



II/360 JAROMĚŘICE NAD ROKYTNOU OBCHVAT

VYHODNOCENÍ VLIVŮ NA VEŘEJNÉ ZDRAVÍ

Listopad 2019

II/360 Jaroměřice nad Rokytnou obchvat

Vyhodnocení vlivů na veřejné zdraví

- ZADAL:** **Ing. Josef Gresl**
Sedmdesátá 7055
760 01 Zlín
- ZPRACOVAL:** **ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o.**
Roztylská 1860/1
148 00 Praha 4
e-mail: atem@atem.cz
tel.: 241 494 425
- VYPRACOVAL:** **Mgr. Robert Polák**
držitel osvědčení odborné způsobilosti pro oblast posuzování
vlivů na veřejné zdraví MZd, poř. č. osvědčení 3/2015
- SPOLUPRÁCE:** **Mgr. Jan Karel**



Listopad 2019

OBSAH

Ú V O D	4
1. METODIKA HODNOCENÍ	5
2. PODKLADY PRO HODNOCENÍ EXPOZICE.....	6
3. CHARAKTERISTIKA OBYTNÉ ZÁSTAVBY V OKOLÍ ZÁMĚRU	6
4. VLIVY ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ZDRAVÍ OBYVATEL	9
4.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek.....	9
4.1.1. Suspendované částice.....	9
4.1.2. Oxid dusičitý.....	11
4.1.3. Benzen	12
4.1.4. Benzo[a]pyren.....	13
4.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika.....	13
4.2.1. Suspendované částice.....	15
4.2.2. Oxid dusičitý.....	17
4.2.3. Benzen	18
4.2.4. Benzo[a]pyren.....	19
4.3. Nejistoty v hodnocení.....	19
5. VLIVY HLUKU NA ZDRAVÍ OBYVATEL	20
5.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek.....	20
5.2. Vyhodnocení expozice	23
5.3. Charakterizace rizika	24
5.4. Nejistoty v hodnocení.....	26
Z Á V Ě R	27
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	29

Ú V O D

Cílem předložené studie je vyhodnocení vlivu provozu záměru „II/360 Jaroměřice nad Rokytinou - obchvat“ na zdraví obyvatel žijících v dotčené lokalitě.

Předmětem uvažovaného záměru je výstavba západního obchvatu Jaroměřic nad Rokytinou, který vyvede tranzitní dopravu z centra města.

Ve studii je v souladu s podkladovými studiemi hodnocena výhledová situace ve výchozím stavu a ve stavu s provozem záměru, a to pro rok 2035, který odpovídá období deseti let od předpokládaného zprovoznění stavby.

Při posuzování možných vlivů na zdraví dotčené populace je nutno brát v úvahu obecně všechny faktory, které mohou mít dopad na lidské zdraví. Posuzovaný záměr nebude významným zdrojem elektromagnetického záření. V souvislosti s jeho realizací se nepředpokládá kontaminace zdrojů vod chemickými látkami ani patogenními organismy či jejich toxiny. Hlavními faktory, které mohou být realizací záměru významněji ovlivněny, budou tedy **hluk a znečištění ovzduší**. Podkladovými materiály pro vyhodnocení vlivů záměru na veřejné zdraví jsou rozptylová studie a hluková studie, které zpracoval Ing. Josef Gresl [1, 2].

V předkládaném vyhodnocení jsou uvažovány pouze vlivy působící při běžném provozu – jeho výsledky není možno vztáhnout na případy zvláštních situací, včetně havárií.

1. METODIKA HODNOCENÍ

Použitá metodika hodnocení vychází ze základních metodických postupů hodnocení zdravotních rizik (Health Risk Assessment) vypracovaných americkou Agenturou pro ochranu životního prostředí (US EPA) a s využitím autorizačních návodů SZÚ k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší AN 17/15 [3], k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku [4] a odborné literatury [5]. Postup hodnocení zdravotního rizika je sestaven ze čtyř navazujících kroků:

- **Identifikace nebezpečnosti** – jedná se o určení faktorů, které mají být hodnoceny, popis jejich vlastností se zaměřením na nebezpečnost pro člověka a podmínky, za kterých se může projevit.
- **Určení vztahu dávky a účinku** – kvantitativně hodnotí vztah mezi úrovní expozice danému faktoru (látce v ovzduší a mírou rizika).
- **Hodnocení expozice** – obsahuje kvalitativní vyjádření kontaktu hodnoceného faktoru s hranicemi organismu a kvantitativní vyjádření intenzity tohoto kontaktu. Cílem je získat informaci, jakými cestami, v jaké míře a v jakém množství je konkrétní populace vystavena působení hodnocené chemické látky, apod.
- **Charakterizace rizika** – obsahem této etapy je vyjádření míry zdravotního rizika exponované populace na základě poznatků o nebezpečnosti působícího faktoru a odhadu konkrétní expoziční úrovně. Jedná se o kvalitativní a kvantitativní popis odhadnutého zdravotního rizika pro sledovanou populaci, tj. výčet všech možných zdravotních poškození u sledované populace a uvedení pravděpodobnosti jejich vzniku. Je nutno popsat všechny výchozí podmínky a fakta zahrnutá do postupu hodnocení rizik, jakož i všechna zjednodušení a nejistoty, které se zde promítají. Takto hodnocená rizika je vždy nutno považovat za potenciální, avšak dostatečně pravděpodobná pro populaci v zájmovém území.

V souladu s Autorizačním návodem AN 17/15 je pak hodnocení členěno do následujících částí:

- podklady pro hodnocení expozice obyvatel, zahrnující též identifikaci hodnocených znečišťujících látek a podklady pro stanovení imisního pozadí,
- charakteristika obytné zástavby v okolí záměru,
- identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek,
- vyhodnocení expozice a charakterizace rizik,
- nejistoty v hodnocení,
- závěr.

2. PODKLADY PRO HODNOCENÍ EXPOZICE

Hodnocení vlivů imisní a hlukové zátěže na zdraví obyvatel, vyvolaných v souvislosti s realizací záměru, vychází ze zpracované rozptylové [1] a akustické studie [2]. Tyto studie jsou tedy základním a jediným podkladem pro hodnocení expozice obyvatel.

V rozptylové studii a následně i v předkládaném hodnocení jsou posuzovány změny koncentrací oxidu dusičitého, benzenu, suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} a benzo[a]pyrenu. Výběr látek odpovídá charakteru provozu, posuzovány jsou znečišťující látky, které jsou dle Autorizačního návodu relevantní pro hodnocení dopadů automobilové dopravy. V hodnocení je zohledněno i imisní pozadí, tedy je uvažováno s celkovými hodnotami jednotlivých imisních charakteristik v zájmovém území.

V případě hlukové studie je pak hodnocena úroveň hlukové zátěže v jednotlivých bodech reprezentujících obytnou zástavbu v okolí, a to samostatně pro denní a noční dobu.

3. CHARAKTERISTIKA OBYTNÉ ZÁSTAVBY V OKOLÍ ZÁMĚRU

Z hlediska obytné zástavby je trasa obchvatu vedena převážně mimo obydlené území. K okrajové části obytné zástavby se novostavba silnice II/360 přibližuje v místech křížení se stávajícími silnicemi III/36078 (ulice Nádražní/Sokolovská) a III/15228 (Bohušická). I v těchto místech se však obytná zástavba nachází ve vzdálenosti větší než 140 m od osy nové komunikace.

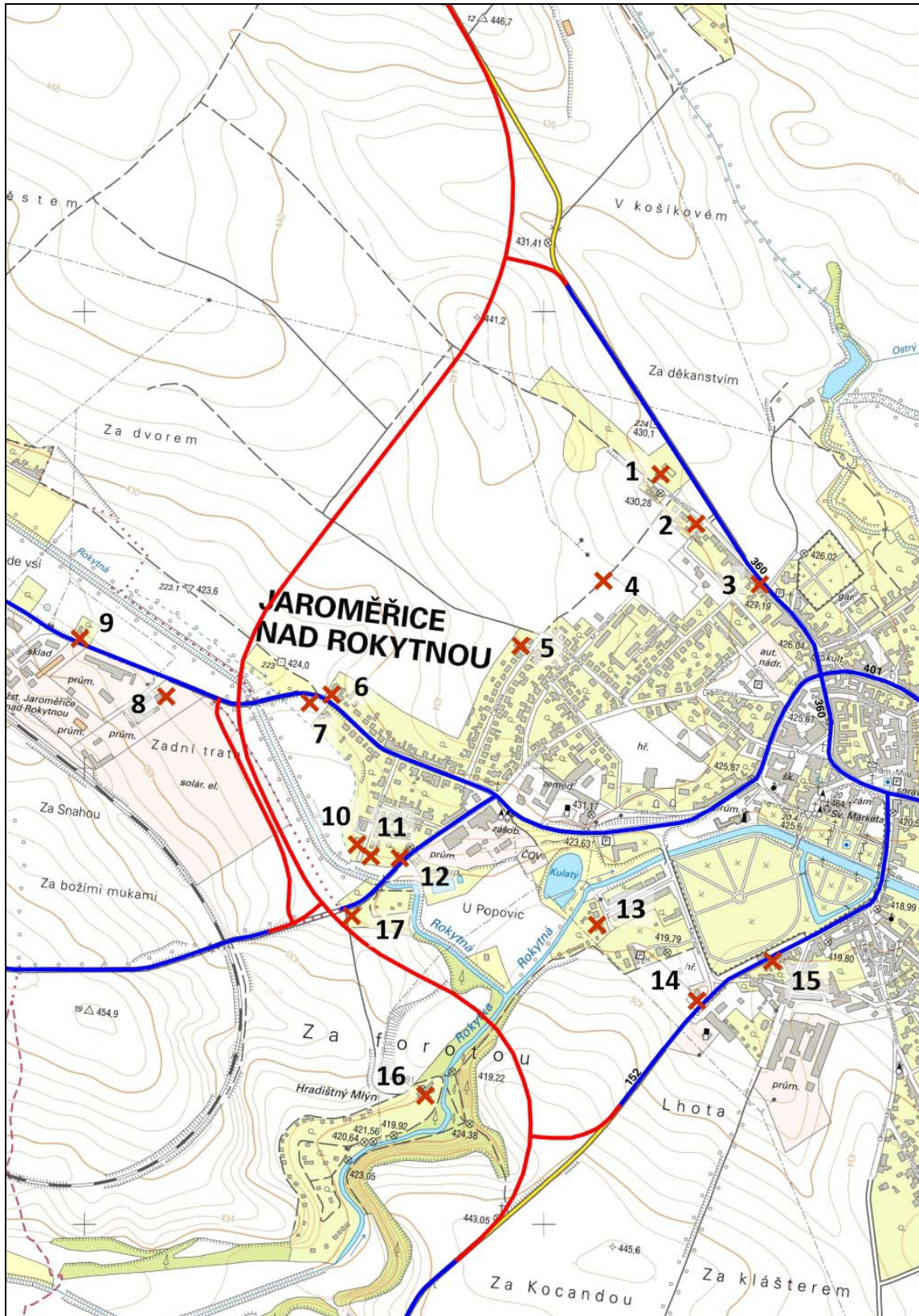
V rozptylové a akustické studii byly provedeny výpočty v 17 vybraných bodech obytné zástavby, jejichž umístění je zobrazeno na obr. 1., jejich přehled je pak uveden v tabulce 1.

Referenční body č. 01-03 a 14-15 reprezentují obytnou zástavbu v blízkosti stávajícího průtahu městem, tzn. ulic Březinova a Poděbradova.

Referenční body č. 04-16 pak reprezentují převážně okrajovou zástavbu jednotlivých částí města ve vztahu k plánovanému obchvatu Jaroměřic nad Rokytnou. Referenční body jsou zvoleny výhradně před chráněnými (obytnými) objekty.

Referenční bod č. 17 byl doplněn pro vyhodnocení vlivu stavby na rekreační oblast, jedná se o zahradní domek určený k rekreačnímu využití, který se nachází cca 30 m od osy plánované komunikace.

Obr. 1. Vybrané body obytné zástavby [1]



V obou studiích byly ovšem kromě toho provedeny i „plošné“ výpočty v síti referenčních bodů, použité pro grafickou prezentaci rozložení pásem imisní a hlukové zátěže. Pro účely kvantifikace byly odhadnuty počty obyvatel, které reprezentují jednotlivé výpočtové body. Nejedná se pouze o obyvatele daného objektu, ale do hodnocení jsou zahrnuti také obyvatelé okolních objektů, kteří mohou být zasaženi obdobným způsobem. Uvedený počet obyvatel je třeba brát jako přibližný odhad.

Tab. 1. Umístění vybraných bodů v prostoru obytné zástavby

Číslo bodu	Umístění bodu	Odhadovaný počet obyvatel
01	Březinova č.p. 48	20
02	Březinova č.p. 869	20
03	Březinova č.p. 79	50
04	Cigánkova č.p. 1114	10
05	Čapkova č.p. 940	50
06	Sokolovská č.p. 734	20
07	rozestavěný RD	20
08	Nádražní č.p. 772	10
09	Nádražní č.p. 771	10
10	Štefánikova 240	20
11	Štefánikova č.p. 867	20
12	Bohušická č.p. 862	20
13	Kaunicova č.p. 1027	50
14	Poděbradova č.p. 1129	10
15	Poděbradova č.p. 529	10
16	Kaunicova č.p. 194	10
17	Bohušická č.p. 1172 (rekreace)	-

Podle údajů Českého statistického úřadu bylo k roku 2019 v Jaroměřicích nad Rokytinou evidováno celkem 4 163 obyvatel. V současné době prochází veškerá doprava na silnicích II/360 a II/152 středem města Jaroměřice nad Rokytinou, dopravou je tedy nejvíce ovlivněna jeho centrální část. Trasa nové komunikace leží zcela mimo zastavěné území Jaroměřic nad Rokytinou i dalších sídel. Odvedením tranzitní dopravy mimo město lze předpokládat zčásti přesun negativních vlivů dopravy (emise, hluk, vibrace, nehodovost ad.) na obyvatelstvo mimo zastavěné území města. Určité vlivy na obyvatelstvo lze předpokládat v sídlech, přes která povedou trasy stavební dopravy ve fázi výstavby, ale tato informace není v současnosti zatím známa a vlivy nejsou vyhodnoceny ani v podkladových studiích.

4. VLIVY ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ZDRAVÍ OBYVATEL

4.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek

V rozptylové studii a následně v předkládané studii zdravotních rizik jsou posuzovány imisní příspěvky záměru ke koncentracím následujících znečišťujících látek:

- suspendované částice frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}
- oxid dusičitý
- benzen
- benzo[a]pyren

V následující kapitole jsou shrnuty informace o nebezpečnosti jednotlivých látek pro lidské zdraví s důrazem na inhalační expozici a potřebné údaje pro kvantifikaci vztahu dávka–účinek.

4.1.1. Suspendované částice

Suspendované částice v ovzduší představují složitou směs organických a anorganických látek. Jsou produkovány jak ve venkovním, tak i ve vnitřním prostředí. Jsou tedy důležitým faktorem, který způsobuje zhoršení zdravotního stavu.

Suspendované částice mají různou velikost, hmotnost a složení. Obecně je možné konstatovat, že [6]:

- při spalování pevných paliv bez odlučovačů převažují v emisích částice s aerodynamickým průměrem nad 10 μm, při spalování kapalných paliv je zastoupení těchto částic menší, avšak rovněž významné. S účinností odlučovače se zastoupení „hrubších frakcí“ výrazně snižuje, neboť tato zařízení odstraňují nejúčinněji právě velké částice prachu.
- ve zvířeném prachu v okolí silnic a průmyslových areálů lze obecně předpokládat nízké zastoupení jemných částic, podíl jednotlivých velikostních frakcí je však závislý na složení usazených částic, které byly zvířeny.
- v emisích z výfuků motorových vozidel jednoznačně dominují jemné částice do 2,5 μm (podíl částic se pohybuje okolo 90 %), většina emitovaných částic je menších než 1 μm.
- rovněž naprostá většina aerosolů vzniklých sekundárně v ovzduší (kondenzací plyných látek) je tvořena převážně jemnými částicemi do 2,5 μm.

Většina vlivů suspendovaných částic na zdraví spadá do oblasti dýchací a kardiovaskulární soustavy. Hlavní účinky působení suspendovaných částic na dýchací soustavu zahrnují dráždění dýchacích cest, exacerbaci existujících onemocnění, zvýšenou sekreci hlenu v průduškách a snížení obranyschopnosti dýchacího traktu vůči infekci. Suspendované částice však mají i další zdravotní účinky

mimo respirační soustavu. Jedná se především o urychlení procesu aterosklerózy nebo ovlivnění nervové regulace srdeční činnosti pronikáním ultra jemných částic do nervového systému [6]. Prokazatelný zdravotní účinek expozice suspendovaným částicím se uvádí již při průměrných ročních koncentracích částic $PM_{2,5}$ v rozmezí 11 – 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Specifické zdravotní účinky expozice suspendovaným částicím je však značně obtížné hodnotit, neboť silně závisí na velikosti částic a jejich složení. K obecnému (indikačnímu) hodnocení se proto používají epidemiologické ukazatele mortality (úmrtnosti) a morbidity (nemocnosti).

WHO [7] uvádí pro krátkodobou expozici vzestup celkové mortality o 0,5 % při zvýšení denní koncentrace $PM_{2,5}$ o 5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pro chronickou expozici se uvádí nárůst mortality o 6 % při zvýšení průměrných ročních koncentrací $PM_{2,5}$ o 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Směrné hodnoty WHO [7] jsou pak uvedeny v následující výši:

- částice $PM_{2,5}$ – 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro průměrné roční koncentrace a 25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro 24-hodinové koncentrace
- částice PM_{10} – 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro průměrné roční koncentrace a 50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro 24-hodinové koncentrace

Imisní limity jsou v ČR stanoveny pro suspendované částice PM_{10} ve výši 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro průměrné roční koncentrace a 50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro 24-hodinové hodnoty (s tolerovaným počtem 35 překročení v roce). Pro částice $PM_{2,5}$ je stanoven pouze limit pro průměrné roční koncentrace, a to v současnosti ve výši 25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, od roku 2020 pak ve výši 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

V předkládaném hodnocení jsou pro kvantifikaci rizika z expozice suspendovaným částicím (a obdobně i oxidu dusičitému, viz dále) použity funkce koncentrace – účinek, publikované Světovou zdravotnickou organizací v rámci projektu *Health risks of air pollution in Europe* (HRAPIE) [8]. Jedná se o vztahy odvozené na základě analýzy výsledků mnoha epidemiologických studií a dat o zdravotních ukazatelích u populace zemí EU. Jednotlivé faktory koncentrace a účinku jsou formulovány prostřednictvím relativního rizika (RR), které vyjadřuje rozdíl v pravděpodobnosti výskytu daného účinku v populaci exponované určitou úrovní koncentrací znečišťující látky vůči populaci neexponované. Vztah mezi koncentrací a pravděpodobností výskytu účinku (rizikem) je lineární. Pro vlastní charakterizaci rizika exponované populace se pak používá výpočet metodou atributivní frakce, popsany v kap. 4.2.

Doporučené vztahy jsou rozděleny do dvou skupin:

- skupina A – k dispozici jsou dostatečné údaje pro spolehlivou kvantifikaci účinků
- skupina B – údaje s vyšší mírou nejistoty ohledně přesnosti údajů použitých pro kvantifikaci účinků

V některých případech jsou dále kromě „základních“ výpočetních vztahů uvedeny i vztahy alternativní, použitelné v určitých situacích (např. není-li dostatek dat pro provedení výpočtu podle vztahu předchozího). Tabulka 2. shrnuje přehled hodnot relativního rizika, použitých v této studii, jedná se ve všech případech o „základní“ hodnoty RR. Uveden je vždy interval spolehlivosti (v závorce) a střední hodnota relativního rizika.

Tab. 2. Faktory koncentrace – účinek – suspendované částice [8]

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
PM _{2,5} roční průměr	úmrtnost u dospělých	> 30 let	A	1,062 (1,040 – 1,083)
PM ₁₀ roční průměr	kojenecká úmrtnost	0-1 rok	B	1,04 (1,02 – 1,07)
PM ₁₀ roční průměr	prevalence bronchitidy u dětí	6-12 let	B	1,08 (0,98 – 1,19)
PM ₁₀ roční průměr	incidence chronické bronchitidy u dospělých	> 18 let	B	1,117 (1,040 – 1,189)
PM _{2,5} denní průměr	hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	všichni	A	1,0091 (1,0017 – 1,0166)
PM _{2,5} denní průměr	hospitalizace s respiračními chorobami	všichni	A	1,019 (0,9982 – 1,0402)
PM _{2,5} roční průměr*	dny s omezenou aktivitou**	všichni	B	1,047 (1,042 – 1,053)
PM _{2,5} roční průměr*	dny pracovní neschopnosti	20-65 let (zaměstnaní)	B	1,046 (1,039 – 1,053)
PM _{2,5} denní průměr	příznaky astmatu u astmatických dětí	5-19 let	B	1,028 (1,006 – 1,051)

*) 2týdenní průměr přepočtený na roční průměr

***) nutno odečíst dny hospitalizace s kardiovaskulárními a respiračními chorobami a dny pracovní neschopnosti

4.1.2. Oxid dusičitý

Oxid dusičitý (NO₂) patří mezi nejčastěji sledované škodliviny při hodnocení vlivů spalovacích zdrojů (tj. zejména automobilové dopravy a vytápění budov) na kvalitu ovzduší a zdraví obyvatel. Ze zdrojů je emitován převážně oxid dusnatý (NO), který se ve vzduchu postupně oxiduje na NO₂, v malé míře je emitován přímo NO₂.

Při vstupu oxidu dusičitého do dýchacích cest je nejcitlivější oblastí průdušnice s průduškami a dále plicní sklípky (alveoly), kde dochází k náhradě alveolárního epitelu I. typu buňkami odolnějšími proti okysličování, které s narůstající koncentrací NO₂ postupně navíc hypertrofují. To vede ke snížení odolnosti plicní tkáně vůči infekcím.

Světová zdravotnická organizace (WHO) uvádí, že pro hodnocení vlivů akutní expozice NO₂ je možné uvažovat referenční koncentraci ve výši 200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pod touto

úrovní nebyly prokázány žádné účinky krátkodobých expozic NO₂, většina studií pak poukazuje na vznik zdravotního efektu až při hodnotách nad 500 µg.m⁻³. Naopak při vyšších koncentracích lze účinky považovat za prokázané. Tyto závěry vyplývají ze zhodnocení výsledků z mnoha studií na zvířatech i na lidských dobrovolnících [6, 7]. Česká legislativa stanovuje imisní limit pro hodinové koncentrace NO₂ na úrovni 200 µg.m⁻³.

U dlouhodobých expozic je situace složitější. Výsledky řady studií ukazují na vztah mezi úrovní průměrných ročních koncentrací NO₂ a výskytem astmatu a respiračních onemocnění; uvádějí se též poruchy vývoje funkce plic u dětí při dlouhodobě zvýšené expozici NO₂. Za rizikovou skupinu je možné považovat především děti s astmatem nebo s dědičnými předpoklady ke vzniku astmatu [6, 7]. WHO však současně uvádí, že kvantifikace rizika je poměrně obtížná, neboť oxid dusičitý zde často vystupuje jako reprezentativní ukazatel působení celého spektra znečišťujících látek. Z tohoto důvodu také WHO zachovává směrnou hodnotu pro průměrné roční koncentrace na úrovni 40 µg.m⁻³ i přesto, že některé studie poukazují na vznik respiračních příznaků i při hodnotách nižších. Spíše se však doporučuje provádět hodnocení souhrnného účinku znečištění ovzduší na základě vztahů pro suspendované částice. Ve výši 40 µg.m⁻³ je stanoven i platný imisní limit.

Projekt HRAPIE [8] dále uvádí následující hodnoty relativního rizika pro jednotlivé účinky dlouhodobé expozice NO₂. Charakteristika hodnot a použitého zdroje dat je uvedena v předchozí kapitole.

Tab. 3. Faktory koncentrace – účinek – oxid dusičitý [8]

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o 10 µg.m ⁻³
NO ₂ roční průměr (nad 20 µg.m ⁻³)	úmrtnost u dospělých	> 30 let	B	1,055 (1,031 – 1,080)
NO ₂ roční průměr	prevalence bronchitidy u astmatických dětí	5-14	B	1,21 (0,99 – 1,06)
NO ₂ 24hod průměr	hospitalizace s respiračními chorobami	všichni	A	1,018 (1,0115 – 1,0245)

4.1.3. Benzen

Benzen se do ovzduší dostává v emisích z automobilové dopravy jednak jako produkt spalování a jednak jako součást nespálených podílů paliva (v automobilovém benzínu se vyskytuje v množství cca 0,5 – 2 %, u motorové nafty je podíl nevýznamný). Ovzduší je hlavním zdrojem expozice člověka benzenem. Je však nutno počítat s výraznými individuálními rozdíly vlivem kouření, které může znamenat několikanásobné zvýšení expozice.

Ve vysokých koncentracích (které se však nevyskytují ve vnějším ovzduší) má benzen akutní účinky dráždivé a neurotoxické. V nízkých dávkách (které se mohou v ovzduší vyskytovat) pak při dlouhodobém působení utlumuje tvorbu krvinek a předpokládá se i jeho vliv na iniciaci leukémie. Z tohoto důvodu řadí US EPA i IARC benzen mezi prokázané lidské karcinogeny. Světová zdravotnická organizace [6] uvádí pro benzen hodnotu jednotkového rakovinového rizika $UCR = 6 \times 10^{-6} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$. Jednoduchou extrapolací pak lze stanovit míru karcinogenního rizika v závislosti na koncentraci této látky ve volném ovzduší:

Pravděpodobnost výskytu leukémie	Koncentrace
10^{-5} (1 v 100 000)	$1,6 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$
10^{-6} (1 v 1 000 000)	$0,16 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

Imisní limit je stanoven ve výši $5 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, což odpovídá hodnotě karcinogenního rizika při celoživotní expozici na úrovni 3×10^{-5} .

4.1.4. Benzo[a]pyren

Skupina polyaromatických uhlovodíků (PAH) zahrnuje několik set sloučenin, které vznikají zejména při nedokonalém spalování organického materiálu. Hlavními účinky na zdraví lidí jsou mutagenita a karcinogenita, naopak systémově toxické účinky jsou pravděpodobně malé (testováno na zvířatech). U řady PAH s vyšším bodem varu se považují za prokázané vlivy mutagenita a karcinogenita, přičemž benzo[a]pyren je jednou ze sloučenin, u kterých byla zjištěna nejsilnější karcinogenita.

Benzo[a]pyren je podle IARC řazen do skupiny 1 jako prokázaný lidský karcinogen. Vzhledem k jeho karcinogenitě nelze stanovit žádnou bezpečnou hranici. WHO [6] stanovuje směrnou hodnotu jednotkového karcinogenního rizika pro benzo[a]pyren ve výši $8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.

4.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika

V podkladové rozptylové studii [1] jsou vyhodnoceny hodnoty celkové imisní zátěže v zájmovém území z podkladů ČHMÚ a příspěvky automobilové dopravy z hodnocených komunikací.

Následující tabulka ukazuje přehled výsledků rozptylové studie pro body reprezentující trvale obytnou zástavbu v zájmovém území. Jedná se o rozdílové hodnoty vlivu záměru.

Tab. 4. Změny v imisní zátěži vlivem záměru ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, B[a]P $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)

Výpočtový bod	Částice PM ₁₀	Částice PM _{2,5}	Oxid dusičitý		Benzen	B[a]P
	IH _r	IH _r	IH _r	IH _k	IH _r	IH _r
1_Březinova č.p. 48	-0,357	-0,094	-0,016	-0,774	-0,002	-0,004
2_Březinova č.p. 869	-0,365	-0,098	-0,019	-0,915	-0,003	-0,005
3_Březinova č.p. 79	-0,796	-0,213	-0,041	-1,956	-0,006	-0,010
4_Cigánkova č.p. 1114	0,034	0,007	-0,002	0,348	0,000	-0,001
5_Čapkova č.p. 940	0,125	0,031	0,002	0,427	0,000	0,000
6_Sokolovská č.p. 734	0,339	0,085	0,008	0,053	0,001	0,002
7_rozestavěný RD	0,376	0,094	0,009	0,011	0,001	0,002
8_Nádražní č.p. 772	0,200	0,050	0,006	0,290	0,001	0,001
9_Nádražní č.p. 771	-0,005	-0,001	0,001	-0,062	0,000	0,000
10_Štefánikova 240	0,414	0,104	0,010	-0,035	0,001	0,002
11_Štefánikova č.p. 867	0,391	0,098	0,009	-0,027	0,001	0,002
12_Bohušická č.p. 862	0,276	0,069	0,006	-0,042	0,001	0,001
13_Kaunicova č.p. 1027	0,070	0,016	-0,001	0,201	0,000	0,000
14_Poděbradova č.p. 1129	-0,216	-0,061	-0,017	-1,364	-0,003	-0,005
15_Poděbradova č.p. 529	-0,378	-0,103	-0,024	-1,198	-0,004	-0,007
16_Kaunicova č.p. 194	0,304	0,076	0,007	0,199	0,001	0,001

Do vyhodnocení zdravotních rizik jsou dále zahrnuty body reprezentující trvale obytnou zástavbu. Důvodem je skutečnost, že i jednotlivé výpočetní vztahy pro kvantifikaci dopadů imisní zátěže na lidské zdraví byly odvozeny z dlouhodobého (až celoživotního) působení, a to právě pro trvalé bydlení. Výsledky získané předkládanou metodikou tak nelze vztáhnout na zástavbu s rekreačním charakterem užití.

V následujícím textu je pak provedena kvantifikace očekávaných dopadů zjištěných změn v imisní zátěži změn na zdraví ovlivněné populace.

V případě hodnocení vlivů expozice suspendovaným částicím a oxidu dusičitému na základě hodnot relativního rizika dle projektu HRAPIE [8] je vyhodnocení v souladu s AN 17/15 [4] provedeno metodou výpočtu atributivní frakce, jejímž výstupem je počet osob dotčených příslušným účinkem u exponované populace. Popis výpočtu uvádí např. metodika COŽP UK pro vyhodnocení celospolečenských dopadů znečištěného ovzduší [9]. Počet osob, dotčených daným účinkem, je pro látky s bezprahovým účinkem dán vztahem:

$$\text{IMP} = \text{EXP} \times \text{AGF} \times \text{RGF} \times \text{BGR} \times [1 + \text{C} \times (\text{RR} - 1)/10],$$

kde:

- IMP je četnost výskytu výsledného dopadu, vyjádřená v jednotkách dle podkladové tabulky RR (např. počet osob dotčených daným účinkem, počet případů bronchitidy, počet hospitalizací, počet dnů s omezenou aktivitou, dnů pracovní neschopnosti apod.)
- C je koncentrace znečišťující látky v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- EXP je exponovaná populace (počet osob)
- AGF je podíl věkové skupiny, které se účinek týká, v rámci celé populace
- RGF je podíl případné rizikové skupiny, které se účinek týká, (je-li uvažována), jako jsou např. astmatici, v rámci příslušné věkové skupiny obyvatel
- BGR je četnost výskytu výsledného dopadu v pozad'ové (neexponované) populaci
- RR je relativní riziko při zvýšení koncentrace o $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

U prahového účinku (NO_2 – úmrtnost u dospělých) je výpočet obdobný s tím, že efekt je uvažován až od hodnoty $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Dále, jak je z tabulek 1 a 2 patrné, v některých případech je vstupní hodnotou pro výpočet denní (tj. nikoli roční) průměr koncentrací. V těchto případech je v předložené studii počítáno s průměrnou roční koncentrací, která je z principu průměrem denních hodnot s tím, že tam, kde je to relevantní, je příslušná hodnota BGR sumarizována za celý rok. Stejně tak tam, kde je dle projektu HRAPIE uvažována 2týdenní hodnota přepočtená na roční průměr, je zde počítáno přímo s ročním průměrem. Hodnoty AGF (podíly jednotlivých věkových skupin populace) byly převzaty dle údajů ČSÚ pro kraj Vysočina. Hodnoty RGF a BGR byly uvažovány dle projektu HRAPIE.

V případě látek s potenciálně karcinogenním účinkem – benzen a benzo[a]pyren – je vyhodnocení provedeno obdobně s tím rozdílem, že hodnoty AGF, RGF a BGR jsou rovny jedné (efekt se týká vždy celé dotčené populace) a výsledný dopad je kvantifikován ve formě počtu obyvatel na 1 nový případ vzniku daného účinku.

4.2.1. Suspendované částice

Výskyt zvýšených koncentrací suspendovaných částic v ovzduší je obecně spojován s výskytem respiračních chorob (kašel, bronchitida), snížením funkce plic, kardiovaskulárními nemocemi a dle některých podkladů i s astmatem.

Pro **chronickou expozici** uvádí WHO směrnou hodnotu průměrné roční koncentrace PM_{10} ve výši $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a částic $\text{PM}_{2,5}$ ve výši $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnoty průměrných ročních koncentrací částic PM_{10} se v řešené oblasti bez vlivu záměru (imisní pozadí – pětileté průměry 2014 – 2018) pohybují v rozmezí $18,3 - 20,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, u částic $\text{PM}_{2,5}$ pak $14,1 - 15,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Z výsledků hodnocení vyplývá, že už vzhledem k úrovni imisního pozadí je nutno ve výpočtovém území očekávat výskyt zvýšeného zdravotního rizika v případě frakce $\text{PM}_{2,5}$ a v části území i v případě frakce PM_{10} . Obdobná situace se však vyskytuje na většině území ČR.

V tabulce 5 je provedeno vyhodnocení změn v četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [8] (viz tab. 2.) na základě výpočetního postupu uvedeného v úvodu kap. 4.2. Hodnocení je samostatně provedeno pro lokalitu s nejvyšším nárůstem imisní zátěže (bod č. 10 – Štefánkova 240, kde byl vypočten nárůst koncentrací částic PM₁₀ o 0,414 μg.m⁻³ a částic PM_{2,5} o 0,104 μg.m⁻³) a dále pak pro celou dotčenou populaci (všech 16 výpočtových bodů charakterizujících trvale obytnou zástavbu). Jak již bylo uvedeno výše, počet obyvatel je třeba brát jako přibližný.

Tab.5. Vyhodnocení změn zdravotního rizika z expozice suspendovaným částicím v obytné zástavbě

Suspendované částice PM ₁₀			
Výpočtový bod		10 Štefánkova 240	Celá dotčená populace
Změna imisní zátěže (μg.m ⁻³)		+0,414	-0,796 až + 0,414
Počet obyvatel		20	350
Kojenecká úmrtnost (do 1 roku)	Výchozí stav	0,000552	0,009651
	Stav se záměrem	0,000552	0,009651
	Rozdíl	0,000000	0,000000
Prevalence bronchitidy u dětí 6-12 let	Výchozí stav	0,318227	5,568964
	Stav se záměrem	0,319133	5,567964
	Rozdíl	0,000906	-0,001000
Incidence chronické bronchitidy u dospělých (> 18 let)	Výchozí stav	0,077300	1,352753
	Stav se záměrem	0,077603	1,352419
	Rozdíl	0,000303	-0,000334
Suspendované částice PM _{2,5}			
Výpočtový bod		10 Štefánkova 240	Celá dotčená populace
Nárůst imisní zátěže (μg.m ⁻³)		+0,104	-0,213 až +0,104
Počet obyvatel		20	350
Úmrtnost u dospělých > 30 let (počet osob)	Výchozí stav	0,2140	3,7446
	Stav se záměrem	0,2141	3,7444
	Rozdíl	0,0001	-0,0002
Hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	Výchozí stav	0,6172	10,8002
	Stav se záměrem	0,6172	10,8001
	Rozdíl	0,0000	-0,0001
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	0,2692	4,7111
	Stav se záměrem	0,2693	4,7110
	Rozdíl	0,0001	-0,0001
Dny s omezenou aktivitou	Výchozí stav	232,02	4060,34
	Stav se záměrem	232,13	4060,16
	Rozdíl	0,11	-0,18
Dny pracovní neschopnosti	Výchozí stav	175,07	3063,68
	Stav se záměrem	175,14	3063,55
	Rozdíl	0,07	-0,13
Příznaky astmatu u astmatických dětí	Výchozí stav	6,8309	119,5414
	Stav se záměrem	6,8328	119,5383
	Rozdíl	0,0019	-0,0031

hodnoty odpovídající imisnímu pozadí ve výši 20,3 μg.m⁻³ pro částice PM₁₀ a 15,7 μg.m⁻³ pro částice PM_{2,5}

Z tabulky je patrné, že realizace záměru úroveň zdravotního rizika z expozice obyvatel suspendovaným částicím nijak výrazně nezmění. Z celkového pohledu dojde k poklesu míry zdravotního rizika, přičemž ani v části obytné zástavby s nejvyšším nárůstem imisní zátěže nedojde k jakkoliv znatelnému nárůstu rizika. Nárůst kojenecké úmrtnosti (vlivem expozice částicím PM₁₀) nepřekročí jednu miliontinu případu, v případě úmrtnosti u dospělých (expozice částicím PM_{2,5}) bude nárůst rizika na úrovni jedné desetitisíciny nového případu. Stejně tak všechny ostatní ukazatele byly vypočteny pod hranicí jednoho nového případu.

4.2.2. Oxid dusičitý

Z **chronických účinků** NO₂ jsou nejčastěji popisovány strukturální plicní změny a zvýšení vnímavosti vůči bakteriím a virovým infekcím.

Jak je zřejmé z vyhodnocení v podkladové rozptylové studii, nebude ve výchozím stavu ani ve stavu po realizaci záměru v žádné části výpočtové oblasti překročena směrná hodnota dle WHO. Hodnoty průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého se v řešené oblasti bez vlivu záměru (imisní pozadí – pětileté průměry 2014 – 2018) pohybují v rozmezí 8,8 – 10,3 µg.m⁻³, tj. nejvýše do 26 % směrné hodnoty.

V tabulce 6 je provedeno vyhodnocení změn v četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [8] (viz tab. 3.) na základě výpočetního postupu uvedeného v úvodu kap. 4.2. Hodnocení je opět provedeno samostatně pro lokalitu s nejvyšším nárůstem imisní zátěže (bod č. 10 – Štefánkova 240, kde byl vypočten nárůst koncentrací oxidu dusičitého o 0,010 µg.m⁻³) a dále pak pro celou dotčenou populaci (všech 16 výpočtových bodů charakterizujících trvale obytnou zástavbu). Jak již bylo uvedeno výše, počet obyvatel je třeba brát jako přibližný.

Tab. 6. Vyhodnocení změn zdravotního rizika z expozice oxidu dusičitému

Výpočtový bod	10_Štefánkova 240	Celá dotčená populace
Změna imisní zátěže (µg.m ⁻³)	+0,010	-0,041 až +0,010
Počet obyvatel	20	350
Hospitalizace s respiračními chorobami (počet případů)	Výchozí stav	0,264984
	Stav se záměrem	0,264989
	Rozdíl	0,000005
Úmrtnost u dospělých > 30 let (počet případů)	Výchozí stav	0,192174
	Stav se záměrem	0,192174
	Rozdíl	0,000000
Prevalence bronchitidy u dětí 5-14 (počet případů)	Výchozí stav	0,039107
	Stav se záměrem	0,039114
	Rozdíl	0,000007

hodnoty odpovídající imisnímu pozadí ve výši 10,3 µg.m⁻³

Stejně jako v případě suspendovaných částic, ani u oxidu dusičitého nedojde vlivem záměru k jakkoli rozpoznatelným změnám v úrovni zdravotního rizika obyvatel žijících v okolí. Z celkového pohledu dojde k poklesu míry zdravotního rizika (v případě úmrtnosti u dospělých nebyly vzhledem k nízkým pozadovým hodnotám imisní zátěže, zaznamenány žádné změny v míře zdravotního rizika), přičemž ani v části obytné zástavby s nejvyšším nárůstem imisní zátěže nedojde k jakkoliv znatelnému nárůstu rizika.

Pro vyhodnocení **akutní expozice** NO₂ je možné za bezpečnou mez, pod níž nedochází ke vzniku zdravotního rizika, použít směrnou hodnotu stanovenou WHO pro hodinové koncentrace ve výši 200 µg.m⁻³. Pro stanovení údajů o imisním pozadí je v tomto případě nutno použít data z měření na stanicích monitorovací sítě, neboť plošné vyhodnocení ČHMÚ (čtverce s pětiletými průměry) neuvádí hodnoty hodinových koncentrací. Maximální hodnota hodinové koncentrace NO₂ naměřená v roce 2018 na stanici Jihlava činí 65,4 µg.m⁻³. Nejvyšší příspěvek dopravy ve výchozím stavu k maximální hodinové koncentraci NO₂ činí 5,041 µg.m⁻³, ve stavu se záměrem pak 3,085 µg.m⁻³. Vlivem provozu záměru tedy není třeba v žádné části výpočtové oblasti očekávat výskyt zvýšeného rizika z akutní expozice NO₂.

4.2.3. Benzen

Benzen je prokázáný humánní karcinogen. V rámci tohoto vyhodnocení byla použita hodnota jednotkového rizika stanovená WHO ve výši 6×10^{-6} (µg.m⁻³)⁻¹. Tato hodnota znamená, že koncentrace benzenu 1 µg.m⁻³ zvyšuje (při celoživotní expozici – po dobu 70 let) riziko incidence leukémie o 6 případů na 1 milion osob. Neexistuje tedy bezpečná mez. Evropská a česká legislativa tyto skutečnosti respektuje s tím, že pro účely ochrany zdraví obyvatel musela být přijata určitá dlouhodobá (roční) limitní hodnota, která by v podstatě vyjádřila ještě přijatelnou (referenční) mez karcinogenního rizika. Dle dostupných podkladů a v souladu s informacemi Státního zdravotního ústavu je doporučeno uvažovat nejvyšší přijatelné hodnoty v řádu 10⁻⁶.

Úroveň imisního pozadí v řešeném území činí 0,8 – 1,0 µg.m⁻³. Tomuto rozpětí odpovídá míra karcinogenního rizika 4,8 – 6,0 × 10⁻⁶. Jedná se tedy o hodnoty na hranici přijatelné míry rizika. Vlivem uvedení záměru do provozu byly v jednotlivých bodech vypočteny změny v imisní zátěži v rozmezí -0,006 µg.m⁻³ až +0,001 µg.m⁻³. Celkově převažuje snížení míry zdravotního rizika. V oblasti s vypočteným nejvyšším nárůstem imisní zátěže (o 0,001 µg.m⁻³) lze očekávat nárůst rizika výskytu zdravotních účinků z chronické expozice benzenu nejvýše 6,0 × 10⁻⁹ – tj. 1 případ na více než 166 milionů obyvatel. Vzhledem k počtu zasažených obyvatel lze konstatovat, že vypočtené změny zdravotních rizik ve smyslu ohrožení zdraví jsou zcela nevýznamné.

4.2.4. Benzo[a]pyren

Pro vyhodnocení rizika z expozice B(a)P byla použita hodnota jednotkového rizika stanovená WHO pro celoživotní expozici ve výši $8,7 \times 10^{-5} (\text{ng.m}^{-3})^{-1}$. Tato hodnota znamená, že koncentrace benzo[a]pyrenu v 1 ng.m^{-3} zvyšuje (při celoživotní expozici – po dobu 70 let) riziko výskytu rakoviny o 8,7 případů na 100 tisíc osob. Nejvyšší přijatelné riziko je opět uvažováno v řádu 10^{-6} .

Obecně je hlavním zdrojem emisí spalování pevných paliv v prostoru obytné zástavby. Z údajů v rozptylové studii vyplývá, že v zájmovém území je možné očekávat ve výchozím stavu hodnoty v rozpětí od 0,3 do $0,6 \text{ ng.m}^{-3}$, v území je tak překročena hranice přijatelné míry rizika. Jedná se však o situaci typickou pro všechna osídlená území. Úroveň přijatelného rizika v řádu 10^{-6} by byla dosažena teprve při koncentraci na úrovni $0,1 \text{ ng.m}^{-3}$ nebo nižších, což je hodnota několikanásobně překročena na všech měřicích stanicích v ČR.

Hodnotám $0,3 - 0,6 \text{ ng.m}^{-3}$, které byly zaznamenány ve výchozím stavu, odpovídá riziko zvýšení výskytu rakoviny cca o 2,6 – 5,2 případů na 100 tisíc obyvatel.

Vlivem uvedení záměru do provozu byly v jednotlivých bodech vypočteny změny v imisní zátěži v rozmezí $-0,010 \text{ ng.m}^{-3}$ až $+0,002 \text{ ng.m}^{-3}$. Celkově převažuje snížení míry zdravotního rizika. V oblasti s vypočteným nejvyšším nárůstem imisní zátěže (o $0,002 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$) lze očekávat nárůst karcinogenního rizika na úrovni $1,74 \times 10^{-7}$ (jeden případ na téměř 5,8 milionů obyvatel). Vzhledem k počtu zasažených obyvatel se vypočtené změny ve zdravotním riziku v reálné situaci rozpoznatelně neprojeví.

4.3. Nejistoty v hodnocení

Při interpretaci výsledků hodnocení vlivů na obyvatelstvo je nutno zohlednit nejistoty, kterými je vzhledem k současnému stavu poznání hodnocení zatíženo. Jedná se o nejistoty v následujících oblastech:

- stanovení koncentrací pomocí emisně-imisního modelování
- expoziční scénář pro obyvatelstvo žijící v okolí, pohyb obyvatel mimo bydliště a jejich výskyt ve vnějším prostředí
- ovlivnění individuálního rizika profesionální expozicí, životním stylem (zejména kouřením) a migrací
- dostupné informace o vztahu mezi úrovní koncentrací znečišťujících látek a jejich zdravotními účinky.
- stanovení referenčních koncentrací a směrných hodnot pro znečišťující látky.

Přes uvedené nejistoty lze údaje považovat za dostatečně spolehlivé ve vztahu k závěrům o vlivu řešeného záměru na celkovou míru zdravotního rizika.

5. VLIVY HLUKU NA ZDRAVÍ OBYVATEL

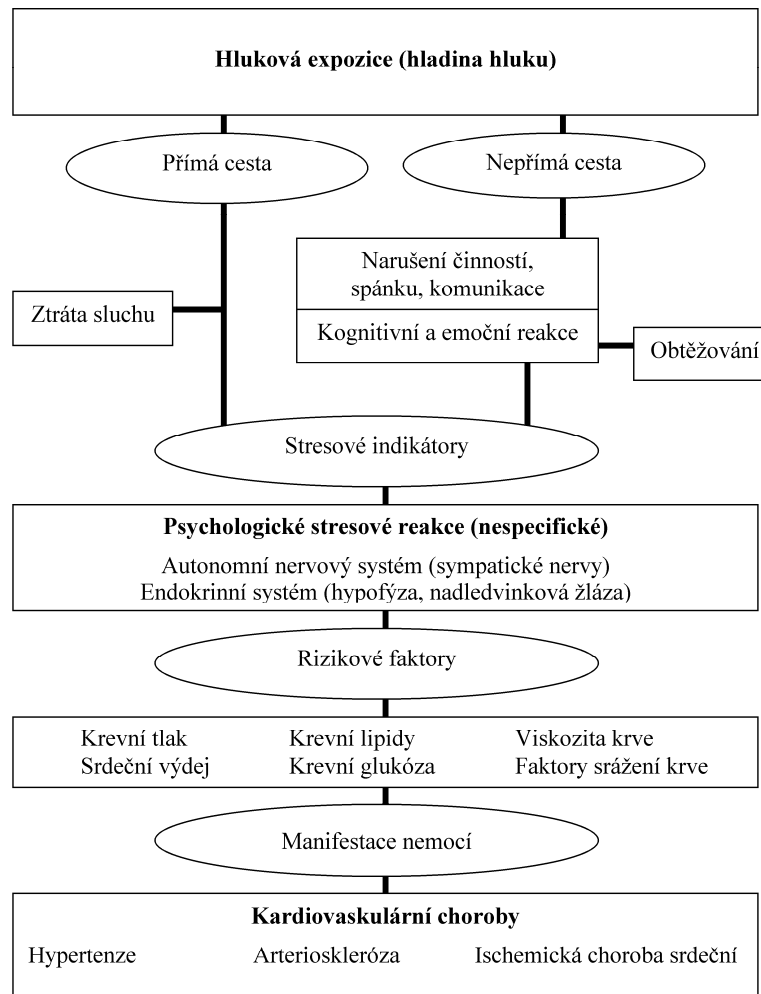
5.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek

Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení jeho funkcí, ke snížení kompenzační kapacity vůči stresu nebo zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí. Účinky hluku na lidské zdraví je možné s určitým zjednodušením rozdělit na účinky specifické, projevující se při ekvivalentní hladině hluku nad 85 až 90 dB poruchami činnosti sluchového analyzátoru a na účinky nespecifické (mimosluchové), kdy dochází k ovlivnění funkcí různých systémů organismu.

Při běžné expozici hluku z dopravy se projevují zejména systémové (nespecifické) účinky, které jsou spojeny zejména s rušením spánku a se stresovou reakcí na obtěžování hlukem. Nejvíce průkazných dat o zdravotním riziku se týká poškození sluchového aparátu (u specifických účinků), psychických obtíží a vlivů na kardiovaskulární systém; omezené důkazy jsou v případě vlivů na hormonální systém, imunitní funkce organismu, biochemické funkce, nervové funkce a další. Hluk působí jako obtěžující a rušivý faktor, ztěžuje řečovou komunikaci, způsobuje rušení spánku s navazujícími efekty (únava, nespavost, náchylnost k úrazům, snížení výkonnosti) atd. Pro kvantifikaci těchto účinků z hlediska výsledného ovlivnění zdraví zatím není dostatek dat, proto se pro souhrnné vyjádření nespecifických dopadů hluku na člověka standardně používají přímo ukazatele obtěžování a rušení spánku.

Obrázek 2 ukazuje zjednodušené příčinné schéma působení hluku na zdraví dle [10] v řetězci hluková expozice – fyziologická (stresová) reakce organismu – biologická odezva a vznik onemocnění. Účinek vzniká jak přímo prostřednictvím nervových interakcí, tak i nepřímo v důsledku vnímání zvuku. Přitom „přímá“ cesta působí i při nízkých hladinách hluku během spánku, tj. i bez subjektivního rušení.

Obr. 2. Schéma účinků hluku



(zdroj: Babisch 2002 in [10])

Nespecifické působení hluku je považováno za bezprahové (tj. nelze stanovit bezpečnou mez, pod níž se již účinek nevyskytuje), v praxi se však pracuje s určitými mezními hodnotami, nad nimiž se projevuje závislost účinku na hlukové expozici. Tyto mezní hodnoty uvádí tabulka 7. Údaje o vlivech nočního hluku vycházejí z dokumentu WHO Night Noise Guidelines for Europe, vydaného v říjnu 2009 [10].

Tab. 7. Přehled účinků a mezních hodnot – noční hluk [10]

Přehled účinků a mezních hodnot dostatečně prokázaných			
Účinek		Ukazatel	Mezní hodnota
Biologické účinky	Změny v kardiovaskulární aktivitě	*	*
	Nabuzení EEG	$L_{Amax,uvnitř}$	35 dB
	Pohyby, počátek pohybů	$L_{Amax,uvnitř}$	32 dB
	Změny v délce různých fází spánku, struktury a fragmentace spánku	$L_{Amax,uvnitř}$	35 dB
Kvalita spánku	Buzení během noci nebo příliš brzo ráno	$L_{Amax,uvnitř}$	42 dB
	Prodloužení úvodní fáze spánku, obtížnější usínání	*	*
	Fragmentace spánku, zkrácení doby spánku	*	*
	Nárůst průměrné pohyblivosti při spánku	$L_{noc,venku}$	42 dB
Subjektivní pohoda	Subjektivně vnímané rušení spánku	$L_{noc,venku}$	42 dB
	Užívání sedativ a léků navozujících spánek	$L_{noc,venku}$	40 dB
Zdravotní stav	Nespavost vlivem prostředí	$L_{noc,venku}$	42 dB
Přehled účinků a mezních hodnot částečně prokázaných**			
Účinek		Ukazatel	Mezní hodnota
Biologické vlivy	Změny v hladinách (stresových) hormonů	*	*
Subjektivní pohoda	Ospalost/únava během následujícího dne a večera	*	*
	Zvýšená podrážděnost během dne	*	*
	Zhoršené mezilidské vztahy	*	*
	Stížnosti	$L_{noc,venku}$	35 dB
	Zhoršené rozpoznávací schopnosti	*	*
Zdravotní stav	Nespavost	*	*
	Zvýšený krevní tlak	$L_{noc,venku}$	50 dB
	Obezita	*	*
	Deprese (u žen)	*	*
	Infarkt myokardu	$L_{noc,venku}$	50 dB
	Snížení očekávané délky života (předčasná úmrtnost)	*	*
	Psychické poruchy (Pracovní) úrazy	$L_{noc,venku}$	60 dB

* Ačkoliv byl prokázán výskyt nepříznivých vlivů, nelze stanovit přesné mezní hodnoty nebo ukazatele

** V důsledku omezeného rozsahu podkladů mají mezní hodnoty omezenou váhu; jsou založeny vesměs na expertním posouzení podkladů. Jsou zde však důkazy nebo kvalitní podklady o příčinném vztahu. Často jde o rozsáhlé nepřímé důkazy, které ukazují na vztah mezi hlukovou expozicí a fyziologickými změnami, které mají nepříznivý dopad na zdraví

V případě denního hluku byly hodnoceny ukazatele obtěžování a zvýšení míry kardiovaskulárního rizika, popsané níže.

Je nutno uvést, že v běžné populaci existují výrazné individuální rozdíly v citlivosti vůči nepříznivým účinkům hluku, a proto se mohou vyskytnout tyto účinky u citlivé části populace i při hladinách hluku významně nižších.

Pro vyhodnocení vlivů hlukové zátěže v řešeném území byly použity následující postupy:

- pro vlivy **obtěžování obyvatel** byly použity vztahy dle Miedemy (2001) [13] pro určení procentuelního podílu obyvatel obtěžovaných a silně obtěžovaných hlukem. Jedná se o postup standardně užívaný a doporučený v zemích EU [12, 14]. Hodnocení bylo provedeno pomocí deskriptoru L_{dn} (hluk den-noc).
- pro **subjektivně vnímané rušení spánku** byly použity vztahy dle [14], které byly převzaty i do aktuální směrnice WHO [10].
- pro výpočet **kardiovaskulárního rizika** byl uvažován výpočet nárůstu počtu případů infarktu myokardu dle Babische [15], který uvažuje vztah pro stanovení hodnoty tzv. poměru šancí (OR = odds ratio) na základě meta-analýzy studií vztahu mezi úrovní hluku a kardiovaskulárním rizikem a jehož závěry byly převzaty do směrnice WHO [10].

Použité výpočetní vztahy jsou pak uvedeny v následujícím přehledu:

1. Obtěžování – součet procentního podílu osob obtěžovaných a silně obtěžovaných:

$$A = 1,732 \times 10^{-4} \times (L_{dn} - 37)^3 + 2,079 \times 10^{-2} \times (L_{dn} - 37)^2 + 0,556 \times (L_{dn} - 37)$$

2. Rušení spánku – součet procentního podílu osob s rušením a silným rušením spánku:

$$SD = 13,8 - 0,85 \times L_n + 0,0167 \times L_n^2$$

3. Nárůst počtu případů infarktu myokardu (IM):

$$OR = 1,629657 - 0,000613(L_{day,16h})^2 + 0,000007357(L_{day,16h})^3$$

výchozí výskyt IM: 2,5 případu na 1 000 obyvatel ročně

5.2. Vyhodnocení expozice

Tabulka 8 uvádí přehled výsledků akustické studie [2] pro jednotlivé výpočtové body reprezentující obytnou zástavbu v hodnoceném území. Značení jednotlivých bodů je provedeno v souladu s podkladovou akustickou studií. Výše uvedené zdravotní účinky hluku se projevují teprve při dlouhodobém působení (řádově až desítky let). Pro kvantifikaci jsou opět vybrány pouze body reprezentující trvale obytnou zástavbu, nikoliv objekty s rekreačním využitím.

Tab. 8. Hluková zátěž z dopravy (rok 2035)

Bod_podlaží		Počet obyvatel	Denní doba			Noční doba		
			Výchozí stav	Stav se záměrem	Rozdíl	Výchozí stav	Stav se záměrem	Rozdíl
01	1	20	54,6	51,9	-2,7	46,2	43,8	-2,4
02	1	20	52,9	50,5	-2,4	44,6	42,4	-2,2
03	1	50	66,5	64,1	-2,4	58,3	56,1	-2,2
04	1	10	41,5	41,0	-0,5	33,1	32,6	-0,5
05	1	25	36,7	40,1	3,4	28,4	31,5	3,1
	2	25	37,9	40,9	3,0	29,6	32,3	2,7
06	1	10	54,3	54,2	-0,1	45,8	45,6	-0,2
	2	10	54,4	54,4	0,0	45,9	45,7	-0,2
07	1	10	52,5	52,6	0,1	43,9	44,0	0,1
	2	10	52,7	52,9	0,2	44,2	44,3	0,1
08	1	5	47,4	49,4	2,0	41,2	40,9	-0,3
	2	5	48,9	50,7	1,8	42,7	42,2	-0,5
09	1	5	57,2	58,2	1,0	51,1	49,8	-1,3
	2	5	56,4	57,5	1,1	50,3	49,1	-1,2
10	1	10	36,5	47,2	10,7	28,3	38,5	10,2
	2	10	37,6	47,7	10,1	29,4	39,0	9,6
11	1	20	38,8	46,7	7,9	30,4	38,0	7,6
12	1	10	48,6	43,2	-5,4	40,0	34,5	-5,5
	2	10	48,4	43,8	-4,6	39,8	35,2	-4,6
13	1	25	39,9	41,4	1,5	31,5	33,0	1,5
	2	25	41,4	42,8	1,4	33,0	34,3	1,3
14	1	5	60,2	58,8	-1,4	52,0	50,7	-1,3
	2	5	60,9	59,4	-1,5	52,6	51,4	-1,2
15	1	5	68,1	66,7	-1,4	59,9	58,6	-1,3
	2	5	65,9	64,4	-1,5	57,7	56,4	-1,3
16	1	5	40,7	44,3	3,6	32,4	35,9	3,5
	2	5	41,3	44,9	3,6	33,0	36,5	3,5

Kvantifikace vlivů hluku na míru výskytu kardiovaskulárních onemocnění byla v souladu s metodikou provedena přímo na základě údajů pro hluk ze silniční dopravy.

5.3. Charakterizace rizika

Na základě výše uvedených výsledků akustické studie byly kvantifikovány počty obyvatel obtěžovaných hlukem a dále míra rizika výskytu infarktu myokardu. Jejich přehled je uveden v tabulce 11. Výpočet je sice zatížen poměrně významnou nejistotou, neboť nezohledňuje různou neprůzvučnost obvodového pláště budov, výskyt osob v místě bydliště, rozložení obyvatel v rámci záměru a odlišnou vnímavost jedinců vůči hluku, přesto jej lze považovat za dostačující k vyhodnocení celkové míry zdravotního rizika.

Tab. 9. Celkové hodnoty míry obtěžování, rušení při spánku a výskytu infarktu myokardu v dotčené populaci (rok 2035)

Bod	Podlaží	Počet obyv.	Počet obtěžovaných obyvatel			Počet obyvatel rušených při spánku			Počet případů výskytu infarktu myokardu		
			VS	SZ	ROZ	VS	SZ	ROZ	VS	SZ	ROZ
01	1	20	3,61	2,89	-0,72	2,04	1,72	-0,32	0,0500	0,0500	0,0000
02	1	20	3,13	2,52	-0,61	1,82	1,56	-0,26	0,0500	0,0500	0,0000
03	1	50	20,25	17,70	-2,55	10,50	9,34	-1,16	0,1353	0,1311	-0,0042
04	1	10	0,59	0,59	0,00	0,40	0,38	-0,02	0,0250	0,0250	0,0000
05	1	25	1,47	1,47	0,00	0,78	0,90	0,12	0,0625	0,0625	0,0000
	2	25	1,47	1,47	0,00	0,82	0,94	0,12	0,0625	0,0625	0,0000
06	1	10	1,75	1,73	-0,02	0,99	0,98	-0,01	0,0250	0,0250	0,0000
	2	10	1,77	1,76	-0,01	1,00	0,98	-0,02	0,0250	0,0250	0,0000
07	1	10	1,50	1,51	0,01	0,87	0,87	0,00	0,0250	0,0250	0,0000
	2	10	1,53	1,55	0,02	0,89	0,89	0,00	0,0250	0,0250	0,0000
08	1	5	0,50	0,55	0,05	0,36	0,35	-0,01	0,0125	0,0125	0,0000
	2	5	0,59	0,63	0,04	0,40	0,38	-0,02	0,0125	0,0125	0,0000
09	1	5	1,20	1,19	-0,01	0,70	0,64	-0,06	0,0125	0,0125	0,0000
	2	5	1,13	1,13	0,00	0,66	0,62	-0,04	0,0125	0,0125	0,0000
10	1	10	0,59	0,85	0,26	0,31	0,58	0,27	0,0250	0,0250	0,0000
	2	10	0,59	0,91	0,32	0,32	0,61	0,29	0,0250	0,0250	0,0000
11	1	20	1,17	1,60	0,43	0,68	1,12	0,44	0,0500	0,0500	0,0000
12	1	10	1,01	0,59	-0,42	0,65	0,44	-0,21	0,0250	0,0250	0,0000
	2	10	0,99	0,59	-0,40	0,64	0,46	-0,18	0,0250	0,0250	0,0000
13	1	25	1,47	1,47	0,00	0,90	0,98	0,08	0,0625	0,0625	0,0000
	2	25	1,47	1,47	0,00	0,98	1,07	0,09	0,0625	0,0625	0,0000
14	1	5	1,38	1,25	-0,13	0,74	0,68	-0,06	0,0127	0,0126	-0,0001
	2	5	1,44	1,31	-0,13	0,76	0,71	-0,05	0,0127	0,0126	-0,0001
15	1	5	2,21	2,05	-0,16	1,14	1,07	-0,07	0,0139	0,0136	-0,0003
	2	5	1,96	1,80	-0,16	1,02	0,95	-0,07	0,0134	0,0132	-0,0002
16	1	5	0,29	0,29	0,00	0,19	0,24	0,05	0,0125	0,0125	0,0000
	2	5	0,29	0,32	0,03	0,20	0,25	0,05	0,0125	0,0125	0,0000
Celkem			55,35	51,19	-4,16	30,76	29,71	-1,05	0,8880	0,8831	-0,0049

VS... výchozí stav, SZ... stav se záměrem, ROZ... rozdílové hodnoty

Z provedeného hodnocení vyplývá, že v dotčené části zástavby je možné očekávat ve výchozím stavu počet hlukem obtěžovaných a při spánku rušených obyvatel v řádu desítek. Celkově lze vlivem záměru očekávat pokles počtu obtěžovaných a při spánku rušených obyvatel – dle provedeného výpočtu se jedná o jednotky případů, i při zohlednění nejistot výpočtu tak lze konstatovat, že změna bude nejvýše v řádu jednotek osob. V lokalitách s nárůstem hlukové zátěže nelze vyloučit jednotlivé případy zvýšení počtu obtěžovaných obyvatel.

V případě míry výskytu infarktu myokardu lze očekávat, že vlivem provozu záměru nedojde v žádné lokalitě k nárůstu míry kardiovaskulárního rizika, z celkového pohledu dojde k jeho snížení.

5.4. Nejistoty v hodnocení

Při interpretaci výsledků hodnocení vlivů na obyvatelstvo je nutno zohlednit nejistoty, kterými je vzhledem k současnému stavu poznání hodnocení zatíženo. Jedná se o nejistoty v následujících oblastech:

- stanovení intenzit automobilové dopravy a modelové stanovení úrovně akustické zátěže pro rok 2035,
- expoziční scénář pro obyvatelstvo žijící v okolí, pohyb obyvatel mimo bydliště a jejich výskyt ve vnějším prostředí,
- rozdílná vzduchová neprůzvučnost obvodového pláště budov,
- ovlivnění individuálního rizika zejména rozdílným stupněm vnímavosti a citlivosti exponovaných osob,
- dostupné informace o vztahu mezi hlukovou expozicí a jejími zdravotními účinky. Zejména v případě kardiovaskulárních onemocnění je nutno upozornit, že použité kvantitativní vztahy nejsou zatím jednoznačně prokázány a jsou použity v rámci předběžné opatrnosti.

Přes uvedené nejistoty lze údaje o zdravotních rizicích považovat za dostatečně spolehlivé ve vztahu k celkovým závěrům o vlivu řešeného záměru na celkovou míru zdravotního rizika.

Z Á V Ě R

Cílem předložené studie bylo vyhodnocení vlivu provozu záměru „II/360 Jaroměřice nad Rokytinou - obchvat“ na zdraví obyvatel žijících v dotčené lokalitě.

Předmětem uvažovaného záměru je výstavba západního obchvatu Jaroměřic nad Rokytinou, který vyvede tranzitní dopravu z centra města.

Znečištění ovzduší

V rámci hodnocení vlivů imisní zátěže na zdraví obyvatel byly sledovány imisní hodnoty pro suspendované částice frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$, oxid dusičitý, benzen a benzo[a]pyren. Z těchto znečišťujících látek je nutno očekávat v celé výpočtové oblasti již ve výchozím stavu zvýšené riziko z expozice částicím $PM_{2,5}$ a benzo[a]pyrenu. Jako „hraniční“ lze označit míru imisní zátěže PM_{10} , která v části hodnoceného území velmi těsně překračuje směrnou hodnotu WHO a dále benzen, jehož požadované koncentrace jsou na hranici přijatelné míry rizika. V případě oxidu dusičitého není třeba předpokládat překročení směrných hodnot.

Co se týče vlivů záměru, u všech sledovaných polutantů lze označit tyto vlivy za přijatelné a prakticky nerozpoznatelné. V celkové míře převažuje snížení míry zdravotního rizika v dotčené populaci, lokální zvýšení není třeba považovat za významné ve smyslu ohrožení zdraví. Nárůst kojenecké úmrtnosti (vlivem expozice částicím PM_{10}) nepřekročí jednu miliontinu případu, v případě úmrtnosti u dospělých (expozice částicím $PM_{2,5}$) bude nárůst rizika na úrovni jedné desetitisíciny nového případu. V případě úmrtnosti u dospělých vlivem expozice oxidu dusičitému nebyly vzhledem k nízkým požadovým hodnotám imisní zátěže, zaznamenány žádné změny v míře zdravotního rizika. I v případě karcinogenního rizika vlivem expozice benzenu a benzo[a]pyrenu převažuje jeho celkové snížení v dotčené populaci a i v lokalitách s nejvyšším nárůstem imisní zátěže se bude jednat o změny zcela nevýznamné ve smyslu ohrožení zdraví, o 1 – 3 řády pod úroveň přijatelného rizika (10^{-6}).

V souhrnu tak lze konstatovat, že realizace záměru nepředstavuje rozpoznatelné zvýšení míry zdravotního rizika z expozice obyvatel znečišťujícím látkám v ovzduší. Změny imisní zátěže jsou nevýznamné ve smyslu ohrožení zdraví dotčené populace, budou v praxi nepostřehnutelné a budou vysoce převáženy jinými faktory, jako jsou životní styl nebo expozice dalším zdrojům znečišťování.

Hluková zátěž

Z provedeného hodnocení vyplývá, že v dotčené části zástavby je možné očekávat ve výchozím stavu počet hlukem obtěžovaných a při spánku rušených obyvatel v řádu desítek. Celkově lze vlivem záměru očekávat pokles počtu obtěžovaných a při spánku rušených obyvatel – dle provedeného výpočtu se jedná o jednotky případů, i při zohlednění nejistot výpočtu tak lze konstatovat, že změna bude nejvýše v řádu jednotek osob. V lokalitách s nárůstem hlukové zátěže nelze vyloučit jednotlivé případy zvýšení počtu obtěžovaných obyvatel.

V případě míry výskytu infarktu myokardu lze očekávat, že vlivem provozu záměru nedojde v žádné lokalitě k nárůstu míry kardiovaskulárního rizika, z celkového pohledu dojde k jeho snížení.

Na základě výsledků hodnocení lze tedy konstatovat, že provoz záměru se neprojeví na zvýšení výskytu zdravotních účinků, ačkoliv nelze lokálně vyloučit možný, zcela ojedinělý nárůst počtu obtěžovaných obyvatel.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Gresl J.: Rozptylová studie II/360 Jaroměřice nad Rokytnou – obchvat. Zlín, 2019.
- [2] Gresl J.: Akustická studie II/360 Jaroměřice nad Rokytnou – obchvat. Zlín, 2019.
- [3] Havel, B., Kazmarová, H.: Autorizační návod AN 17/15: Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší, SZÚ, 2015.
- [4] Havel B., Kazmarová H.: Autorizační návod AN 17/15: Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší, SZÚ, 2015.
- [5] Provazník, K., Cikrt, M., Komárek, L. a kol: Manuál prevence v lékařské praxi VIII., Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ, Praha, 2000.
- [6] WHO: Air Quality Guidelines – Second Edition, WHO – Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000.
- [7] WHO: Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – Global update 2005, WHO, 2006.
- [8] WHO: Health Risks of Air Pollution in Europe – HRAPIE Project. Recommendations for Concentration–Response Functions for Cost–Benefit Analysis of Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. WHO – Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2013.
- [9] Melichar, J., Máca, V. a kol.: Výpočetní metodika pro vyhodnocení celospolečenských dopadů znečištěného ovzduší modelem integrovaného hodnocení. Projekt TA02021165 Integrované hodnocení rizik a dopadů na materiály, ekosystémy a zdravotní stav populace v důsledku expozice atmosférickým znečišťujícími látkám. TA ČR, COŽP UK, Praha, 2016.
- [10] WHO: Night noise Guidelines for Europe 2009.
- [11] WHO: Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. WHO, JRC EC, 2011.
- [12] Kubina J., Havel, B.: Autorizační návod AN 15/04, verze 4: Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ, 2017.
- [13] Miedema, H. M. E.: Noise & Health: How Does Noise Affect Us?, The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, The Hague, 2001.
- [14] European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects: Position Paper on Dose-Effects Relationships for Night Time Noise, 2004.
- [15] Babisch W.: Road traffic noise and cardiovascular risk. Noise Health 2008; 10:27-33.