné čtvercové síti a definují území o straně čtverce 5 metrů.

Tyto pixely byly poté připojeny k vrstvě budov nacházející se v daném území. Pro každou budovu bylo známo její umístění výška a případně počet bytů nacházející se v budově v případě, že budova je obytná. Podle počtu bytů byl dopočítán počet obyvatel v dané budově a posléze celkové počty obyvatel v obcích, případně městských částech.

Rastry byly vytvořeny interpolační metodou *kriging* v kroku 5 metrů. Vzhledem k objemu dat a poměrně značné rozlohy území byly tyto výpočty velmi časově i výpočetně náročné (výpočet jednoho surového rastru trvá přibližně týden). Pro každou variantu byly výpočty provedeny pro denní i noční dobu (celkově bylo provedeno 34 výpočtů, které částečně mohly probíhat současně).

Metoda *kriging* je považována za jednu z nejpřesnějších lineárních předpovědí střední hodnoty, přičemž výsledkem modelu není hladký povrch. Model je vhodný pro využití v případě předpokladu vztahu mezi daty nejčastěji určeného vzdáleností nebo směrem, čemuž odpovídá šíření hluku ze zdrojové oblasti. Při výpočtu byla využita ordinární metoda a sférický model semivariogramu.

Základní rovnice výpočtu:

$$Z_1(s_1) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

Kde  $Z(s_i)$  je měřená hodnota v  $i$ -tém bodě,  $\lambda_i$  je neznámá váha pro měřenou hodnotu v  $i$ -tém bodě,  $s_0$  je predikovaná poloha a  $N$  je počet měřených hodnot.

V dalším kroku byly výsledné rastry upraveny pomocí kalibračních měření v oblasti, která umožnila modelové výsledky co nejvíce zpřesnit na reálnou stávající situaci hlukové zátěže dopravy v zájmovém území. Rozdíly vypočtených hodnot hlukové zátěže jednotlivých dopravních modelů a reálně naměřených hodnot akustické situace se po kalibraci liší do rozmezí  $\pm 2$  dB.

Tímto způsobem vznikl soubor v prostředí ArcGIS, kde pro každou budovu v hodnoceném území byl znám způsob využití (obytná budova, polyfunkční budova a ostatní), dopočítán počet obyvatel a přiřazena hodnota akustických tlaků.

### E.2.6.2. Rozptylová studie

Výpočet krátkodobých i průměrným ročních koncentrací znečišťujících látek a doby překročení zvolených hraničních koncentrací byl proveden podle metodiky „SYMOS 97“ (Systém modelování stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší SYMOS 97 – verze 2013), která byla vydána MŽP ČR v r. 1988.

Tato metodika je založena na předpokladu gaussovského profilu koncentrací na průřezu kouřové vlečky. Umožňuje počítat krátkodobé i roční průměrné koncentrace znečišťujících látek v síti referenčních bodů, dále doby překročení zvolených hraničních koncentrací (např. imisních limitů a jejich násobků) za rok, podíly jednotlivých zdrojů nebo skupin zdrojů na roční průměrné koncentraci v daném místě a maximální dosažitelné koncentrace a podmínky (třída stability ovzduší, směr a rychlost větru), za kterých se mohou vyskytovat. Metodika zahrnuje korekce na vertikální členitost terénu, počítá se stáčením a zvyšováním rychlosti větru s výškou a při výpočtu průměrných koncentrací a doby překročení hraničních koncentrací bere v úvahu rozložení četností směru a rychlosti větru. Výpočty se provádějí pro 5 tříd stability atmosféry (tj. 5 tříd schopnosti atmosféry rozptylovat příměsi) a 3 tříd rychlosti větru.

Třída stability	Rozptylové podmínky	Výskyt tříd rychlosti větru (m/s)
I	silné inverze, velmi špatný rozptyl	1,7
II	inverze, špatný rozptyl	1,7 5
III	slabé inverze nebo malý vertikální gradient teploty, mírně zhoršené rozptylové podmínky	1,7 5 11
IV	normální stav atmosféry, dobrý rozptyl	1,7 5 11
V	labilní teplotní zvrstvení, rychlý rozptyl	1,7 5

Tab. E8 Charakteristika tříd stability a výskyt tříd rychlosti větru

Termická stabilita ovzduší souvisí se změnami teploty vzduchu s výškou nad zemí. Vzáůstá-li teplota s výškou, těžší studený vzduch zůstává v nižších vrstvách atmosféry a tento fakt vede k útlumu vertikálních pohybů v ovzduší a tím i k nedostatečnému rozptylu znečišťujících látek. To je právě případ inverzí, při kterých jsou rozptylové podmínky popsané pomocí tříd stability I a II.

Inverze se vyskytují převážně v zimním poloovině roku, kdy se zemský povrch intenzivně vychlazuje a ochlazuje přízemní vrstvu ovzduší. V důsledku nedostatečného slunečního záření mohou trvat i nepřetržitě mnoho dní za sebou. V letní poloovině roku, kdy je příkon slunečního záření vysoký, se inverze obvykle vyskytují pouze v ranních hodinách před východem slunce.

Výskyt inverzí je dále omezen pouze na dobu s menší rychlostí větru. Silný vítr vede k velké mechanické turbulenci v ovzduší, která má za následek normální pokles teploty s výškou, a tedy rozrušení inverzí. Silné inverze (třída stability I) se vyskytují jen do rychlosti větru 2 m/s, běžné inverze (tříd stability II) do rychlosti větru 5 m/s.

Běžně se vyskytující rozptylové podmínky představují třídy stability III a IV, kdy dochází buď k nulovému (III. třída), nebo mírnému (IV. třída) poklesu teploty s výškou. Mohou se vyskytovat za jakékoli rychlosti větru, při silném větru obvykle nastávají podmínky ve IV. třídě stability.

V. třída stability popisuje rozptylové podmínky při silném poklesu teploty s výškou. Za těchto situací dochází k silnému vertikálnímu promíchávání v atmosféře, protože lehčí teplý vzduch směřuje od země vzhůru a těžší studený klesá k zemi, což vede k rychlému rozptylu znečišťujících látek. Výskyt těchto podmínek je omezen na letní půlrok

a slunečná odpoledne, kdy v důsledku přehřátého zemského povrchu se silně zahřívá i přízemní vrstva ovzduší. Ze stejného důvodu jako u inverzí se tyto rozptylové podmínky nevyskytují při rychlostech větru nad 5 m/s.

Metodika SYMOS'97 však musela být oproti původní verzi upravena. V souvislosti se vstupem ČR do EU se legislativa v oboru životního prostředí přizpůsobuje platným evropským předpisům, a proto v ní vznikají změny, na které musí reagovat i metodika výpočtu znečištění ovzduší, má-li vést i nadále k výsledkům snadno použitelným v běžné praxi. Tyto změny zahrnují např.:

- stanovení imisních limitů pro některé znečišťující látky jako hodinových průměrných hodnot koncentrací nebo 8hodinových průměrných hodnot (dříve 0,5hodinové hodnoty)
- stanovení imisních limitů pro některé znečišťující látky jako denních průměrných hodnot koncentrací;
- hodnocení znečištění ovzduší oxidy dusíku také z hlediska NO<sub>2</sub> (dříve pouze NO<sub>x</sub>).

Změna průměrovací doby se promítla do změny rozptylových parametrů  $\sigma_y$  a  $\sigma_z$  (viz Metodika, kap. E.3.2.5.1.) tak, aby popisovaly rozptyl znečišťujících látek v delším časovém intervalu. Pro NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, prach (PM<sub>10</sub>) a SO<sub>2</sub> jsou jako krátkodobé koncentrace počítané 1hodinové průměrné hodnoty, pro CO jsou počítané 8hodinové průměrné hodnoty. Znečištění ovzduší oxidy dusíku se podle dosavadní praxe hodnotilo pomocí sumy oxidů dusíku ozn. NO<sub>x</sub>. Pro tuto sumu byl stanoven imisní limit a zároveň jako NO<sub>x</sub> byly (a dodnes jsou) udávány nejen emise oxidů dusíku, ale i emisní faktory z průmyslu, energetiky i z dopravy. Suma NO<sub>x</sub> je přitom tvořena zejména dvěma složkami, a to NO a NO<sub>2</sub>. Nová legislativa ponechává imisní limit pro NO<sub>x</sub> ve vztahu k ochraně ekosystémů, ale zavádí nově imisní limit pro NO<sub>2</sub> ve vztahu k ochraně zdraví lidí, zřejmě proto, že pro člověka je NO<sub>2</sub> mnohem toxičtější než NO.

Ze zdrojů oxidů dusíku (zejména při spalovacích procesech) je společně s horkými spalinami emitován převážně NO, který teprve pod vlivem slunečního záření a ozónu oxiduje na NO<sub>2</sub>, přičemž rychlost této reakce značně závisí na okolních podmínkách v atmosféře. Protože vstupem do výpočtu zůstaly emise NO<sub>x</sub>, bylo nutné upravit výpočet tak, aby jednak poskytoval hodnoty koncentrací NO<sub>2</sub> a jednak zahrnoval rychlost konverze NO na NO<sub>2</sub> v závislosti na rozptylových podmínkách.

Výsledkem rozptylové studie je soubor výpočtových bodů pro které byly spočítány koncentrace jednotlivých škodlivin. Soubor výpočtových bodů v případě rozptylové studie byl stanoven následovně:

Pro potřeby modelových výpočtů byla vytvořena základní síť výpočtových bodů. Tato síť je tvořena mimo souvislé zastavěné území pravidelnou sítí bodů s krokem 200 m, v oblastech souvislého zastavěného území obcí byla uvažována zhuštěná základní síť výpočtových bodů s krokem 50 m. Základní síť referenčních bodů obsahuje celkem 108 916 bodů.

Pro výpočet imisních příspěvků z automobilové dopravy byla základní síť výpočtových bodů dále doplněna o síť bodů podél dotčených komunikací ve vzdálenosti 25 m a 50 m od osy komunikace.

Z výpočtových bodů byly z výsledků vygenerovány v prostředí ArcGIS tzv. rastry. Rastry jsou grafické výstupy studií, kde každý pixel nese hodnotu koncentrace. Tyto pixely jsou v obrázcích v pravidelné čtvercové síti a definují území o straně čtverce 5 metrů.

Tyto pixely byly poté připojeny k vrstvě budov nacházející se v daném území. Pro každou budovu bylo známo její umístění výška a případně počet bytů nacházející se v budově v případě, že budova je obytná. Podle počtu bytů byl dopočítán počet obyvatel v dané budově a posléze celkové počty obyvatel v obcích, případně městských částech.

Tímto způsobem vzniknul soubor v prostředí ArcGIS, kde pro každou budovu v hodnoceném území byl znám způsob využití (obytná budova, polyfunkční budova a ostatní), dopočítán počet obyvatel a přiřazena hodnota koncentrace jednotlivých škodlivin.

## E.2.7. ANALÝZA VÝSLEDKŮ MODELOVÁNÍ

### E.2.7.1. Hluková studie

Hluková studie vychází především z výsledků modelování 2 nulových stavů a 15 variant dálniční a silniční sítě. Analýza výsledků byla prováděna zejména na základě srovnání nulových stavů (stávající stav dopravní sítě 00-2020 a 00-2035) s 15 navrženými variantami. Následně na základě těchto srovnání bylo přistoupeno k výslednému porovnání 15 variant s cílem vybrat variantu s nejnižší novou akustickou zátěží chráněného venkovního prostoru staveb a zároveň takovou variantu, která přinese nejvýznamnější zlepšení stávající hlukové zátěže v oblasti.

Vyhodnoceny tak byly změny impaktu hlukové zátěže nejen v okolí nově vybudovaných komunikací dané aktivní varianty, ale i ve stávající zástavbě sídel. Výsledky byly vztaženy k chráněnému venkovnímu prostoru staveb, tedy staveb plnicích funkcí bydlení, vzdělávání a zdravotní péče (viz kap. E.2.5. Hygienické limity), s ohledem na ekvivalentní hladiny akustického tlaku na úrovni 60 dB v denní době a 50 dB v noční době.

Výsledné hodnoty hlukové zátěže denní a noční doby byly vyneseny do rastrů, z nichž byly tyto hodnoty přiřazeny k jednotlivým budovám. Hodnoty byly přiděleny na základě nejvyšší – maximální velikosti hlukové zátěže pixelu, který protíná danou stavbu. Následně byly tyto hodnoty porovnány mezi nulovým stavem 00-2035 a zvolenou variantou. Ze souboru budov byly zvláště vyselektovány stavby, u kterých po realizaci záměru dojde k překročení ekvivalentní hladiny akustického tlaku na úrovni 60 dB v denní době a 50 dB v noční době. Těmito postupy byla vytvořena konfliktní území, ve kterých by docházelo realizací záměru dané varianty k nedodržování stanovených limitů hlukové zátěže v souladu s nařízením vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů. Výsledky jsou však posuzovány k modelu, který byl vytvořen bez uvažovaných protihlukových opatření.

Tento krok si opět žádal značný časový úsek, vzhledem k množství variant, které byly zpracovávány. Porovnání bylo prováděno především pomocí vhodně zvolených funkcí nabízených programem Excel.

Jako další způsob porovnání nulových variant s aktivními byly zvoleny rozdílové rastry. Raster hlukové zátěže nulové varianty byl odečten od rastru aktivní varianty, díky čemuž je možné pozorovat úseky, kde dochází ke zlepšení stávající situace a naopak lokality, kde dochází ke zhoršení současného stavu. Zvýšení hlukové zátěže v určité oblasti však nemusí znamenat překročení platných hygienických limitů. Pouze se v této konkrétní lokalitě objevil nový zdroj hluku. Hodnoty rozdílových rastrů byly opět vztaženy k budovám dané obce a následně byla vypočtena procenta zástavby, kde dojde po realizaci záměru ke zlepšení, zhoršení nebo bude stav hlukové zátěže vyrovnán. Za budovy s vyrovnaným stavem byly považovány takové, kde došlo ke zlepšení či potažmo zhoršení (x) v rozmezí  $x \geq -1$  dB a zároveň  $x \leq 1$  dB. Opět bylo toto statistické vyhodnocení provedeno především na platformě programu Excel.

Tento způsob vyhodnocení byl proveden pro každou obec a městskou část (v případě Brna) dotčenou navrhovaným záměrem varianty. Celkově je těchto lokalit v řešeném území 139, což vyžadovalo opět velkou časovou dotaci pro řešení této části úkolu. Výsledky byly podpořeny i grafickou prezentací, v podobě mapových podkladů. Pro každou obec a městskou část řešeného území byla vytvořena série map ilustrující hlukovou zátěž jednotlivých variant v porovnání s nulovým stavem. Rozlišena byla dále denní a noční doba hlukové zátěže. Pro každou obec tak byl vytvořen mapový podklad zobrazující výsledky dané aktivní varianty vícero mapovými okny (hluková zátěž nulového stavu 00-2035; hluková zátěž varianty; rozdílový rastr hlukové zátěže nulového stavu 00-2035 a varianty). Celkově je jedna konkrétní obec nebo městská část z pohledu hlukové studie vyobrazena 30x (15 variant v denní a noční době).

Export těchto map se ukázal jako další časově náročný krok, který vyžadoval i vysoké požadavky na přesnost samotného mapovatele. Celkově bylo vyexportováno 4170 map zachycujících konkrétní situaci dopravních variant v obcích řešeného území. Ty jsou přílohou Hlukové studie (viz Příloha E.1.4 Územní studie).

Mapy vhodným způsobem reprezentují rozdíly mezi stávající dopravní situací a navrhovaným záměrem konkrétní aktivní varianty. Avšak je nutné připomenout skutečnost, že výpočty modelu hlukové zátěže byly provedeny pouze do vzdálenosti 400 m od komunikace a ve větší vzdálenostech nejsou tyto výsledky platné.

#### E.2.7.2. Rozptylová studie

Výsledky rozptylové studie vychází z provedení modelování imisního zatížení řešeného území. Výpočet rozptylové studie byl proveden pro celkem 15 návrhových variant dálniční a silniční sítě v řešeném území ve výhledovém roce 2035 a 2 tzv. nulové stavy pro roky 00-2020 a 00-2035. Do modelování byly zahrnuty kromě dopravy (jako liniového zdroje znečišťování ovzduší) i ostatní zdroje znečišťování ovzduší, tj. bodové a plošné zdroje znečišťování ovzduší, které mohou mít vliv na celkové imisní zatížení oblasti.

Emise z automobilové dopravy byly počítány na základě intenzit dopravy uvedených v dopravním modelu zpracovaném v rámci řešené Územní studie. Do výpočtu emisí z dopravy vstupovaly intenzity dopravy na jednotlivých komunikacích další potřebné dopravněinženýrské údaje. Zahrnuta byla rovněž prognóza obměny vozového parku v ČR.

Výstupy z modelového výpočtu byly hodnoceny samostatně pro každou variantu a obec i společně porovnáním jednotlivých variant v celém řešeném území. Výstupy rozptylové studie jsou tak členěny do několika částí:

- hodnocení imisních příspěvků zdrojů v celém řešeném území;
- hodnocení rozdílů imisních příspěvků návrhových variant a nulové varianty v celém řešeném území;
- hodnocení rozdílů imisních příspěvků návrhových variant a nulové varianty pro jednotlivé obce;
- hodnocení imisní příspěvky zdrojů znečišťování ovzduší pro jednotlivé obce;
- hodnocení podílů skupin zdrojů znečišťování ovzduší na imisním zatížení.

Imisní příspěvky zdrojů znečišťování ovzduší jsou dány součtem imisních příspěvků pro jednotlivé skupiny zdrojů. Rozdíl imisních příspěvků návrhových variant a nulových stavů byl vypočten jako rozdíl vypočtených imisních příspěvků v příslušné návrhové variantě a nulového stavu 00-2035.

Pro hodnocení výstupů rozptylové studie byla zvolena grafická, tabelární i textová forma. Grafické výstupy tvoří mapy pro jednotlivé varianty a hodnocené znečišťující látky pro každý z výše uvedených způsobů hodnocení. Celkem se tak jedná o cca 13 500 map. V tabelární formě je pak uveden přehled minimálních, maximálních a průměrných vypočtených celkových imisních příspěvků na území každé obce. V tabulce výstupů imisního modelování jsou dále doplněny údaje o průměrném podílu dopravy na imisním zatížení dané obce a podíl zastavěné plochy budov, u které by realizací záměru dané varianty došlo k nárůstu nebo poklesu imisního zatížení o více než 1 % imisního limitu. Maximální vypočtené imisní příspěvky přitom ne vždy prostorově odpovídají umístění budov, u kterých dojde k nárůstu imisního zatížení. Podíl skupin zdrojů znečišťování ovzduší na imisním zatížení je zobrazen v grafech průměrných podílů skupin zdrojů na území obce. Tyto grafy byly zpracovány pro všechny varianty a hodnocené látky s dobou průměrování 1 kalendářní rok. Mapy, tabulky a grafy jsou přílohou Rozptylové studie (viz Příloha E.2 Územní studie).

### E.3. POROVNÁNÍ VARIANT

#### E.3.1. HLUKOVÁ STUDIE

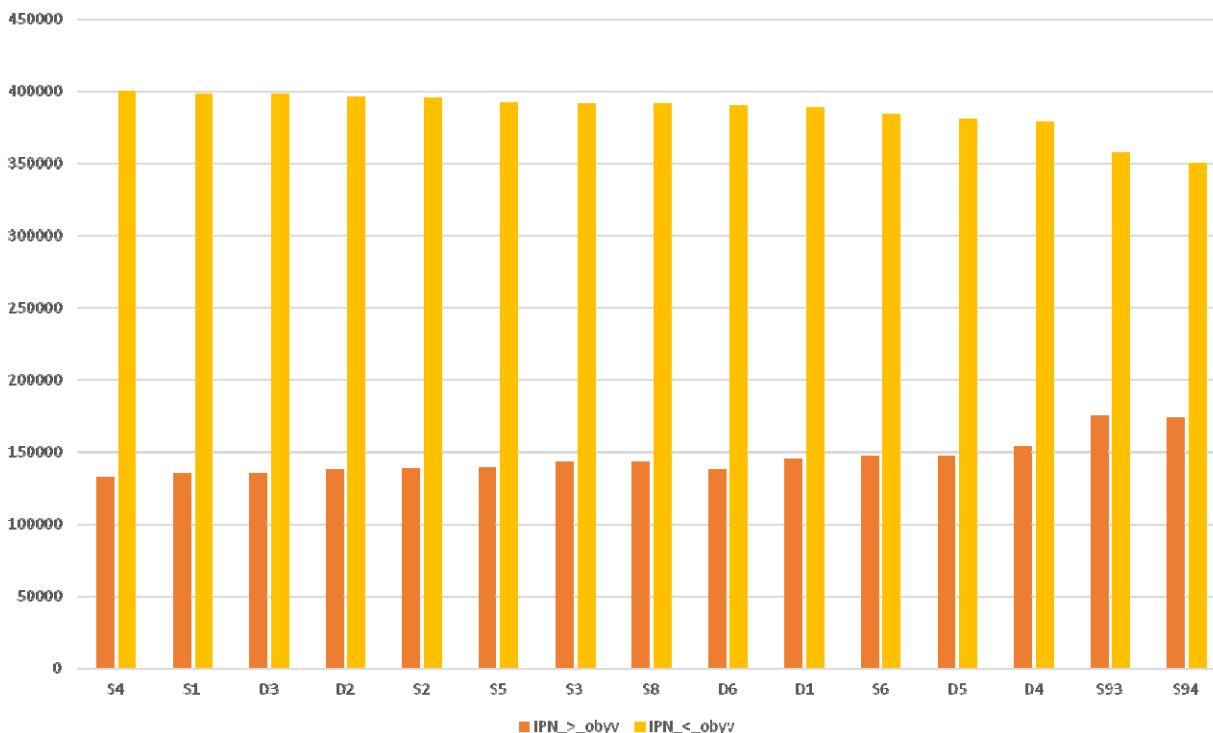
Vyhodnocení výstupů modelování hlukové zátěže v řešeném území vymezeném v rámci Územní studie je pro jednotlivé varianty uvedeno v hlukové studii (viz Příloha E.1 Územní studie).

Hluková studie přináší značně konkrétní pohled na potencionálně vzniklou hlukovou zátěž po realizaci záměru každé varianty (celkově 15 variant). Jednotlivé varianty se od sebe liší kombinací variantních prvků, které byly zvolené v konkrétním dopravním modelu. Výsledky variant byly poté posouzeny a porovnány vůči nulovým stavům. Především bylo vytvořeno srovnání s nulovým stavem 00-2035, který počítá se zvýšením intenzit dopravy k roku 2035, ale zároveň nedojde k tomuto datu v řešeném území k realizaci žádných nových komunikací.

Výsledky byly vytvořeny na základně platných právních předpisů, směrnic a doporučení a byly srovnány vůči ekvivalentní hladině akustického tlaku na úrovni 60 dB v denní době a 50 dB v noční době a následně přepočítány na počty obyvatel.

V hodnoceném území žije cca 560 000 obyvatel, pro které bylo výše popsáním způsobem definováno zatížení hlukem.

Příklad celkového zhodnocení lze vyjádřit následujícím grafem:



Obr. E2 Srovnání variant na základě počtu obyvatel, u kterých dojde k nárůstu (červený sloupec) či naopak k poklesu (žlutý sloupec) ekvivalentních hladin akustického tlaku oproti nulovému stavu 00-2035.

Tedy vždy pro jednu charakteristiku na rozdíl od rozptylové studie. Proto jsou hodnoty y-ové souřadnice reprezentující počet obyvatel cca do 400 000. Jedná se vždy o absolutní hodnotu nárůstu či poklesu zatížení, bez ohledu na limitní hodnotu.

Červený sloupec reprezentuje počet obyvatel žijících v hodnoceném území jednotlivých variant, u kterých dojde k nárůstu ekvivalentních hladin akustického tlaku oproti variantě roku 00-2035 bez realizace jakýkoliv protihlukových opatření v noční době.

Žlutý sloupec pak reprezentuje pro jednotlivé varianty počet obyvatel v hodnoceném území, u kterých dojde k poklesu ekvivalentních hladin akustického tlaku oproti nulovému stavu 00-2035 bez realizace jakýkoliv protihlukových opatření v noční době. Ze všech výstupů, ať tabelárních, grafických i výše uvedeného grafu, vyplývá, že realizace jakékoliv hodnocené varianty povede ke zlepšení oproti nulovému stavu 00-2020 i stavu 00-2035, a to výrazně.

Obecně pak platí, že **z hlediska hlukové zátěže jsou silniční varianty lepší než dálniční**. U silničních variant je uvažováno mimo obce s rychlostí 90 km/h jak pro osobní, tak i nákladní vozidla, u dálničních variant pak s rychlostmi 130 km/h pro osobní vozidla a 100 km/h pro nákladní vozidla.

Varianty lze rozdělit do tří kategorií. Doporučované, možné a nejméně efektivní pro hodnocené území.

Do kategorie nejméně efektivní varianty pro hodnocené území lze zařadit varianty S.9.3, S.9.4, D.4 a D.5. Realizace těchto variant by vedla k nejméně pozitivním výsledům z hlediska hlukové zátěže. I když realizace těchto variant by byla lepší než zachovat silniční síť ve stávajícím stavu.

Naopak mezi doporučované zahrnujeme varianty S.4, S.1, D.3, D.2 a S.2. To jsou varianty, které z hlediska hlukové zátěže vykazují největší přínos.

Varianty S.5, S.3, S.8, D.6, D.1 a S.6 lze zařadit do kategorie možné.

Ať bude vybrána jakákoliv varianta z výše uvedených, bude potřeba pro danou variantu vyhodnotit její vliv i s nově navrženými technickými opatřeními pro snížení hlukové zátěže. Lokality, kde by mělo dojít u jednotlivých variant k návrhu povrchových a nebo podpovrchových technických opatření znamenajících jakoukoliv formu zastřešení úseků komunikací, jsou uvedeny ve výsledcích hlukové studie jednotlivých variant.

Z hlediska hlukové zátěže jsou tedy doporučované následující varianty: **S.4, S.1, D.3, D.2 a S.2**.

### E.3.2. ROZPTYLOVÁ STUDIE

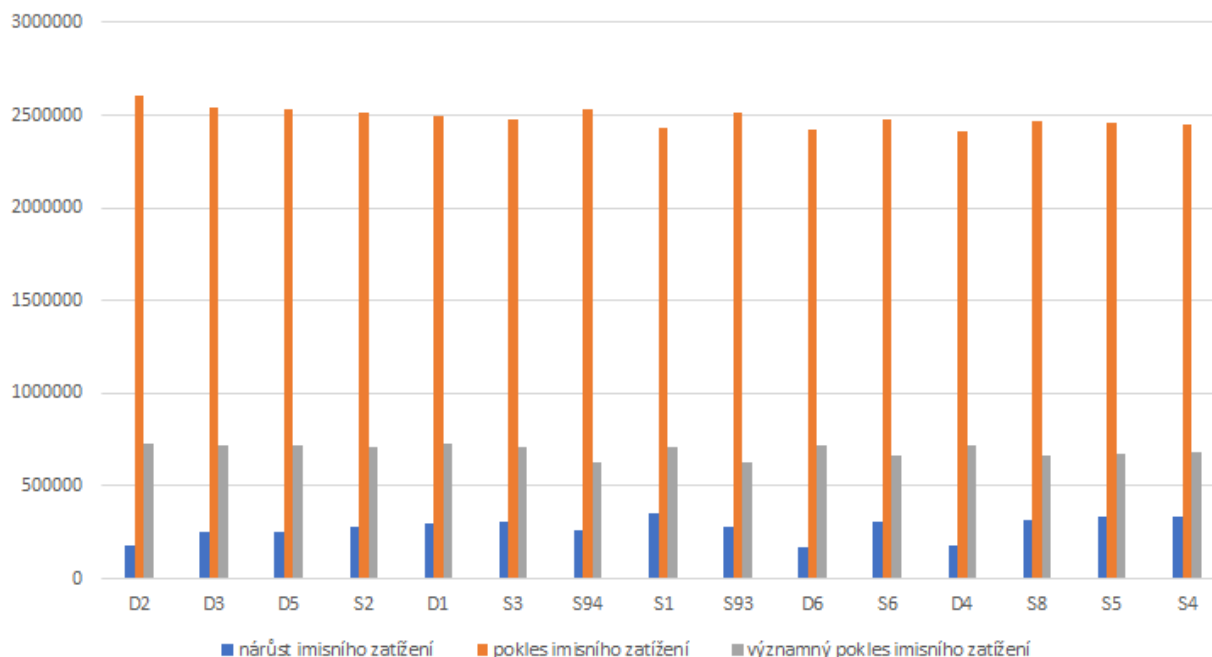
Vyhodnocení výstupů modelování imisního zatížení v řešeném území vymezeném v rámci Územní studie je pro jednotlivé varianty uvedeno v rozptylové studii (viz Příloha E.2 Územní studie).

Pro možnost srovnání jednotlivých variant byl použit přepočet vypočtených imisních koncentrací v území na počet lidí trvale bydlících v řešeném území. Z vypočtených průměrných ročních koncentrací hodnocených látek byl pro každou návrhovou variantu vypočten rozdíl imisních koncentrací v dané variantě oproti nulovému stavu 00-2035. Rozdíl vypočtených imisních koncentrací v návrhové variantě a nulovém stavu byl zpracován pro řešené území jako celek i pro jednotlivé budovy nacházející se uvnitř vymezeného území. Potřebné údaje o jednotlivých budovách (způsob využití, počet bytů aj.) byly převzaty zejména z databází katastru nemovitostí, RUIAN a ČSÚ. Jednotlivé budovy pak byly pro každou variantu rozděleny na základě vypočtených rozdílů průměrných ročních koncentrací na budovy, u kterých dojde k nárůstu imisního zatížení, poklesu imisního zatížení nebo významnému poklesu zatížení. Jako významný pokles je přitom označován pokles vypočtených imisních koncentrací v navrhované variantě oproti nulovému stavu 00-2035 o více než 1 % příslušného imisního limitu.

V hodnoceném území žije cca 560 000 obyvatel, pro které bylo výše popsaným způsobem definováno zatížení z ovzduší.



Pro srovnání variant byla použita celková suma počtu obyvatel bydlících v území, kde dojde k celkovému a významnému nárůstu / poklesu imisního ztížení hodnocenými látkami. Výsledky srovnání jsou uvedeny v následujícím grafu:



Obr. E3 Srovnání variant na základě počtu obyvatel, u kterých dojde k nárůstu (modrý sloupec), k poklesu (oranžový sloupec) či k významnému poklesu (šedý sloupec) z hlediska imisní zátěže oproti nulovému stavu 00-2035.

Na x-ové souřadnici jsou uvedeny hodnocené varianty, na y-ové souřadnici počet obyvatel. Přičemž je důležité říci, že uvedený počet obyvatel reprezentuje součet zasažených obyvatel pro všechny hodnocené škodliviny dohromady. Proto je počet obyvatel na y-ové souřadnici výrazně vyšší než výše uvedených cca 560 000 obyvatel. Jedná se vždy o absolutní hodnotu nárůstu či poklesu zatížení, bez ohledu na limitní hodnotu.

Obecně platí, že dominantními zdroji imisního zatížení u škodlivin, u kterých dochází k překračování imisního limitu, jsou dálkový transport a domácí topeniště. Naopak automobilová doprava je významným zdrojem imisního zatížení látkami NO<sub>2</sub> a benzen. Dále lze konstatovat, že **realizací jakékoliv varianty dálniční a silniční sítě dojde k poklesu imisního zatížení z automobilové dopravy pro výrazně významnější počet obyvatel, než u kterého dojde k nárůstu imisní zátěže oproti stávajícímu stavu.** To platí pro všechny varianty a všechny znečišťující látky.

Návrhové varianty lze zjednodušeně rozdělit do tří kategorií – doporučené, možné a nejméně efektivní pro hodnocené území.

Do kategorie nejméně efektivní varianty pro hodnocené území lze zařadit varianty D.4, S.8, S.5, S.4. Realizace těchto variant by vedla k nejméně pozitivním výsledům z hlediska imisní zátěže v celém řešeném území. I realizace těchto variant by však byla lepší než zachovat dálniční a silniční síť ve stávajícím stavu.

Naopak mezi doporučené zahrnujeme varianty D.2, D.3, D.5, S.2, D.1 a S.3. To jsou varianty, které z hlediska imisní zátěže vykazují největší přínos.

Varianty S.9.4, S.1, S.9.3, D.6, S.6 lze zařadit do kategorie možné.

Při výsledném výběru kterékoliv z hodnocených variant bude muset před její samotnou realizací být provedeno zhodnocení návrhu kompenzačních opatření. Povinnost uložení kompenzačních opatření je vázána na podmínky

uvedené v zákoně č. 2012/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a na něj navazujících předpisů, které musí být splněny současně a ve stejné území. Návrh konkrétních kompenzačních opatření pro danou stavbu a výpočet jejich účinnosti podle vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, je účelné provádět až ve fázi jejího projektování, kdy jsou známy veškeré technické parametry navrhované stavby. Na základě výsledků rozptylové studie doporučujeme, aby případná realizace kompenzačních opatření byla zvážena i nad rámec zákonné povinnosti, a to zejména v místech, kde se nově vedené komunikace významně blíží obytné zástavbě.

Z hlediska imisní zátěže jsou tedy doporučovány následující varianty: **D.2, D.3, D.5, S.2, D.1 a S.3.**

#### **E.4. ZÁVĚR**

**Z výše uvedeného vyplývají následující závěry. Jakákoliv realizovaná varianta bude výrazným krokem dopředu oproti nerealizaci žádné z navrhovaných variant. Pokud by měla být realizována některá z dálničních variant, tak z hlediska vlivu na hluk a ovzduší doporučujeme realizovat variantu D.2 a nebo D.3, protože se nacházejí jako průnik obou množin doporučených variant.**

**Nicméně se kloníme k názoru, že z hlediska ovzduší a především hlukové zátěže je vhodnější navrhnout a dále prosazovat některou ze silničních variant. Průnikem obou množin je varianta S.2, nicméně i varianty S.1 a S.3 jsou variantami s významným ulehčením stávající imisní a hlukové zátěže.**