

**Hodnocení vlivu na veřejné zdraví záměru
„I/19 Starý Pelhřimov - obchvat“**

(Příspěvek k dokumentaci EIA podle § 8 zákona č. 100/2001 Sb.)

Brno, červenec 2018

Objednatel: HBH Projekt spol. s r.o.
Kabátníkova 5
602 00 BRNO

Zpracovatel: Prof. MUDr. Jaroslav Kotulán, Csc.
Expertízy vlivu životního prostředí na zdraví
613 00 Brno, Zemědělská 24

Držitel osvědčení odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví vydaného rozhodnutím Ministerstva zdravotnictví dle § 19 odst. 1 zákona č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí ve znění zákona č. 93/2004 Sb. a dle navazující vyhlášky č. 353/2004. Rozhodnutí vydáno dne 19.11.2004, č.j. HEM-300-26.8.04/25788, pořadové číslo osvědčení 1/Z/2004. Naposled obnovené rozhodnutím téhož ministerstva ze dne 19.11.2014, č.j.: MZDR 58908/2014-3/OVZ.

Tel.: 545 210 632, mobil 606 506 983

E-mail: jkotulan@volny.cz

Obsah

| | |
|---|-----------|
| POUŽITÉ ZKRATKY A TERMÍNY | 4 |
| AD ČÁST D I 1 VLIVY NA OBYVATELSTVO | 5 |
| 1.1 Zdravotní vlivy | 5 |
| 1.1.1 Metodický postup | 5 |
| 1.1.2 Identifikace zdravotně významných vlivů | 7 |
| 1.1.3 Znečišťování ovzduší | 7 |
| 1.1.4 Hluk | 15 |
| 1.1.5 Další vlivy | 20 |
| 1.1.6 Vlivy v době výstavby | 20 |
| 1.2 Potenciální vlivy přesahující státní hranice | 21 |
| 1.3 Psychosociální vlivy..... | 21 |
| 1.4 Exponované obyvatelstvo | 21 |
| AD ČÁST D IV | 21 |
| DOPORUČENÁ OPATŘENÍ | 21 |
| AD ČÁST D V | 21 |
| CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH METOD | 21 |
| AD ČÁST D VI | 22 |
| CHARAKTERISTIKA NEDOSTATKŮ VE ZNALOSTECH | 22 |
| AD ČÁST E..... | 22 |
| POROVNÁNÍ VARIANT | 22 |
| AD ČÁST F ZÁVĚRY | 22 |
| Podklady a literatura | 22 |

Použité zkratky a termíny

BaP...benzo(a)pyren

EIA... Environmental Impact Assessment (Hodnocení vlivu na životní prostředí)

IARC ... International Agency for Research of Cancer (Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny)

Ischemická choroba srdeční ... onemocnění, při němž je omezen průtok krve srdečním svalem; důsledkem jsou bolesti na hrudi a případně infarkt myokardu

karcinogenní ... vyvolávající vznik zhoubných nádorů

kardiovaskulární ... týkající se srdečně oběhového ústrojí

leukémie ... nádorová onemocnění vycházející z krvinek a z lymfatických uzlin. Vyznačují se mimořádným rozmnožením změněných a funkčně bezcenných bílých krvinek v krevním oběhu. Důsledkem je krvácivost a selhávání imunitní obrany proti infekcím

PAU)... polycyklické aromatické uhlovodíky

ppm ... pars per milion, miliontý díl celku; může se týkat počtu částic nebo objemu nebo hmotnosti

respirační ... týkající se dýchání a dýchacího ústrojí

Risk Assessment ...hodnocení rizika (speciálními postupy)

US EPA ... United States Environmental Protection Agency (Americký úřad pro ochranu životního prostředí)

WHO ... World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

AD ČÁST D I 1 VLIVY NA OBYVATELSTVO

1.1 Zdravotní vlivy

Předmět hodnocení

Předmětem tohoto hodnocení vlivů na veřejné zdraví je záměr „I/19 Starý Pelhřimov - obchvat“. Půjde o novostavbu dvoupruhové komunikace délky 1 570 m, vedenou v severním obchvatu Starého Pelhřimova volnou krajinou převážně po zemědělsky využívaných pozemcích. Šířkové uspořádání je v kategorii S 11,5/70. Součástí záměru jsou přeložky účelových komunikací, které zachovávají stávající stav napojení navazujících pozemků a cest.

Z hlediska vlivu na obyvatelstvo nás zajímají především místa, kde se silnice přibližuje k obytnému území. Taková místa, jakožto potenciálně dotčené lokality, byla vybrána v rozptylové i v hlukové studii a specifikována referenčními body.

Záměr je hodnocen ve třech variantách

1. Varianta nulová – stávající stav silniční sítě,
2. Mezivarianta - silniční síť po výstavbě přeložky silnice I/34, západní obchvat Pelhřimova, bez výstavby přeložky silnice I/19 Starý Pelhřimov – obchvat,
3. Varianta aktivní - silniční síť po výstavbě přeložek silnic I/34 a I/19.

1.1.1 Metodický postup

Elaborát je zpracován ve smyslu Zákona č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí, příloha č. 4. Metodou je riziková analýza (Risk Assessment), založená na postupech vypracovaných a neustále dále rozvíjených americkým Úřadem pro ochranu životního prostředí (US EPA). Z nich vycházejí i směrnice Ministerstva životního prostředí ČR.

Hodnocení rizika (Risk Assessment) je odborná činnost zaměřená na zjištění povahy a pravděpodobnosti možných nepříznivých účinků, které mohou postihnout člověka a životní prostředí jako důsledek expozice chemickým nebo jiným škodlivinám. V této kapitole bude posuzován potenciální vliv na lidské zdraví.

Metodický postup konvenčního hodnocení rizika sestává ze čtyř navazujících kroků:

a) Identifikace nebezpečnosti (Hazard Identification)

Jde o vstupní kvalitativní seznámení s hodnocenou lokalitou, přítomnými škodlivými faktory a okolnostmi jejich potenciálního nepříznivého účinku na obyvatelstvo. Základním výstupem tohoto kroku je seznam zdravotně významných škodlivin a zdůvodnění postupu, jímž byly vybrány. Seznam je doplněn popisem základních fyzikálních, chemických a toxikologických vlastností vybraných škodlivin a jejich pohybu a přeměn v životním prostředí, cest expozice, působení v organismu člověka a možných zdravotních efektů.

b) Určení vztahu dávka - odpověď (Dose - response Assessment)

V tomto kroku je identifikován vztah mezi úrovní expozice a velikostí rizika¹. Toxicita škodliviny je často vyjadřována jako celoživotní riziko při jednotkové expozici.

Z hlediska typu zdravotních efektů se škodliviny dělí do dvou základních kategorií:

- Látky s prahovým účinkem, u nichž se předpokládá, že minimální dávky až do určité úrovně (prahu) nemají žádný nepříznivý efekt. Nad prahovou hodnotou pak závažnost účinku roste s velikostí expozice. Do této skupiny patří většina toxických látek.
- Látky s bezprahovým účinkem, u nichž se předpokládá určitý nepříznivý efekt už od nejnižších dávek. Riziko tak roste s expozicí od její nulové úrovně, závislost dávky a účinku se v oblasti nízkých dávek vesměs považuje za lineární. Do této skupiny patří většina karcinogenních látek. Jejich účinek je stochastický, tj. s velikostí dávky neroste závažnost onemocnění ale pravděpodobnost jeho vzniku.

Některé látky mohou mít obojí účinek, prahový i bezprahový (toxický i karcinogenní). V takovém případě vycházíme obvykle z účinku bezprahového, který bývá při nízkých úrovních škodlivin, které jsou v životním prostředí obvyklé, závažnější.

Hodnocení rizika z prahových a bezprahových látek je principiálně odlišné.

c) Hodnocení expozice

Jde o odhad úrovní (dávek) jimiž jsou různé skupiny lidí (subpopulace) exponovány chemickým látkám nebo jiným faktorům ze životního prostředí. Stupeň expozice závisí nejen na koncentracích látky ve složkách životního prostředí, ale i na místě pobytu a aktivitě lidí. U inhalačních expozic záleží např. na tom, kolik času příslušníci jednotlivých subpopulací (včetně rizikových) tráví venku a v budovách, jak intenzivně venku dýchají (při práci resp. sportu), u orálních expozic např. na tom, kolik pijí denně vody z místního zdroje, v jakých množstvích konzumují kontaminované potraviny apod. Zpracovávání expozičních podkladů je mimořádně složitou záležitostí, nejobtížnější z celého procesu hodnocení rizika. V praxi EIA se obvykle pro každý případ speciálně nevyhodnocuje, vychází se z expozičních modelů vypracovaných shora zmíněnými kompetentními institucemi.

d) Charakteristika rizika

V tomto posledním kroku se předpovídá zdravotní dopad na populaci resp. její dílčí skupiny na základě integrace poznatků o nebezpečnosti jednotlivých látek a údajů o expozici. Pro látky s prahovým účinkem se vypočte expoziční index ER (Exposure Ratio), tj. poměr odhadnuté expozice k příslušnému expozičnímu limitu. Pokud není stanoven, je nutno pro posouzení rizika užít speciální postupy.

Numerické výpočty při hodnocení rizika vytvářejí dojem spolehlivých exaktních výsledků. Vzhledem k povaze podkladů, z nichž byly odvozeny expoziční limity, k omezené spolehlivosti podkladů o expozicích a k dalším okolnostem jde však jen o přibližné odhady. Proces hodnocení rizika není soustavou exaktních důkazů, ale pouze prognózou, odborně fundovanou aproximací budoucího stavu. Pracuje se zde s pravděpodobností, nikoli s nespornými a nevyvratitelnými fakty.

Aby pro metodické nepřesnosti nedocházelo k nepřiměřeně příznivým závěrům, vycházejí mezinárodní metodiky hodnocení vlivu staveb na životní prostředí a na zdraví ze zásady

¹ Rizikem se zde rozumí matematická pravděpodobnost, se kterou za definovaných podmínek dojde k poškození zdraví, nemoci nebo smrti. Teoreticky se pohybuje od nuly (žádné poškození) k jedné (poškození ve všech případech).

předběžné opatrnosti, tj. z nejhorších možných variant (výsledky studií s nejzávažnějšími udávanými dopady, účinky na nejcitlivější druhy zvířat, na nejcitlivější vrstvy obyvatelstva, odvozování ukazatelů z horních hranic karcinogenního potenciálu aj.). Výsledky pak charakterizují vždy nejhorší myslitelnou konstelaci a jsou vesměs horší než budoucí realita. Tento opatrný (konzervativní) přístup spolu se zavedením dostatečných bezpečnostních pásem má zaručit spolehlivost výsledků i v podmínkách výše uvedené neurčitosti. Konzervativní hlediska použijeme i v našem hodnocení.

K tomuto metodickému přehledu je třeba doplnit, že stanovení rizika speciálními postupy je nezbytné tam, kde pro danou látku v příslušné složce životního prostředí (ovzduší, vodě apod.) není stanoven limit resp. tam, kde tento limit je překročen. Limity jsou většinou vypracovány tak, aby s dostatečnou rezervou zaručovaly zdravotní nezávadnost resp. společensky přijatelnou míru rizika, a jsou-li dodrženy, daná situace z hlediska ochrany zdraví po právní stránce vyhovuje. U některých škodlivin jsou ovšem v odborné literatuře udávány nepříznivé účinky i při úrovních podlimitních. Z běžných nox se to týká především suspendovaných látek v ovzduší (prašnosti) a hluku. V těchto případech může být v rámci EIA vhodné na tyto skutečnosti poukázat. Pokud ale u dané škodliviny nemáme dost přesvědčivé údaje tohoto druhu, pak při dodržení limitů výpočet rizika speciálními metodami Risk Assessment obvykle neprovádíme.

1.1.2 Identifikace zdravotně významných vlivů

Zdrojem nepříznivých vlivů na obyvatelstvo je v posuzovaném silničním úseku především automobilová doprava. Hlavními faktory automobilové dopravy, potenciálně ohrožujícími zdraví, jsou 1) znečišťování ovzduší, 2) hluk, 3) úrazy, 4) psychické vlivy. Další faktory (vliv na vodu a půdu aj.) jsou z hlediska ovlivnění zdraví obyvatelstva zanedbatelné. Nepředpokládají se ani nepříznivé vlivy vibrací ani účinky různých typů elektromagnetického záření.

1.1.3 Znečišťování ovzduší

Výsledky rozptylové studie

Při hodnocení vlivu vzdušných škodlivin na obyvatelstvo vycházíme z rozptylové studie (HBH Projekt, Brno červenec 2018), která je jedním z podkladů této dokumentace. Srovnává 3 různé varianty uvedené výše (nulovou, mezivariantu a aktivní). Pro všechny modelové situace byly použity intenzity dopravy pro rok 2045 a dynamická skladba vozového parku pro rok 2015. Studie vyhodnocuje příspěvky automobilové dopravy k imisním koncentracím oxidu dusičitého (NO₂), prachových částic (PM₁₀), oxidu uhelnatého, benzenu, benzo/a/pyrenu a oxidu uhelnatého.

Záměr byl posouzen jako liniový zdroj, Bodové, ani plošné zdroje nebyly zvažovány. V dotčeném území byly identifikovány silniční úseky, dále dělené na segmenty, na kterých dojde vlivem realizace posuzovaného záměru ke změně intenzit dopravy. Jsou podrobně dokumentovány v rozptylové studii.

Výpočet imisního zatížení z automobilového provozu na dotčené silniční síti byl proveden pro území 2 x 3 km. V tomto území byla stanovena trojúhelníková síť referenčních bodů s krokem 100 m. V pásu 10-70 m na obě strany od osy silničních úseků byla síť referenčních bodů zahuštěna o body s krokem 25 m, v pásu 70-250 m o body s krokem 70 m.

Výsledky jsou znázorněny jednak kartograficky plochami jednotlivých pásem imisních

příspěvků, jednak výpočtem ve vybraných 11 referenčních bodech (tabulka 1) v nejvíce exponovaných místech. Poloha jednotlivých bodů je v rozptylové studii znázorněna na mapce.

Tabulka 1: Vybrané referenční body

| Bod č. | Adresa |
|--------|--|
| 1 | Starý Pelhřimov, prostor u domu č. p. 38 |
| 2 | Starý Pelhřimov, prostor u domu č. p. 47 |
| 3 | Starý Pelhřimov, zahrada při západním okraji |
| 4 | Starý Pelhřimov, prostor u domu č. p. 84 |
| 5 | Starý Pelhřimov, prostor u domu č. p. 82 |
| 6 | Starý Pelhřimov, prostor u domu č. p. 86 |
| 7 | Starý Pelhřimov, náves |
| 8 | Starý Pelhřimov, prostor u domu č. p. 70 |
| 9 | Volemanka, prostor u domu č. p. 2152 |
| 10 | Pelhřimov, prostor u domu Táborská 1812 |
| 11 | Pelhřimov, prostor u domu Táborská 1808 |

Výsledky

Imisní zátěže jednotlivými škodlivinami hodnotíme podle údajů o referenčních bodech, které považujeme z hlediska vlivu na obyvatelstvo za nejvýstižnější.

Oxid dusičitý

Oxid dusičitý (NO_2) patří k nejvýznamnějším a nejvíce sledovaným škodlivinám výfukových plynů. Ve spalovacích motorech je uvolňován oxid dusnatý (NO), který se vzdušným kyslíkem postupně oxiduje na NO_2 . Směs těchto dvou plynů je označována souborným názvem oxidy dusíku (NO_x). Je nejen součástí výfukových plynů, ale i emisí z každého spalování. Její škodlivější součástí je NO_2 , plyn palčivého, dusivého zápachu. Čichově začíná být patrný od koncentrací 200 - 400 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Oxidy dusíku patří do skupiny fotochemických oxidantů spolu s ozonem (O_3), peroxyacetylitráty (PAN) a četnými dalšími sloučeninami, syntetizovanými ve znečištěném ovzduší za účasti slunečního záření ("letní smog"). Již při koncentracích fotochemického smogu kolem 200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dochází u lidí ke dráždění očí. Zvláště vnímavé k dráždivým účinkům fotochemických oxidantů jsou děti; u nich bylo prokázáno dráždění horních cest dýchacích a spojivek již při překročení úrovně 100 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Účinky vyšších koncentrací NO_2 na lidský organismus jsou jednak chronické, jednak akutní. Při dlouhodobém vdechování zvyšují výskyt nemocí dolních dýchacích cest a jejich projevů. Akutní účinky se projeví u vysokých dávek již po krátké expozici nepříznivým ovlivněním dýchacích funkcí.

Vyhodnocení vztahu dávka – odpověď

Pokusná vyšetření účinků oxidu dusičitého opakovaně ukázala, že zdraví lidé nejsou při krátkodobém (dvouhodinovém) vdechování dotčení koncentrací pod 1 ppm (1880 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Při koncentracích 3000 - 9000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nastupují změny plicních funkcí (vzestup dýchacího

odporu) u zdravých osob po 10 - 15 minutách. U lidí trpících zánětem průdušek se dýchací funkce zhoršují při 3000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ již po 5 minutách. Nejcitlivější jsou astmatici, u nichž byly laboratorně zjištělé změny dýchacích funkcí na dvou výzkumných pracovištích shodně nalezeny po 30 – 110 minutových expozicích koncentracím 560 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Jiné laboratoře však účinek tak nízkých koncentrací u astmatiků nepotvrdily. U zdravých osob byly při delší expozici některé reakce dýchacích funkcí zjištěny při koncentracích nad 2000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Limit pro NO_2 činí podle zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší. pro průměrnou roční koncentraci 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a pro hodinový průměr 200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ s tím, že nesmí být překročen více než 18 x za kalendářní rok. Zmíněné limity 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a 200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ jsou shodné s doporučením WHO.

Chronické účinky oxidu dusičitého nelze zcela spolehlivě posoudit metodou Risk Assessment. Americký úřad US EPA (US Environmental Protection Agency), který patří k celosvětově nejkompetentnějším institucím, zpracovávajícím metodiku Risk Assessment pro jednotlivé chemické škodliviny, nevydal pro NO_2 výpočtové koeficienty, neboť pro to zatím neexistují zcela validní vědecké podklady. V existujících epidemiologických studiích není možno dostatečně odlišit vliv oxidů dusíku od ostatních škodlivin přítomných v městském ovzduší.

Bylo by možné orientační hodnocení průměrných ročních imisních koncentrací NO_2 podle některých epidemiologických studií, zde ale nebude potřebné, protože roční průměry jsou spolehlivě podlimitní (viz níže).

Vyhodnocení expozice

Příspěvky záměru k imisním koncentracím oxidu dusičitého (průměrné roční a maximální hodinové) v jednotlivých referenčních bodech uvádíme dle výstupů rozptylové studie v tabulce 2, včetně údajů o imisním pozadí a platných limitech.

Tabulka 2: Příspěvky záměru k imisním koncentracím oxidu dusičitého ve zvolených referenčních bodech ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

| Bod č. | Roční průměr | | | | Krátkodobé maximum | | |
|--------|--------------|--------|----------|---------|--------------------|----------|---------|
| | Pozadí | Nulová | Mezivar. | Aktivní | Nulová | Mezivar. | Aktivní |
| 1 | 10.4 | 0.97 | 1.06 | 0.38 | 46.01 | 45.86 | 18.34 |
| 2 | 10.4 | 1.13 | 1.20 | 0.44 | 31.20 | 32.94 | 17.85 |
| 3 | 10.4 | 0.65 | 0.72 | 0.41 | 33.18 | 37.29 | 21.22 |
| 4 | 10.4 | 0.97 | 1.04 | 0.53 | 32.88 | 32.76 | 24.30 |
| 5 | 10.4 | 0.38 | 0.46 | 0.43 | 8.30 | 10.50 | 12.37 |
| 6 | 10.4 | 0.43 | 0.50 | 0.49 | 9.25 | 10.32 | 14.72 |
| 7 | 10.4 | 0.24 | 0.34 | 0.28 | 11.91 | 13.00 | 12.76 |
| 8 | 10.4 | 0.14 | 0.26 | 0.25 | 6.16 | 6.33 | 6.34 |
| 9 | 10.4 | 0.55 | 0.77 | 0.84 | 18.38 | 19.27 | 19.27 |
| 10 | 12.8 | 0.27 | 0.38 | 0.37 | 12.18 | 12.91 | 12.91 |
| 11 | 12.8 | 0.20 | 0.28 | 0.27 | 7.55 | 8.66 | 8.66 |
| Limit | | 40 | | | 200 | | |

Z tabulky 2 je zřejmé, že u ročních průměrů NO_2 je místní imisní pozadí hluboce a spolehlivě podlimitní, a že příspěvky záměru na tom nic podstatného nezmění. Mezi srovnávanými variantami není z tohoto hlediska významný rozdíl.

Pozadí maximálních hodinových imisních koncentrací ve sledovaném území není bohužel k dispozici. Příspěvky záměru jsou relativně vyšší v nulové variantě a mezivariantě

v intravilánu Starého Pelhřimova při průjezdní silnici. Aktivní varianta je podstatně sníží. Jinak nejsou mezi variantami výrazné rozdíly.

Souhrnně můžeme konstatovat, že z hlediska imisí oxidu dusičitého se imisní stav po realizaci záměru v centru Starého Pelhřimova zlepší a bude i v maximálních imisních koncentracích po zdravotní stránce plně vyhovovat.

Suspendované částice v ovzduší (PM_{10} , $PM_{2.5}$)

Kromě znečišťujících plynů se v ovzduší běžně vyskytují i suspendované částice (airborne particulate matter) různého typu, velikosti a původu. Jejich zdravotní účinky závisí především na jejich chemických, fyzikálních a případně biologických vlastnostech. Významná je kromě toho i jejich velikost. Částičky nad $100\ \mu\text{m}$ se téměř úplně zachytí v horních dýchacích cestách, nepronikají do dolních cest a jsou tedy zdravotně méně významné. V ovzduší se dlouho neudrží, relativně rychle sedimentují. S klesající velikostí pak narůstá doba jejich setrvávání v ovzduší a podíl částic, které pronikají do plic. Po zdravotní stránce jsou v dosavadní praxi nejvíce sledovány částice o průměru do $10\ \mu\text{m}$. Ty jsou při hlubším zkoumání dále tříděny na částice hrubé, o průměru od 10 do $2,5\ \mu\text{m}$, a jemné, o průměru $2,5\ \mu\text{m}$ a nižším. Bývají označovány zkratkou PM (particulate matter) s indexem podle horní hranice jejich rozměrů, tedy jako PM_{10} resp. $PM_{2.5}$.² Mohou to být pevné látky i kapénky kapaliny. U nás často užívané souhrnné označení „tuhé znečišťující látky“ (TZL) je proto nepřesné.

Ve frakci PM_{10} se obvykle nachází prach, pyl, spóry, popílek a částice rostlin nebo hmyzu. Vzniká především při mechanických procesech, jako jsou stavební práce a při zpětném zviřování prachu dopravními prostředky a větrem. Vzhledem k měření pomocí filtru je v této třídě obsažena i kategorie částic menších, jemných ($PM_{2.5}$), k nimž patří mj. i sekundárně vytvořené aerosoly (konverzí plynů na částice). Pocházejí převážně ze spalovacích procesů. Mohou obsahovat těžké kovy, uhlíkaté látky včetně karcinogenních, nitrity, sírany aj. Částice z frakce $PM_{2.5}$, a zejména při rozměrech pod $1\ \mu\text{m}$, pronikají v 90 i více procentech do plicních sklípků a ovlivňují jejich stěny. Obsažené škodliviny zde snadno pronikají do krevního oběhu. Frakce $PM_{2.5}$ je proto právem považována za zdravotně významnější než PM_{10} .

Poměr hrubých a jemných částic může být v různých městech a lokalitách různý. Běžně se udává poměr $PM_{2.5}/PM_{10}$ jako 0,5, ve městech vyspělých zemí se pohybuje v rozmezí 0,5 – 0,8.

Vyhodnocení vztahu dávka odpověď

Studie zaměřené na krátkodobé (24hodinové) i dlouhodobé (roční) expozice, prokazují nepříznivý účinek suspendovaných částic ovzduší na funkci a zdraví dýchacího ústrojí a také na systém srdečně cévní. Při zvýšených expozicích byla opakovaně zjišťována zvýšená úmrtnost, zvýšený počet případů přijetí k hospitalizaci a další důsledky. V citlivosti ke škodlivým vlivům suspendovaných částic jsou mezi lidmi velké rozdíly. Obecně jsou citlivější lidé staří, děti a zejména pak pacienti postižení respiračními a kardiovaskulárními chorobami. Obzvláště citliví jsou astmatici.

Veliká proměnlivost suspendovaných částic co do chemického i velikostního složení a také zmíněné velké rozdíly v citlivosti lidí velmi ztěžují vědecky zdůvodněné stanovování limitů. U obou zmíněných frakcí nebylo snadné najít u městského typu částic práh, pod nímž není nikdo dotčen. U jemných částic ($PM_{2.5}$) je předpokládán nepříliš nad koncentrací $3 - 5\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

² Ve specializované literatuře jsou někdy rozlišovány i částice ultrajemné s průměrem do $0,1\ \mu\text{m}$ ($PM_{0,1}$)

³. Nepředpokládá se, že jakýkoliv limit může spolehlivě ochránit každého člověka před všemi možnými nepříznivými zdravotními efekty. Snahou musí být snižování prašnosti na dosažitelné minimum. Limity, pokud jsou uváděny, jsou tedy spíše konvencí, která připouští u obzvláště citlivých lidí určitou malou míru nepříznivých vlivů.

Na základě rozboru moderní vědecké literatury uvádí WHO pro dlouhodobé působení (roční průměry) ve frakci $PM_{2,5}$ směrnou hodnotu $10 \mu g.m^{-3}$, která je prakticky dosažitelná a přitom významně snižuje zdravotní rizika. Doporučuje k ní docházet podle místních možností soustavou postupných cílů, které přehledně uvádíme v tabulce 3. Uvádí i ekvivalenty zatím častěji používané charakteristiky PM_{10} .

Tabulka 3: Směrné hodnoty a postupné cíle pro suspendované látky v ovzduší: roční průměrné koncentrace ($\mu g.m^{-3}$), WHO 2006

| | PM_{10} | $PM_{2,5}$ | Komentář |
|--------------------------|-----------|------------|---|
| Cíl 1 | 70 | 35 | Riziko úmrtnosti o cca 15 % vyšší než při úrovni AQG. |
| Cíl 2 | 50 | 25 | Riziko předčasné úmrtnosti o cca 6 % nižší než u cíle 1 ¹⁾ . |
| Cíl 3 | 30 | 15 | Riziko úmrtnosti o cca 6 % nižší než u cíle 2 ¹⁾ . |
| AQG ²⁾ | 20 | 10 | Základní směrná hodnota |

1) Kromě jiných příznivých účinků na zdraví

2) Směrná hodnota (air quality guideline)

U krátkodobých (24hodinových) expozic se ve směrnici WHO uvádí růst úmrtnosti o cca 0,5 % za každý vzestup o $10 \mu g.m^{-3}$ PM_{10} v denní koncentraci. U koncentrace $150 \mu g.m^{-3}$ se tak předpokládá zhruba pětiprocentní růst denní úmrtnosti. I zde jsou vypracovány postupné cíle (tabulka 4).

Tabulka 4: Směrné hodnoty a postupné cíle pro suspendované látky v ovzduší: 24hodinové koncentrace ($\mu g.m^{-3}$), WHO 2006

| | PM_{10} | $PM_{2,5}$ | Komentář |
|--------------------------|-----------|------------|--|
| Cíl 1 | 150 | 75 | Riziko krátkodobé úmrtnosti o cca 5 % vyšší než při AQG. |
| Cíl 2 | 100 | 50 | Riziko krátkodobé úmrtnosti o cca 2,5 % vyšší než při AQG. |
| Cíl 3 | 75 | 37,5 | Riziko krátkodobé úmrtnosti o cca 1,2 % vyšší než při AQG. |
| AQG ¹⁾ | 50 | 25 | Založeno na vztahu mezi 24hod. a ročními úrovněmi PM |

1) Směrná hodnota (air quality guideline)

U nás platí limit stanovený zákonem č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, a to pro průměrné roční koncentrace PM_{10} $40 \mu g.m^{-3}$ a pro 24hodinový imisní průměr $50 \mu g.m^{-3}$ s tím, že nesmí být překročen více než 35 x za kalendářní rok. Pro průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ je stanoven limit $25 \mu g.m^{-3}$.

Vyhodnocení expozice

Příspěvky záměru k průměrným ročním imisním koncentracím hrubých i jemných suspendovaných částic v ovzduší (PM_{10} , $PM_{2,5}$) v jednotlivých dotčených lokalitách, uvádíme dle výstupů rozptylové studie v tabulce 5. Připojujeme i údaje o imisním pozadí a platné limity.

Tabulka 5: Příspěvky záměru k průměrným ročním imisním koncentracím PM_{10} a $PM_{2,5}$

ve zvolených referenčních bodech ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

| Bod č. | PM ₁₀ | | | | PM _{2,5} | | | |
|--------|------------------|--------|----------|---------|-------------------|--------|----------|---------|
| | Pozadí | Nulová | Mezivar. | Aktivní | Pozadí | Nulová | Mezivar. | Aktivní |
| 1 | 19.3 | 1.51 | 1.61 | 0.57 | 14.8 | 0.79 | 0.84 | 0.25 |
| 2 | 19.3 | 1.61 | 1.69 | 0.65 | 14.8 | 0.86 | 0.90 | 0.30 |
| 3 | 19.3 | 1.01 | 1.08 | 0.63 | 14.8 | 0.51 | 0.55 | 0.28 |
| 4 | 19.3 | 1.64 | 1.72 | 0.91 | 14.8 | 0.83 | 0.87 | 0.40 |
| 5 | 19.3 | 0.48 | 0.58 | 0.54 | 14.8 | 0.24 | 0.29 | 0.26 |
| 6 | 19.3 | 0.56 | 0.62 | 0.71 | 14.8 | 0.29 | 0.32 | 0.33 |
| 7 | 19.3 | 0.28 | 0.38 | 0.31 | 14.8 | 0.14 | 0.19 | 0.15 |
| 8 | 19.3 | 0.14 | 0.29 | 0.27 | 14.8 | 0.07 | 0.14 | 0.13 |
| 9 | 19.3 | 0.71 | 1.06 | 1.16 | 14.8 | 0.36 | 0.55 | 0.59 |
| 10 | 20.2 | 0.29 | 0.44 | 0.43 | 15.5 | 0.15 | 0.22 | 0.22 |
| 11 | 20.2 | 0.19 | 0.29 | 0.28 | 15.5 | 0.10 | 0.14 | 0.14 |
| Limit | 40 | | | | 25 | | | |

Pozadí je spolehlivě podlimitní a příspěvky záměru tento stav nezmění. Aktivní varianta je opět příznivější pro centrum Starého Pelhřimova.

Obdobně uspořádané údaje o maximálních 24hodinových imisních koncentracích hrubých suspendovaných částic v ovzduší (PM₁₀) prezentujeme v tabulce 6

Tabulka 6: Příspěvky záměru k maximálním 24hodinovým imisním koncentracím PM₁₀ ve zvolených referenčních bodech ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

| Bod č. | PM ₁₀ | | | |
|--------|------------------|--------|----------|---------|
| | Pozadí | Nulová | Mezivar. | Aktivní |
| 1 | 32.1 | 14.46 | 15.79 | 5.97 |
| 2 | 32.1 | 10.72 | 11.56 | 5.47 |
| 3 | 32.1 | 10.14 | 11.36 | 6.76 |
| 4 | 32.1 | 11.07 | 11.13 | 8.43 |
| 5 | 32.1 | 2.15 | 3.10 | 3.58 |
| 6 | 32.1 | 2.57 | 3.01 | 5.67 |
| 7 | 32.1 | 2.92 | 3.54 | 3.37 |
| 8 | 32.1 | 1.23 | 1.95 | 1.95 |
| 9 | 32.1 | 5.47 | 6.10 | 6.10 |
| 10 | 34.2 | 3.49 | 3.54 | 3.54 |
| 11 | 34.2 | 2.17 | 2.14 | 2.14 |
| Limit | 50 | | | |

Pozadí je podlimitní a zůstane pod limitem i v součtu s příspěvky záměru. Aktivní varianta je příznivá pro centrum Starého Pelhřimova

Benzen

Další škodlivinou, jejíž imise jsou v okolí silnic s automobilovou dopravou obvykle sledovány, je benzen (C₆H₆). Je to čirá, bezbarvá, těkavá a hořlavá kapalina výrazného aromatického zápachu, s bodem varu 80,1 °C. V životním prostředí je všudypřítomný, vzniká při každém hoření paliv, je součástí výfukových plynů a v relativně značném množství je obsažen v tabákovém kouři (kuřák 20 cigaret denně vdechne denně 10x více benzenu než běžný obyvatel z městského ovzduší). V motorovém benzínu je přítomný v množství mezi 0,5 a 2

%.

Ve vysokých koncentracích benzen dráždí oči, sliznice dýchacích cest a kůži a při akutních dávkách působí toxicky na centrální nervstvo. Takové koncentrace se ovšem v posuzovaném území nemohou vyskytnout. Při chronických expozicích vysokým dávkám benzen utlumuje tvorbu krvinek v kostní dřeni. Z epidemiologických studií u pracovníků dlouhodobě vystavených zvýšeným koncentracím benzenu (dříve v kožedělném a gumárenském průmyslu) se usuzuje, že jejich dlouhodobé vdechování má kumulativní účinek a zvyšuje riziko akutní myeloidní leukémie. Americký úřad pro ochranu životního prostředí (US EPA) i mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) řadí benzen mezi lidské karcinogeny.

Vyhodnocení vztahu dávka odpověď

U nás platný imisní limit roční pro průměrné koncentrace benzenu v zevním ovzduší činí dle výše uvedeného zákona $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

K provedení rizikové analýzy jsou k dispozici koeficienty publikované americkým úřadem pro ochranu životního prostředí (US EPA). Zde je však vzhledem k stopovým koncentracím benzenu nemusíme použít, neboť nalezená úroveň imisních koncentrací je výrazně podlimitní.

Vyhodnocení expozice

Příspěvky záměru k průměrným ročním imisním koncentracím benzenu v jednotlivých referenčních bodech uvádíme dle výstupů rozptylové studie v tabulce 7. Připojujeme i údaje o imisním pozadí a platné limity

Tabulka 7: Příspěvky záměru k průměrným ročním imisním koncentracím benzenu ve zvolených referenčních bodech ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

| Bod č. | Pozadí | Nulová | Mezivar. | Aktivní |
|--------|--------|--------|----------|---------|
| 1 | 0.80 | 0.07 | 0.08 | 0.03 |
| 2 | 0.80 | 0.09 | 0.09 | 0.03 |
| 3 | 0.80 | 0.05 | 0.05 | 0.03 |
| 4 | 0.80 | 0.07 | 0.08 | 0.04 |
| 5 | 0.80 | 0.02 | 0.03 | 0.03 |
| 6 | 0.80 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 7 | 0.80 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| 8 | 0.80 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 9 | 0.80 | 0.05 | 0.07 | 0.08 |
| 10 | 0.90 | 0.02 | 0.03 | 0.03 |
| 11 | 0.90 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| Limit | 5 | | | |

Pozadí je výrazně podlimitní a příspěvky záměru to nezmění. Jsou tak nízké, že rozlišování jednotlivých variant ztrácí smysl.

Benzo(a)pyren

Benzo(a)pyren (BaP) je nejznámějším a nejlépe prozkoumaným reprezentantem skupiny polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU). Jde o velkou skupinu organických sloučenin se dvěma nebo více kondenzovanými benzenovými jádry.

Jsou to látky relativně málo rozpustné ve vodě, v ovzduší se adsorbují na pevné částice.

Tvoří se hlavně v důsledku pyrolýzních procesů, zejména při neúplném spalování organických materiálů. Do životního prostředí proto pronikají zejména v souvislosti s výrobou koksu, spalováním uhlí při individuálním vytápění i v průmyslu, a také s výfukovými plyny motorových vozidel. Vysoké koncentrace PAU jsou též obsaženy v tabákovém kouři. V ovzduší bylo identifikováno na 500 PAU, většina v literatuře uváděných měření však byla provedena na BaP a několika málo dalších reprezentantech této skupiny.

Z laboratorních výzkumů je známo, že pro mnoho druhů pokusných zvířat je benzo(a)pyren karcinogenní a vyvolává nádory v různých orgánech (trávicím ústrojí, v játrech, ledvinách, dýchacím ústrojí a v kůži). Karcinogenní účinek na člověka byl zjišťován zejména v oborech s vysokým výskytem PAU a BaP v pracovním prostředí (výroba hliníku, čištění komínů, zplynování uhlí, destilace uhelného dehtu, koksárny, slévárny, práce s dehtem při úpravě cest, izolaci střech aj.). Mnohé epidemiologické studie ukázaly u pracovníků těchto oborů vztah mezi velikostí expozice a výskytem nádorů plic,

IARC řadí benzo(a)pyren mezi lidské karcinogeny (skupina 1).

Vyhodnocení vztahu dávka - odpověď

Také v tomto případě jde o látku s dlouhodobým kumulativním působením a proto má smysl pouze hodnocení dlouhodobých (ročních) průměrů imisních koncentrací. Platný limit pro BaP činí dle výše citovaného zákona o čistotě ovzduší $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

US EPA uveřejnila nedávno (2017) pro karcinogenitu benzo(a)pyrenu jednotkové inhalační riziko (inhalation unit risk) $6 \times 10^{-4} \text{ na } \mu\text{g}/\text{m}^{-3}$.

Hodnocení expozice

Příspěvky záměru k průměrným ročním imisním koncentracím benzo(a)pyrenu v jednotlivých referenčních bodech uvádíme dle výstupů rozptylové studie v tabulce 8. Připojujeme i údaje o imisním pozadí a platné limity

Tabulka 8: Příspěvky záměru k průměrným ročním imisním koncentracím benzo(a)pyrenu ve zvolených referenčních bodech ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)

| Bod č. | Pozadí | Nulová | Mezivar. | Aktivní |
|--------|--------|--------|----------|---------|
| 1 | 0.68 | 0.07 | 0.07 | 0.02 |
| 2 | 0.68 | 0.09 | 0.09 | 0.03 |
| 3 | 0.68 | 0.04 | 0.05 | 0.03 |
| 4 | 0.68 | 0.07 | 0.07 | 0.04 |
| 5 | 0.68 | 0.02 | 0.03 | 0.03 |
| 6 | 0.68 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 7 | 0.68 | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| 8 | 0.68 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 9 | 0.68 | 0.04 | 0.05 | 0.06 |
| 10 | 0.85 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 11 | 0.85 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Limit | 1 | | | |

Pozadí je podlimitní a stopové příspěvky záměru tuto situaci nezmění.

Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý (CO) vzniká při nedokonalém spalování a do ovzduší je emitován ze spalovacích procesů a z motorových výfukových plynů. Toxický účinek CO je podmíněn jeho

vazbou na molekuly krevního barviva hemoglobinu, které pak nejsou schopné přenášet do tkání kyslík.

Oxid uhelnatý je lehčí než vzduch a proto poměrně rychle stoupá z přízemní vrstvy ovzduší vzhůru. Je proto z hlediska lidského zdraví obvykle málo významný ve volném ovzduší. Rizikový je především v uzavřených prostorách a dále v dopravních tunelech, v prostorách celnic a případně i při vysoce frekventovaných křižovatkách úzkých městských ulic.

Vyhodnocení vztahu dávka odpověď

Jde o škodlivinu s akutním účinkem, proto je ze zdravotního hlediska rozhodující posouzení maximálních krátkodobých koncentrací.

Nejcitlivější jsou k CO lidé trpící srdečními chorobami (ischemická srdeční nemoc, angina pectoris), jejichž stav se zhoršuje při vdechování CO v koncentraci kolem 30 mg.m^{-3} (tj. $30000 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$).

Limit pro CO je u nás výše uvedeným zákonem stanoven pouze jako maximální denní osmihodinový klouzavý průměr, a to 10 mg.m^{-3} , tj. $10\,000 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ (totéž doporučeno ve směrnici WHO). Přípustné hodnoty hodinové ani roční nejsou v zákoně udány. Rizikové koeficienty nejsou pro CO v literatuře stanoveny.

Uvedený limit není u nás ve volném ovzduší zdaleka dosahován, i ve městech se koncentrace obvykle pohybují nanejvýš ve stovkách $\mu\text{g.m}^{-3}$. Jeho spolehlivé dodržení s několikařádovou rezervou je proto možno v posuzovaném území s jistotou předpokládat.

Vyhodnocení expozice

Z výpočtů rozptylové studie vyplynulo, že příspěvky záměru se pohybují nanejvýš do několika stovek $\mu\text{g.m}^{-3}$. Vzhledem ke stanovenému limitu $10\,000 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ je jasné, že nemají žádný zdravotní význam.

Charakteristika rizika ze vzdušných škodlivin

U všech hodnocených škodlivin shodně zjišťujeme, že příspěvky záměru jsou mimořádně nízké a neovlivní současnou, vesměs příznivou, imisní situaci. Na nízkých až stopových úrovních těchto příspěvků jsou i rozdíly mezi variantami nepatrné a jejich srovnávání přestává být smysluplné.

Další škodliviny

Oxidy dusíku, prachové částice, oxid uhelnatý, benzen a benzo(a)pyren nejsou ovšem zdaleka jedinými škodlivinami výfukových plynů. Zhruba souběžně s imisemi NO_2 rostou vlivem automobilové dopravy v ovzduší i četné další noxy, zejména ze skupiny uhlovodíků.

Vyskytují se ovšem jen ve stopách a jsou rozptylovány víceméně paralelně s oxidy dusíku a ostatními noxami. V popsané situaci je možno důvodně předpokládat, že jejich vliv nebude zdravotně rizikový.

1.1.4 Hluk

Hluk patří k typickým a závažným škodlivým faktorům životního prostředí vyspělých zemí. Již hladiny hluku pohybující se v blízkosti základních limitů působí na celou exponovanou populaci. Dnes je tak dotčena značná část obyvatelstva našich měst. Mezi lidmi jsou však velké rozdíly citlivosti na hluk v závislosti na individuálních vlastnostech nervového systému, zdravotním stavu, věku aj. Výskyt osob vysloveně senzitivních na hluk se v naší populaci odhaduje na 5 - 8%. Na druhé straně existuje obdobně velká skupina lidí ke hluku relativně

odolných. U zbytku populace stoupá účinek s rostoucí intenzitou hluku (ovšem i v závislosti na řadě dalších faktorů). Rušivé působení hluku má poněkud odlišné účinky v době denní a v době noční.

Zvýšené úrovně **denního hluku** působí především na nervový systém a psychiku člověka. Touto cestou se při intenzivním působení mohou podílet i na psychosomatických poruchách. Vyvolávají

- a) rušení, jestliže interferují s nějakou činností nebo odpočinkem (duševní prací, řečovou komunikací, spánkem aj.),
- b) rozmrzelost, tj. pocit nepohody, odpor a nelibost, vznikající při nuceném vnímání zvuků, k nimž má jedinec zamítavý postoj,
- c) pocit obtěžování nepřijatelným ovlivňováním životního prostředí a osobních a skupinových práv,
- d) změny sociálního chování (v hlučném prostředí klesá ohleduplnost, ochota poskytnout pomoc a schopnost spolupracovat, roste celková podrážděnost a agresivita).

Subjektivní pocit rozmrzelosti z hluku a obtěžování hlukem je dán emoční složkou vnímání. Podrážděnost, která v této souvislosti vzniká, vede k pocitu dyskomfortu až odporu, důsledkem je zhoršení psychické pohody. Emocionální prožitek není principiálně vázán na intenzitu hlukového podnětu. Pocity obtěžování se však vyskytují častěji v prostředí s vyššími hladinami hluku.

Přímé zdravotní účinky nastupují až při vyšších intenzitách. Ekvivalentní hladina 65 dB v denní době představuje krajní mez pro obytné prostředí sídelního útvaru z hlediska zdravotních rizik. Příznivé akustické klima z hlediska akustické pohody pro regeneraci pracovní schopnosti je dáno ve venkovním prostoru pro pobyt lidí ekvivalentní hladinou nižší než 50 až 55 dB. Při vyšších hodnotách (denních i nočních) dochází k výše popsanému postižení psychické pohody.

Ani při dodržení základního limitu 50 dB není zajištěna plná ochrana citlivých lidí, asi 10 % osob i tak zažívá pocit rozmrzelosti z hluku.

Zvýšené hladiny **nočního hluku** se dotýkají exponovaného obyvatelstva tím, že narušují usínání a kvalitu i délku spánku. Účinek závisí na individuální citlivosti lidí, která je značně rozdílná, difference v ovlivnění zvukovými podněty činí až 25 i 30 dB. Vedle konstitučních zvláštností se zde uplatňuje též věk, směrem ke stáří se vnímavost k rušení spánku značně zvyšuje; určitou ochranou ve stáří je na druhé straně snižování sluchové ostrosti. Význam má i frekvenční šíře hluku, širokopásmový hluk působí intenzivněji. S rostoucí intenzitou hluku procento postižených narůstá. Na druhé straně se u některých lidí citlivost může snížit postupným návykem.

Klidný a nerušený spánek je přitom považován za nezbytnou podmínku uchování zdraví a tělesné i duševní výkonnosti. Jeho kvalita je hlukem postihována, i když se dotčený člověk neprobudí (resp. si není krátkodobého probuzení vědom), spánek je však méně hluboký a jsou omezeny spánkové fáze, které jsou nejvýznamnější pro regeneraci sil (SWS a REM). Pokud si člověk probuzení uvědomí, dostávají se mnohdy obtíže s opětovným usnutím a s tím spojená rozmrzelost a pocit zdravotní újmy. V experimentech byla po takové noci v následujícím dnu prokázána snížená pozornost, výkonnost a schopnost soustředění. Hladina hluku v ložnici, která prokazatelně nemění vlastnosti spánku, je 35 - 37 dB(A), nad touto úrovní již nastupuje rušení.

Z důvodů uvedených literárních poznatků vycházíme v dalším hodnocení jednoznačně ze

základních limitů ekvivalentních hlukových hladin, tj. 50 dB ve dne a 40 dB v noci. Korekce umožňované stávajícími předpisy (Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.) mají význam právní, nikoli fyziologický. Lidé jsou hlukem určité úrovně obtěžováni nezávisle na tom, zda v daném místě byla korekce povolena či nikoli.

Určení vztahu dávka – odpověď

Poměrně jednoduchým oficiálním podkladem jsou pomůcky pro posouzení zdravotních vlivů hluku podle prahových hodnot hlukové expozice z venkovního prostoru pro ty nepříznivé účinky hluku, které se dnes považují za dostatečně prokázané. Tyto prahové hodnoty udává (podle podkladů WHO) Autorizační návod SZÚ k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku (Praha, 2007). Uvádíme je pro denní dobu v tabulce 9 pro noční dobu v tabulce 10.

Tabulka 9: Prahové hodnoty prokázaných účinků hlukové zátěže – denní doba
($L_{Aeq, 6-22\text{ h}}$)

| Nepříznivý účinek | dB | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| | <50 | 50-55 | 55-60 | 60-65 | 65-70 | 70+ |
| Sluchové postižení | | | | | | |
| Zhoršené osvojení řeči a čtení u dětí | | | | | | |
| Ischemická choroba srdeční | | | | | | |
| Zhoršená komunikace řeči | | | | | | |
| Silné obtěžování | | | | | | |
| Mírné obtěžování | | | | | | |

Tabulka 10: Prahové hodnoty prokázaných účinků hlukové zátěže – noční doba
($L_{Aeq, 22-6\text{ h}}$)

| Nepříznivý účinek | dB | | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 35-40 | 40-45 | 45-50 | 50-55 | 55-60 | 60+ |
| Zhoršená nálada a výkon násled. den | | | | | | |
| Subj. vnímaná horší kvalita spánku | | | | | | |
| Zvýšené užívání sedativ | | | | | | |
| Obtěžování hlukem | | | | | | |

Hodnocení expozice

Při hodnocení expozice vycházíme z hlukové studie (HBH Projekt, Brno, 2018), která je

jedním z podkladů této dokumentace. Hodnotí hlukové zatížení území v době denní i noční. Dokumentuje je barevnými izofonami (výška 2 m nad terénem). Kromě toho uvádí numerické hodnoty hlukových hladin ve zvolených výpočtových bodech, charakterizujících nejvíce exponované úseky dotčeného území (tabulka 11). Ve vypočtených hodnotách nejsou započteny odrazy od vlastní fasády (dle nařízení vlády č. 272/2011 sb.). Nejistota výpočtu je do +2 dB (je tedy na straně bezpečnosti výpočtu).

Tabulka 11: Zvolené výpočtové body

| Bod č. | Adresa |
|--------------|-------------------------|
| 1 a 2 | Starý Pelhřimov 84 |
| 3 | Starý Pelhřimov 63 |
| 4 | Starý Pelhřimov 50 |
| 5 | Starý Pelhřimov 42 |
| 6 | Starý Pelhřimov 52 |
| 7 a 8 | Starý Pelhřimov 82 |
| 9 | Pražská 2152, Pelhřimov |
| 10 | Pražská 272, Pelhřimov |

Byly vyhodnoceny varianty uvedené v části 1.1 s tím, že varianta aktivní byla dále rozlišena v závislosti na realizaci navržených protihlukových stěn (popsány v hlukové studii)

Výsledky jsou soustředěny v tabulce, kterou přebíráme z hlukové studie (tabulky 12 a 13).

Tabulka 12: Vypočtené hlukové hladiny (dB) v exponovaných místech Starého Pelhřimova v jednotlivých variantách

| Výpočtový bod | | Podlaží | Nulová | | Aktivní | | Akt. s PHS | |
|---------------|--------------------------------|---------|--------|------|---------|------|------------|------|
| | | | den | noc | den | noc | den | noc |
| 1 | Starý Pelhřimov 84 | 1 | 62,0 | 56,0 | 60,2 | 53,9 | 53,1 | 46,3 |
| | | 2 | 63,3 | 57,3 | 61,2 | 54,8 | 55,0 | 48,2 |
| 2 | Starý Pelhřimov 84 | 1 | 48,6 | 42,6 | 58,7 | 52,5 | 49,2 | 42,9 |
| | | 2 | 51,2 | 45,2 | 59,7 | 53,5 | 51,0 | 44,6 |
| 3 | Starý Pelhřimov 63 | 1 | 52,9 | 46,9 | 57,7 | 51,5 | 49,0 | 42,7 |
| | | 2 | 53,6 | 47,7 | 58,4 | 52,2 | 49,9 | 43,5 |
| | | 2 | 53,6 | 47,7 | 58,4 | 52,2 | 49,9 | 43,5 |
| 4 | Starý Pelhřimov 50 | 1 | 70,3 | 64,6 | 62,2 | 54,8 | 62,1 | 54,7 |
| 5 | Starý Pelhřimov 42 | 1 | 71,8 | 66,0 | 58,5 | 50,6 | 58,3 | 50,3 |
| | | 2 | 71,6 | 65,9 | 58,6 | 50,7 | 58,5 | 50,7 |
| 6 | Starý Pelhřimov 52 | 1 | 65,7 | 60,0 | 49,4 | 41,0 | 49,4 | 41,0 |
| | | 2 | 66,9 | 61,1 | 50,2 | 41,6 | 50,2 | 41,6 |
| 7 | Starý Pelhřimov 82 | 1 | 55,7 | 50,0 | 48,9 | 42,5 | 47,0 | 40,5 |
| | | 2 | 56,7 | 50,9 | 48,7 | 42,1 | 47,6 | 41,0 |
| 8 | Starý Pelhřimov 82 | 1 | 45,7 | 38,9 | 55,7 | 49,5 | 50,2 | 44,0 |
| | | 2 | 46,4 | 39,7 | 56,0 | 49,8 | 50,5 | 44,3 |
| 9 | Pražská 2152, Pelhřimov | 1 | 53,6 | 47,4 | 55,4 | 49,0 | 55,3 | 49,0 |
| | | 2 | 54,5 | 48,4 | 56,2 | 49,8 | 56,2 | 49,8 |
| 10 | Pražská 272, Pelhřimov | 1 | 63,4 | 56,0 | 62,3 | 56,1 | 62,3 | 56,1 |
| | | | 63,6 | 56,2 | 62,5 | 56,2 | 62,5 | 56,2 |

Tabulka 13: Změny hlukových hladin (dB) v aktivních variantách

| | Výpočtový bod | Podlaží | Akt - Nul | | S PHS - Nul | |
|----|-------------------------|---------|-----------|-------|-------------|-------|
| | | | den | noc | den | noc |
| 1 | Starý Pelhřimov 84 | 1 | -1,8 | -2,1 | -8,9 | -9,7 |
| | | 2 | -2,1 | -2,5 | -8,3 | -9,1 |
| 2 | Starý Pelhřimov 84 | 1 | 10,1 | 9,9 | 0,6 | 0,3 |
| | | 2 | 8,5 | 8,3 | -0,2 | -0,6 |
| 3 | Starý Pelhřimov 63 | 1 | 4,8 | 4,6 | -3,9 | -4,2 |
| | | 2 | 4,8 | 4,5 | -3,7 | -4,2 |
| | | 2 | 4,8 | 4,5 | -3,7 | -4,2 |
| 4 | Starý Pelhřimov 50 | 1 | -8,1 | -9,8 | -8,2 | -9,9 |
| 5 | Starý Pelhřimov 42 | 1 | -13,3 | -15,4 | -13,5 | -15,7 |
| | | 2 | -13 | -15,2 | -13,1 | -15,2 |
| 6 | Starý Pelhřimov 52 | 1 | -16,3 | -19 | -16,3 | -19 |
| | | 2 | -16,7 | -19,5 | -16,7 | -19,5 |
| 7 | Starý Pelhřimov 82 | 1 | -6,8 | -7,5 | -8,7 | -9,5 |
| | | 2 | -8 | -8,8 | -9,1 | -9,9 |
| 8 | Starý Pelhřimov 82 | 1 | 10 | 10,6 | 4,5 | 5,1 |
| | | 2 | 9,6 | 10,1 | 4,1 | 4,6 |
| 9 | Pražská 2152, Pelhřimov | 1 | 1,8 | 1,6 | 1,7 | 1,6 |
| | | 2 | 1,7 | 1,4 | 1,7 | 1,4 |
| 10 | Pražská 272, Pelhřimov | 1 | -1,1 | 0,1 | -1,1 | 0,1 |

Charakterisika rizika

Z tabulek 12 a 13 jsou na první pohled patrné značné změny hlukových zátěží v aktivních variantách oproti variantě nulové. Hodnoty těchto změn uvádíme v tabulce 13. Nejpříznivější jsou v domech situovaných při stávající průjezdní trase a vzdálených od obchvatu (body 4, 5, 6), kde vysoké denní zátěže (65 až 72 dB), které již představují významné zdravotní riziko (ischemická nemoc aj., viz tab.9) jsou zmírňovány k přijatelným úrovním kolem 60 dB. Složitější poměry jsou v místech blízkých stávající průjezdní trase i novému obchvatu (body 1, 2, 7, 8, 9, 10). Přínos aktivních variant je vcelku zřejmý. Zcela vymizely silně rušivé zátěže nad 65 dB a počet bodů do 55 dB naopak stoupl ze 4 na 10. Rozsah poklesu rušení ve dne i v noci je zřejmý z údajů tabulek 9 a 10.

Přesné údaje o efektu aktivních variant v době noční připravil autor hlukové studie výpočtem dotčených osob. Na základě databáze českého statistického úřadu o počtu obyvatel v budovách s číslem domovním a vchody (dle Sčítání lidu, domů a bytů 2011 – trvalý pobyt) spočetl počty obyvatel v jednotlivých domech spadajících do jednotlivých hlukových pásem ve variantě nulové a variantě aktivní s protihlukovými stěnami. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 14. Starý Pelhřimov má dle této databáze 354 obyvatel; v tabulce jsou zahrnuti všichni kromě části Volemanka, kde nebyla žádná změna.

Tabulka 14: Počty obyvatel Starého Pelhřimova žijících v jednotlivých hlukových pásmech při variantě nulové a variantě aktivní (s protihlukovými stěnami)

| Pásmo (dB) | Nulová | Aktivní | Rozdíl |
|------------|--------|---------|--------|
| 40-45 | 75 | 204 | 129 |
| 45-50 | 94 | 71 | -23 |
| 50-55 | 72 | 59 | -13 |
| 55-60 | 23 | 20 | -3 |
| 60-65 | 90 | 0 | -90 |

Z tabulky je vidět významný posun v aktivní variantě. 129 obyvatel sestoupilo do zcela vyhovujícího pásma 40 – 45 dB, zatímco v pásmech nadlimitních vidíme úbytky, zejména v pásmu nejvyšším, již značně rušivém (viz tabulku 2), kde nezbyl z 90 původně dotčených obyvatel nikdo. Mírné zhoršení je jen u několika budov na Táborské, ale to nesouvisí s obchvatem Starého Pelhřimova (I/19), ale s obchvatem Pelhřimova (I/34).

Zvláštní pozornost je v hlukové studii věnována potenciálním vlivům obchvatu Starého Pelhřimova na západní okraj obytné zástavby (ulice Táborská). Pro tento účel byly zvoleny další dva výpočtové body:

č.11 - Táborská 1808, Pelhřimov (8 podlažní panelový dům)

č.12 - Táborská 1791, Pelhřimov (8 podlažní panelový dům)

Podrobnými výpočty bylo doloženo, že po přesunu dopravy ze stávajícího průtahu silnice I/19 na obchvat Starého Pelhřimova dojde v obytné zástavbě podél ulice Táborská ke snížení hlukového zatížení chráněného venkovního prostoru staveb o 0,1 – 0,4 dB. Je proto možno konstatovat, že výstavba a zprovoznění stavby „I/19 Starý Pelhřimov – obchvat“ nezhorší hlukové zatížení chráněného venkovního prostoru v obytné zástavbě na ul. Táborská.

1.1.5 Další vlivy

Automobilový provoz s rostoucí hustotou zvyšuje nebezpečí dopravních úrazů, zejména v místech častého přechodu chodců, pohybu cyklistů apod. Z tohoto hlediska je aktivní varianta výhodná tím, že je vedena mimo obytné území.

1.1.6 Vlivy v době výstavby

Stavba bude zřejmě realizována postupně po etapách, čímž se rušivé vlivy (zejména prašnost, výfukové plyny, hluk a zvýšené úrazové riziko) budou časově posouvat v blízkosti přilehlých obcí. Mohou působit v místech přiblížení k lidským sídlům jednak přímo z trasy silnice, jednak z přilehlých pracovišť (stavebních dvorů). Intenzivněji budou takové faktory působit v místech větší koncentrace stavebních prací (např. kolem křižovatek, přeložek silnic aj.). Významným rušivým elementem může být také doprava zeminy a stavebního materiálu nákladními automobily, pokud bude ve vyšších frekvencích vedena přes blízké obce.

Vzhledem k tomu, že není znám detailní provoz na stavbě, který bude řešit až samotný zhotovitel, není možné posoudit v detailech míru a charakter rušení obyvatelstva v jednotlivých lokalitách. Bude to umožněno až v dalších fázích projekce, kdy bude podrobně

znám postup prací, dopravní nároky a dopravní trasy.

V jednotlivých etapách podrobné projekce bude třeba zajistit, aby plány a režim prací byly připravovány nejen s ohledem na organizační potřeby stavby samé, ale i s vysokou pozorností pro dosažitelnou minimalizaci nepříznivých vlivů na obyvatelstvo.

1.2 Potenciální vlivy přesahující státní hranice

Posuzovaný silniční úsek probíhá daleko od státních hranic, přeshraniční působení nepřichází v úvahu.

1.3 Psychosociální vlivy

Po stránce psychické může silnice v jednotlivých lokalitách na přechodnou dobu narušovat pohodu obyvatel v období výstavby.

Určitý nepříznivý psychologický efekt může mít i přerušení navykých pěších i vozových cest trasou silnice.

Záměr nebude mít nepříznivé sociální dopady.

1.4 Exponované obyvatelstvo

Realizací aktivní varianty se oproti variantě nulové znatelně sníží hlukové zátěže v centrální části Starého Pelhřimova. Toto zlepšení se bude týkat cca 100 obyvatel.

V době výstavby silnice mohou být lidé z blízkých obytných lokalit na přechodnou dobu dotčeni rušivými faktory (především hlukem a zvýšenou prašností). Počet rušených ani míru a dobu trvání zátěží není v této fázi přípravy stavby možné zodpovědně odhadnout.

AD Část D IV

Doporučená opatření

V rámci dalších fází přípravy výstavby nové silnice naplánovat pro jednotlivé etapy výstavby postup a režim prací i navazující dopravy materiálu tak, aby nepříznivé vlivy na obyvatelstvo byly minimalizovány.

AD Část D V

Charakteristika použitých metod

Stav pojednávající o vlivu na obyvatelstvo byla zpracována na podkladě předložených ústních a písemných informací o projektovém záměru, podkladových studií a kartografických podkladů. Hodnocení potenciálních vlivů na obyvatelstvo bylo provedeno metodou Risk Assessment a odbornou úvahou na základě níže vyjmenovaných pramenů odborné literatury.

AD Část D VI

Charakteristika nedostatků ve znalostech

V současné fázi přípravy stavby byly podklady pro hodnocení vlivů na obyvatelstvo dostatečné.

AD Část E

Porovnání variant

Aktivní varianta je výhodnější než varianta nulová, neboť snižuje počty lidí rušených denním i nočním hlukem a snižuje imise škodlivých látek

Ad Část F Závěry

Aktivní varianta přináší oproti variantě nulové snížení hlukových zátěží obyvatel, snížení rizika úrazů a mírné snížení imisí vzdušných škodlivin..

V průběhu výstavby bude nutno minimalizovat nepříznivé vlivy na obyvatelstvo, především tlumit prašnost a hluk.

Podklady a literatura

Podklady

1. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví (v platném znění).
2. Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí v platném znění (č. 163/2006 Sb. a č. 216/2007 Sb).
3. Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší.
4. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
5. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění nařízení vlády 217/2016 Sb..
6. Autorizační návod (SZÚ AN 17/15) k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší
7. Autorizační návod (SZÚ AN 15/04 Veze 3) k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku
8. I/19 Starý Pelhřimov - obchvat. Rozptylová studie. HBH Projekt spol. s.r.o.,Brno, červenec 2018.
9. I/19 Starý Pelhřimov - obchvat. Hluková studie. HBH Projekt spol. s.r.o.,Brno, červenec 2018.

Literatura.

10. Berglund B, Lindval, T. (ed.): Community noise. J. Snabbtryck, Stockholm 1995, 232

pp.

11. Miedema H.M., Passchier-Vermeer W., Vos H.: Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance. TBO Inro report 2002-59, Delft, January 2003.
12. TNO Prevention and Health. Annoyance from Transportation Noise. Dostupné na internetu: <http://www.health.tno.nl/>
13. United States Environmental Protection Agency: Integrated Risk Information System.
14. World Health Organization: Air Quality Guidelines for Europe. Copenhagen 2000, 426 pp.
15. WHO Air Quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. World Health Organization, Geneva 2006.
16. WHO: Environmental Health Criteria 202. Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. WHO, Geneva 1998, Geneva, 880 pp.

V Brně dne 31. července 2018.

Prof. MUDr. J. Kotulán, CSc.