

*Oznámení záměru podle zákona č.100/2001 Sb., o posuzování
vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů*

Retail park Kosmonosy

*Hodnocení vlivů na veřejné zdraví
- zdravotní rizika hluku a znečištění ovzduší*

Zadavatel:
ECODIS s.r.o.
Na Dlouhém lánu 16
160 00 Praha 6

Zpracoval:
MUDr. Bohumil Havel, Větrná 9, 568 02 Svitavy
Tel.: 602 482 404, E-mail: bohumil.havel@centrum.cz
**Držitel osvědčení o autorizaci k hodnocení zdravotních rizik v autorizačních setech
expozice chemickým látkám v prostředí a expozice hluku vydaných Státním zdravotním
ústavem Praha pod č.008/04.**
**Držitel osvědčení odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví
vydaného MZ ČR pod pořadovým číslem 2/2024.**

Svitavy, květen 2026

Obsah:

I. Zadání a výchozí podklady	2
II. Metodika a základní pojmy.....	5
III. Zdravotní riziko hluku.....	7
III. 1. Identifikace a charakterizace nebezpečnosti hluku.....	7
III. 2. Hodnocení expozice a charakterizace rizika hluku	12
III. 3. Závěr k riziku hluku.....	16
IV. Zdravotní riziko znečištění ovzduší.....	17
IV. 1. Výběr látek a podklady k hodnocení expozice	17
IV. 2. Oxid dusičitý (NO₂).....	18
IV. 3. Suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}	22
IV. 4. Benzen	29
IV. 5. Benzo(a)pyren	33
IV. 6. Závěr k riziku znečištění ovzduší	36
V. Analýza nejistot	37
VI. Celkový závěr	39
VII. Příloha – citovaná a použitá literatura.....	40

I. Zadání a výchozí podklady

Podle zadání má být jako součást oznámení záměru, zpracovaného podle přílohy č. 3 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých zákonů, v platném znění, provedeno hodnocení vlivů na veřejné zdraví, zaměřené na vyhodnocení údajů rozptylové a hlukové studie z hlediska zdravotních rizik. K vypracování hodnocení byly zadavatelem poskytnuty tyto **podklady**:

- ✓ Rozpracované oznámení záměru „Retail park Kosmonosy“, zhotovitel ECODIS s.r.o. Praha
- ✓ Akustická studie Hluk ze stacionárních zdrojů, zpracovatel Ochrana životního prostředí, s.r.o. Praha (Ing. Martin Weinpold), 2.3.2026
- ✓ Akustická studie Hluk ze silniční dopravy, zpracovatel Ochrana životního prostředí, s.r.o. Praha (Ing. Martin Weinpold), 4.5.2026
- ✓ Rozptylová studie „Retail park Kosmonosy“, zpracovatel ECODIS s.r.o. Praha (Ing. Roman Kovář), duben 2026

Stručný popis záměru a poskytnutých podkladů:

Obsahem posuzovaného záměru je výstavba dvou komerčních objektů - obchodního centra Klokán (vč. McDonald's) a obchodního domu Kaufland v prostoru při západním okraji správního území města Kosmonosy u hranice se sousedním územím Mladé Boleslavi a obce Debř. Severně je lokalita záměru ohraničena silnicí II/610 (ul. Debřská), jižně silnicí I/38, západně místní spojující komunikací Radoučská spojka.

Objekt obchodního centra Klokán je jednopodlažní, halového typu, nepodsklepený, ve tvaru rozevřeného písmene L. Dispozičně je vnitřní prostor rozdělen na samostatně funkční celky jednotlivých nájemních jednotek s vlastním zázemím. Objekt Kauflandu je převážně jednopodlažní, nepodsklepený, s vnitřní dispozicí typickou pro daný typ obchodního řetězce. Dopravně budou objekty napojené na výše uvedené stávající komunikace především přes Radoučskou spojku, do které je navržen hlavní vjezd a výjezd z řešené oblasti.

Součástí záměru jsou propojující komunikace, parkovací plochy s celkovou kapacitou 358 stání a sadové úpravy.

Nejbližší stávající obytná zástavba se nachází ve vzdálenosti cca 400 severovýchodně v Kosmonosech (Debřská ul. 826), resp. cca 400 m západně v obci Debř (ul. Sellnerova 394). U západní strany Radoučské spojky se připravuje výstavba bytových domů, na východní straně sousedí řešené území s prostorem, kde v současné době probíhá výstavba bytových a rodinných domů (samostatně řešené akce „BD Kosmonosy“ a „RD Kosmonosy“).

Kumulativní vlivy realizovaných, připravovaných a uvažovaných záměrů v dané lokalitě jsou zohledněny v hlukové a rozptylové studii.

Předmětem akustické studie pro stacionární zdroje hluku posuzovaného záměru je posouzení hlukové zátěže z těchto zdrojů u nejbližších a hlukově nejvíce dotčených objektů obytné zástavby. Hodnocenými zdroji hluku jsou multisplitové jednotky, VZT jednotky a jednotky tepelných čerpadel umístěné na objektech OC Klokán a OD Kaufland.

Výpočtové referenční body jsou umístěny v chráněném venkovním prostoru jednotlivých podlaží 7 objektů RD nebo OB, které jsou situovány do blízkosti posuzovaných zdrojů hluku a současně jsou nejvíce zasažené hlukem z těchto zdrojů.

Výstupem výpočtu jsou ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ v ukazatelích $L_{Aeq,8h}$ pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin v denní době a $L_{Aeq,1h}$ pro 1 nejhlučnější hodinu v noční době, které odpovídají hygienickým limitům pro hluk ze stacionárních zdrojů.

Pro dodržení hygienického limitu hluku v noční době jsou v akustické studii navržená dodatečná protihluková opatření (pružné oddělení všech venkovních jednotek od konstrukcí pro zabránění přenosu vibrací a protihlukové stěny u venkovních kondenzačních jednotek OC Klokán). Vypočtené ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,8h}$ a $L_{Aeq,1h}$ ve výpočtových bodech u nejbližších domů se při zohlednění navržených protihlukových opatření pohybují ve shodném rozmezí 29,8 – 37,4 dB.

Předmětem akustické studie pro hluk ze silniční dopravy je posouzení hlukové zátěže z dopravy na silničních komunikacích č. I/38, č. II/610 (Debřská), „Radoučská spojka“ a silniční komunikaci a parkovištích v plánované lokalitě záměru. Výpočet je proveden ve 3 variantách.

Nulová varianta sloužila k validaci výpočtového modelu na základě výsledků z kalibračních měření v akustických studiích Bytové a rodinné domy Kosmonosy a Byty Debř. V další variantě je vyhodnocen hluk vyvolaný pouze posuzovaným záměrem a v aktivní variantě je hodnocena celková hluková situace v posuzované lokalitě vyvolaná hlukem ze silniční dopravy po silničních komunikacích, tj. kumulativní vliv vyvolané dopravy všech záměrů v lokalitě (Retail park, Byty Debř a Bytové a rodinné domy Kosmonosy) společně s přepočítaným výhledem stávající dopravy k výpočtovému roku 2050.

Výpočtové referenční body jsou umístěny u obytných staveb nejvíce zasažených hlukem ze silniční dopravy vyvolané provozem záměru. Jedná se o RD a BD realizované nebo připravované v rámci záměrů Byty Debř a Bytové a rodinné domy Kosmonosy.

U výpočtových bodů 1–8 se jedná o venkovní chráněný prostor staveb RD a BD, u bodů 9–16 se jedná o BD s protihlukovým opatřením ve formě protihlukových oken a zajištění přímé ventilace pobytových místností bez nutnosti otevírání oken, takže nejde o chráněný venkovní prostor stavby.

Vypočtené hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní době $L_{Aeq,16h}$ z dopravy vyvolané pouze posuzovaným záměrem se ve výpočtových bodech pohybují v rozmezí 42,1–49,6 dB, hodnoty $L_{Aeq,8h}$ v noční době v rozmezí 34,4–41,8 dB.

V aktivní variantě pro celkovou hlukovou situaci se vypočtené hodnoty $L_{Aeq, 16h}$ v denní době pohybují v rozmezí 51,2–62,5 dB, hodnoty $L_{Aeq, 8h}$ v noční době v rozmezí 43,6–56,5 dB.

V obou akustických studiích je k vyhodnocení hlukové situace použitý výpočtový program Hluk+, Verze 14.55 profil4, nejistota modelového výpočtu je uvedena v rozsahu $\pm 3,0$ dB.

Rozptylová studie hodnotí imisní vliv záměru OC Klokán a OD Kaufland na okolí ve fázi výstavby a ve fázi jejich provozu.

Ve fázi výstavby se jedná se o etapu, kdy bude docházet k zemním a stavebním pracím a převozům výkopových zemin. Emisní bilance byla sestavena pro nejnepříznivější stav a hodnotí jak plošné zdroje emisí, tak liniový zdroj (nákladní dopravu na přístupových komunikacích).

Ve fázi provozu jsou jako plošný zdroj modelovány emise z parkovišť a jako liniový zdroj emise z osobní a nákladní automobilové dopravy na přístupových komunikacích.

Studie zahrnuje obvyklé škodliviny z hodnocených zdrojů emisí, konkrétně oxid dusičitý, oxid uhelnatý, suspendované částice frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$, benzen a benzo(a)pyren.

Rozptylová studie byla provedena pomocí programového systému pro modelování znečištění ovzduší SYMOS'97, verze 2003. Metodika výpočtu a použité emisní faktory jsou uvedeny v rozptylové studii. V rámci kumulativních vlivů jsou v rozptylové studii zohledněny dva sousední bytové areály (Polyfunkční komplex Kosmonosy a Byty Debř).

Výpočet imisního příspěvku hodnocených zdrojů záměru je proveden v pravidelné síti referenčních bodů s krokem 25 metrů ve výši 1,5 m nad terénem.

Kromě této pravidelné sítě referenčních bodů je výpočet proveden pro 4 referenční body zohledňující nejbližší obytné objekty (Kosmonosy Debřská ul. 826, Debř Sellnerova 394), lokalitu probíhající výstavby „BD Kosmonosy“ a „RD Kosmonosy“ a lokalitu připravované výstavby bytových domů v k.ú. Debř.

Jako současné imisní pozadí jsou uvedeny hodnoty pětiletých klouzavých průměrů 2020–2024, které v dané lokalitě uvádí v mapové síti čtverců 1x1 km ČHMÚ a výsledky imisního monitoringu na blízké měřicí stanici ČHMÚ č. 1437 Mladá Boleslav.

Podle pětiletých průměrných koncentrací 2020–2024 z mapových podkladů ČHMÚ je v lokalitě záměru a jeho okolí imisní situace příznivá, neboť zde u žádné z hodnocených škodlivin nedochází k překračování imisního limitu.

Zákonná úroveň ochrany zdraví obyvatel před nepříznivými vlivy hluku a imisí škodlivin v ovzduší je stanovena platnými hlukovými a imisními limity, jejichž dodržení ve vztahu k posuzovanému záměru hodnotí zmíněné studie.

Úkolem hodnocení zdravotních rizik je proto především doplnění informačního obsahu dokumentace pro potřebu orgánu ochrany veřejného zdraví i dalších účastníků procesu EIA včetně veřejnosti o zdravotní charakteristiku posuzovaných faktorů, popis podkladů a postupů použitých při stanovení jejich limitů a v rámci možností i o vyhodnocení možných zdravotních dopadů hodnoceného záměru a celkové expozice obyvatel zájmového území.

Pokud je obsahem tohoto vyhodnocení kvantifikace zdravotního rizika, je třeba si uvědomit, že za stavu dodržení platných limitů nejde o riziko nepřipustné, neboť některé limity představují kompromis mezi snahou o ochranu zdraví a dosažitelnou realitou a nemusí zaručovat úplnou ochranu zdraví a pohody obyvatel.

Příkladem mohou být limity pro hluk z dopravy nebo imisní limity pro některé znečišťující látky v ovzduší. Související zdravotní riziko bylo vyhodnoceno a posouzeno již při stanovení těchto limitů a shledáno jako akceptovatelné. Přesto je užitečné toto riziko znát a zohlednit při rozhodování, např. při výběru z více variant.

Hodnocení zdravotních rizik je v souladu se zadáním zaměřeno na hlukovou a imisní expozici obyvatel dotčeného území.

Je zpracováno v souladu s obecnými metodickými postupy WHO a autorizačními návody SZÚ Praha AN 15/04 VERZE 5¹ a AN 17/15² pro autorizované hodnocení zdravotních rizik dle § 83e zákona č. 258/00 Sb.³ Současně jsou zohledněny aktuální poznatky o nebezpečnosti hodnocených látek pro lidské zdraví. V případě znečištění ovzduší se jedná zejména o podklady a údaje aktualizované směrnice WHO pro kvalitu ovzduší z roku 2021 a o souhrnné zprávy expertů WHO k polycyklickým aromatickým uhlovodíkům a benzenu ve venkovním ovzduší z roku 2021 a 2023.

II. Metodika a základní pojmy

V hodnocení závažnosti nepříznivých vlivů na veřejné zdraví je standardně využívána metoda hodnocení zdravotních rizik (Health Risk Assessment).

Tato metoda se používá především při přípravě podkladů ke stanovení přípustných limitů škodlivých látek v prostředí. Je též jediným způsobem, jak z hlediska ochrany zdraví hodnotit expozici lidí látkám, pro které nejsou stanoveny závazné limity.

Jak již bylo uvedeno, stanovené limity některých faktorů představují nezbytný kompromis mezi snahou o ochranu zdraví a dosažitelnou realitou a nemusí zaručovat úplnou ochranu, zejména skupin populace se zvýšenou citlivostí. Metoda hodnocení zdravotních rizik pak umožňuje v konkrétních situacích získání hlubší informace o jejich možném vlivu na zdraví a pohodu obyvatel, nežli je možné pouhým srovnáním expozice s limitními hodnotami.

Metodické postupy hodnocení zdravotních rizik byly vypracované Agenturou pro ochranu životního prostředí USA (US EPA) a Světovou zdravotnickou organizací (WHO). Z nich vycházejí i metodické podklady pro hodnocení zdravotních rizik v České republice.

K hodnocení rizik pro účely ochrany veřejného zdraví je povinná autorizace dle zákona č.258/2000 Sb., resp. v procesu EIA odborná způsobilost pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví dle zákona č.100/2001 Sb., a vyhlášky MZ č. 490/2000 Sb.

Obecný postup hodnocení zdravotního rizika sestává ze čtyř navazujících kroků:

Prvním krokem je **identifikace nebezpečnosti**, kdy se provádí výběr škodlivin, které mají být hodnoceny a soustřeďují se informace o tom, jakým způsobem a za jakých podmínek mohou nepříznivě ovlivnit lidské zdraví. V případě hluku je obsahem tohoto kroku popis možných nepříznivých účinků hluku na lidské zdraví.

Druhým krokem je **charakterizace nebezpečnosti**, která má objasnit kvantitativní vztah mezi dávkou dané škodliviny a mírou jejího účinku, což je nezbytným předpokladem pro možnost odhadu míry rizika.

V zásadě se přitom rozlišují dva typy účinků chemických látek. Takzvaný prahový účinek, spočívající v toxickém poškození různých systémů organismu, se projeví až po překročení kapacity fyziologických detoxikačních a reparačních obranných mechanismů. Lze tedy identifikovat míru expozice, která je pro organismus člověka ještě bezpečná a za normálních okolností nevyvolá nepříznivý efekt. Jejím ukazatelem u inhalační expozice je tzv. referenční koncentrace, většinou rozdílná pro akutní a chronické účinky.

U látek podezřelých z karcinogenity u člověka se většinou předpokládá bezprahový účinek, pro který nelze stanovit ještě bezpečnou dávku a závislost dávky a účinku se při klasickém postupu vyjadřuje ukazatelem vyjadřujícím míru karcinogenního potenciálu dané látky.

¹Autorizační návod AN 15/04 verze 5 – Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ Praha, říjen 2020

²Autorizační návod AN 17/15 – Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší, SZÚ Praha, říjen 2015

³Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

V případě imisí některých klasických škodlivin, zejména prašných částic je situace složitější. Současné poznatky, čerpané z epidemiologických studií sledujících velké soubory převážně městské populace s velkou variabilitou individuální citlivosti, neumožňují zjistit prahovou expozici a poskytují pouze vztahy expozice a účinku pro různé zdravotní ukazatele.

U hluku je situace specifická, neboť pro některé účinky hluku je obtížné hodnotit míru jejich zdravotní závažnosti.

Místo referenčních hodnot je proto snaha odvodit vztahy hlukové expozice a účinků, které mohou být použity k jejich kvantifikaci, případně prahové hladiny, nad kterými se účinky začínají objevovat nebo se ukazují být závislé na velikosti expozice. Hodnocené účinky přitom mohou být zdravotně závažné (jako např. kardiovaskulární onemocnění) nebo jde o přirozeně se vyskytující efekty, jako obtěžování hlukem a rušení spánku, jejichž navýšení je považováno za potenciálně nepříznivé.

Třetí etapou standardního postupu je **hodnocení expozice**. Na základě znalosti dané situace se sestavuje expoziční scénář, tedy představa, jakými cestami a v jaké intenzitě a množství je konkrétní populace exponována dané škodlivině.

Cílem je postihnout nejen průměrného jedince z exponované populace, nýbrž i reálně možné případy osob s nejvyšší expozicí. Za tímto účelem se identifikují nejvíce citlivé podskupiny populace, u kterých předpokládáme zvýšenou expozici nebo zvýšenou zranitelnost.

U hlukové expozice se na rozdíl od expozice chemickým látkám podstatně více uplatňují různé okolnosti a vlivy ekonomického, sociálního či psychologického charakteru, které modifikují a spoluurčují výsledné zdravotní účinky působení hluku. Významně se zde též projevuje odlišný charakter hluku z různých zdrojů.

Čtvrtým konečným krokem v hodnocení rizika, který shrnuje všechny informace získané v předchozích etapách, je **charakterizace rizika**, kdy se pro danou situaci snažíme dospět ke kvantitativnímu vyjádření míry reálného konkrétního rizika.

U toxických nekarcinogenních látek je míra rizika většinou vyjádřena pomocí poměru expozice k referenční, tj. ještě podprahové a bezpečné expozici.

Tento poměr se nazývá koeficient nebezpečnosti (Hazard Quotient – HQ), popřípadě při součtu HQ u současně se vyskytujících látek s podobným účinkem se jedná o index nebezpečnosti (Hazard Index – HI). Při hodnocení rizika imisí se tento postup se běžně používá hlavně u hodnocení specifických chemických látek.

Jak již bylo uvedeno, u některých klasických škodlivin současné znalosti neumožňují odvodit prahovou dávku či expozici a k vyjádření míry rizika se používá předpověď výskytu zdravotních účinků u exponovaných lidí s použitím vztahů závislosti účinku a expozice z epidemiologických studií.

U látek s bezprahovým karcinogenním účinkem, což jsou v tomto hodnocení benzen a benzo(a)pyren, je míra rizika standardně vyjadřována jako celoživotní zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění u exponované populace, popř. se při zohlednění i počtu exponovaných osob vyjadřuje populační riziko jako počet případů nádorových onemocnění v dané populaci za rok.

U hluku je kvantitativní charakterizace zdravotních rizik možná v případě kontinuálního dlouhodobého působení hluku z dopravy na větší počet obyvatel. Standardním výstupem podle aktuální verze 5 autorizačního návodu SZÚ, vycházející z poznatků, obsažených v hlukové směrnici WHO⁴, je odhad procenta obyvatel, u kterých lze očekávat vysoké subjektivní pocity obtěžování, rušení spánku a výpočet atributivního rizika ischemické choroby srdeční.

⁴Environmental Noise Guidelines for the European Region, WHO, 2018

Nezbytnou součástí hodnocení rizika je **analýza nejistot**, kterými je každé hodnocení rizika nevyhnutelně zatíženo. Jejich přehled a kritický rozbor zkvalitní pochopení a posouzení dané situace a je třeba je zohlednit při řízení rizika.

III. Zdravotní riziko hluku

III. 1. Identifikace a charakterizace nebezpečnosti hluku

Jako hluk se obecně označuje jakýkoliv slyšitelný zvuk, který je nechtěný a obtěžující, a to bez ohledu na jeho intenzitu.

Kromě psychosociálních účinků, spočívajících v rušivém vlivu na různé aktivity, soustředění, hlasovou komunikaci, relaxaci a spánek, může mít i závažnější přímé zdravotní účinky, které jsou většinou spojeny s dlouhodobou hlukovou zátěží.

Následující stručný popis vlivů hluku na zdraví vychází z odborné literatury a hlukových směrnic WHO, z nichž nejnovější směrnice pro Evropu byla publikována v roce 2018 [1].

Dlouhodobé nepříznivé účinky hluku na zdraví je obecně možné s určitým zjednodušením rozdělit na specifické, projevující se při ekvivalentní hladině akustického tlaku nad 80 dB poruchami činnosti sluchového analyzátoru a na účinky nespecifické (mimo sluchové), projevující se ovlivněním funkcí různých systémů organismu.

Tyto nespecifické systémové účinky nejsou způsobeny přímo akustickou energií a projevují prakticky v celém rozsahu vnímané hlukové expozice. Jsou převážně důsledkem stresové reakce a ovlivnění nervové a hormonální regulace fyziologických funkcí a následných biochemických reakcí, ovlivnění spánku a vyšších nervových funkcí, jako je učení a zapamatovávání.

V komplexní podobě se mohou projevit ve formě poruch emocionální rovnováhy, sociálních interakcí i ve formě nemocí, u nichž působení hluku může přispět ke spuštění nebo urychlení vlastního patogenetického děje.

Mezi kritické dostatečně prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku, na jejichž základě byla stanovena hluková doporučení v nové směrnici WHO, byla zařazena kardiovaskulární onemocnění, obtěžování, rušení spánku, nepříznivé ovlivnění osvojování řeči a čtení u dětí a poškození sluchového aparátu.

Mezi závažné zdravotní účinky, ale s nižší kvalitou důkazů WHO v současné době zařazuje metabolické účinky hluku (zvýšené riziko diabetes, obesity), nepříznivý vliv hluku na těhotenství a vývoj plodu, na kvalitu života, pohodu a duševní zdraví [1].

Poškození sluchového aparátu projevující se sluchovou ztrátou je záležitostí především vysokých pracovních expozic hluku. Z fyziologického hlediska jsou podstatou poškození zprvu přechodné a posléze trvalé funkční a morfologické změny smyslových a nervových buněk Cortiho orgánu vnitřního ucha. Častým důsledkem vysoké akutní nebo chronické hlukové expozice je též tinitus (ušní šelest).

Epidemiologické studie prokázaly, že u více než 95 % exponované populace nedochází k poškození sluchového aparátu při celoživotní expozici hluku do 24hodinové ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,24h}$ 70 dB. S vyšší expozicí hluku v mimopracovním prostředí se můžeme setkat jen ve velmi výjimečných případech.

Závažné následky pro sluchové ústrojí ovšem mohou mít i některé zájmové aktivity. Nová směrnice WHO obsahuje i doporučení pro prevenci poškození sluchového aparátu hlukem z volnočasových aktivit s vysokou hladinou hluku (návštěvy nočních klubů, koncertů a festivalů, fit center, sportovních událostí, poslech elektroakusticky zesilované hudby), podle kterého by roční průměrná $L_{Aeq,24h}$ z těchto zdrojů hluku neměla přesáhnout 70 dB.

Směrnice obsahuje tabulku, umožňující přepočet hodinových L_{Aeq} v rozmezí 70–100 dB během týdne na průměrnou roční $L_{Aeq,24h}$.

Při nárazovém působení vysokých hladin akustického tlaku hrozí akutní akustické trauma s poškozením bubínku a struktur středního a vnitřního ucha při hodnotách akustického tlaku nad 130 dB. Práh bolestivosti při vnímání hlukových podnětů u zdravých osob je udáván mezi 110–130 dB, avšak vykazuje značnou individuální variabilitu. Práh nepříjemného vnímání hluku je mezi 80–100 dB. K prevenci akutních sluchových poškození by hodnoty maximální hladiny akustického tlaku L_{Amax} měly být nižší, nežli 110 dB [2].

Obtěžování hlukem je nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž. Uplatňuje se zde jak emoční složka vnímání, tak složka poznávací při rušení hlukem při různých činnostech. Vyvolává celou řadu negativních emočních stavů, mezi které patří pocity rozmrzelosti, nespokojenosti a špatné nálady, deprese nebo úzkost. U každého člověka existuje určitý stupeň senzitivity, respektive tolerance k rušivému účinku hluku, jako významně osobnostně fixovaná vlastnost.

Uvádí se, že v normální populaci je 10–20 % vysoce senzitivních osob, stejně jako velmi tolerantních, zatímco u zbylých 60–80 % populace víceméně platí kontinuální závislost míry obtěžování na intenzitě hlukové zátěže [3].

Epidemiologické studie prokazují, že stejná úroveň hlukové expozice z průmyslových zdrojů nebo různých typů dopravy, vede k rozdílnému stupni obtěžování exponované populace. Intenzivnější reakce obyvatel byly pozorovány vůči hluku doprovázenému vibracemi a hluku obsahujícím nízké frekvenční složky. Nepříjemnější je hluk s kolísavou intenzitou nebo obsahující výrazné tónové složky.

V praxi se často jedná o současnou expozici hluku z více rozdílných zdrojů. Možnosti hodnocení obtěžujícího účinku kombinované expozice hluku byly zkoumány i v rámci přípravy nové hlukové směrnice WHO. Z dosavadních zjištění je zřejmé, že obtěžující účinek kombinovaného hluku z různých zdrojů není funkcí celkového akustického tlaku. Na základě analýz existujících studií bylo konstatováno, že ani pro různé kombinace současné expozice hluku ze dvou různých typů dopravy není možné stanovit jednoduchý model.

V případě zdrojů hluku stejné intenzity bylo často zjištěno, že celkový obtěžující účinek je nižší nežli samostatný účinek jednotlivých zdrojů hluku, což se dá vysvětlit maskujícím efektem. Při rozdílné intenzitě hluku z různých zdrojů je často pozorován dominantní efekt, kdy je celkový obtěžující účinek určen hlasitější zdrojem [4].

Autorizační návod SZÚ k hodnocení rizika expozice hluku proto konstatuje, že v současnosti neexistuje metodika pro hodnocení kombinovaného působení hluku ze zdrojů různé kategorie.

Při působení hluku však kromě senzitivity a fyzikálních vlastností hluku velmi záleží i na řadě dalších neakustických faktorů sociální, psychologické nebo ekonomické povahy.

Významnou úlohu hraje vztah ke zdroji hluku, pocit, do jaké míry jej člověk může ovlivňovat nebo zda pro něj má nějaký ekonomický význam. Menší rozmrzelost působí hluk, u něž je předem známo, že bude trvat jen po určité vymezenou dobu. Závislost je i mezi nepříznivým prožíváním hluku a délkou pobytu v témže bytě či jiném prostředí. Rozmrzelost může vzniknout po víceleté latenci a s délkou konfliktní situace se prohlubuje a fixuje.

Nepříznivé ovlivnění spánku hlukem je objektivně prokazatelné hodnocením jednotlivých stádií spánkového rytmu a různých dalších fyziologických funkcí. Spánek je základní biologickou potřebou a jeho narušení a deficit nepříznivě ovlivňuje základní životní funkce a souvisí s řadou závažných zdravotních problémů.

Doporučené zdravotně zdůvodněné hladiny hluku jako podklad pro legislativu členských zemí v oblasti kontroly a usměrňování noční hlukové expozice obyvatel bez rozlišení zdrojů hluku byly stanoveny ve směrnici WHO pro noční hluk z roku 2009 [5].

K ochraně obyvatel včetně citlivých skupin populace zde byla doporučena cílová hodnota L_{night} ⁵ 40 dB. V rozmezí 30–40 dB dochází k ovlivnění spánku ve více ukazatelích, avšak jen v mírné úrovni a nebylo prokázáno, že by mělo nepříznivé účinky na zdraví.

Hluková expozice v rozmezí L_{night} 40–50 dB již vyvolává nepříznivé zdravotní účinky a ovlivňuje život mnoha lidí. Jako prozatímní cíl pro země, ve kterých z různých důvodů není reálné v krátké době cílovou hodnotu 40 dB dosáhnout, WHO doporučila L_{night} 55 dB, která ovšem nechrání před nepříznivými účinky hluku citlivé skupiny populace.

Hlukovou zátěž nad 55 dB WHO ve směrnici z roku 2009 označila za zvýšené nebezpečí pro veřejné zdraví, neboť nepříznivé zdravotní účinky při této úrovni hlukové expozice již mají častý výskyt, značná část populace je hlukem vysoce obtěžovaná a rušená a je prokázáno zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění [5].

Rušení spánku i obtěžování hlukem považuje WHO v souladu s definicí zdraví za významné zdravotní účinky. Toto hodnocení je dle WHO podpořeno i důkazy o možném podílu těchto účinků na kauzálním mechanismu hlukem vyvolaných kardiovaskulárních a metabolických onemocnění [1].

Zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění je v současné době považováno za nejzávažnější ze zdravotních účinků hluku. Akutní hluková expozice aktivuje jako nespecifický stresor autonomní nervový a hormonální systém a tím vyvolává přechodné změny fyziologických funkcí, jako je krevní tlak, srdeční tep, hladina krevních lipidů, glukózy, vápníku, hořčíku a faktorů krevní srážlivosti.

Experimentální studie indikují, že zejména noční hluková zátěž může vést k poškození endotelu cév oxidačním stresem a zánětlivou reakcí a tím přispívat k progresi aterosklerózy.

Předpokládá se, že po dlouhodobé expozici mohou u citlivých jedinců tyto změny a dysregulace vést ke zvýšenému riziku kardiovaskulárních onemocnění, tj. hypertenze, ischemické choroby srdeční (nedostatečné prokrvení srdečního svalu, projevující se klinicky jako angina pectoris až infarkt myokardu) a cévních mozkových příhod.

Směrnice WHO vychází ze studií publikovaných do roku 2015. Pozdější kvalitní kohortové studie a jejich vyhodnocení poskytují další podporu pro asociaci hluku a zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění. Z onemocnění nehodnocených v podkladech směrnice WHO nové studie našly souvislost silničního a/nebo leteckého hluku se zvýšeným rizikem incidence srdečního selhání a úmrtnosti a potenciálním zvýšením rizika případů síníové fibrilace [6].

Méně poznatků je v současné době o vlivu hluku na **duševní zdraví**. Pokračující výzkum však přináší přesvědčivé důkazy o tom, že hluková expozice zejména z dopravy ovlivňuje různými cestami funkci mozku a nervového systému a tím přispívá ke zvýšenému riziku neuropsychiatrických onemocnění, jako jsou deprese a úzkostlivé stavy, snížení poznávacích funkcí, demence a neurodegenerativní onemocnění [7].

Vztahy mezi hlukovou expozicí a nepříznivými účinky na zdraví

Vztahy expozice a účinku, které je možné použít ke kvantitativní charakterizaci rizika hluku, jsou obvykle odvozeny z epidemiologických studií u větších souborů obyvatel a z jejich souborných statistických vyhodnocení.

Souhrn těchto vztahů, dříve používaných při hodnocení rizika hluku v zemích EU, byl obsažen např. ve zprávě Evropské agentury pro životní prostředí (EEA⁶) z října 2010.

⁵ L_{night} – dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku A v časovém úseku 8 hodin v noci na nejvíce exponované fasádě domu.

⁶EEA – European Environment Agency

Vyhodnocení spolehlivosti podkladů a aktualizaci těchto vztahů na základě nových epidemiologických studií obsahuje hluková směrnice WHO z roku 2018, která tak představuje současný aktuální vědecký rámec pro hodnocení zdravotních rizik hluku.

Pro praktické výpočty při kvantitativní charakterizaci rizika hluku doporučuje aktuální verze 5 Autorizačního návodu SZÚ AN 15/04 k hodnocení zdravotního rizika hluku v zájmu sjednocení postupů používat vztahy expozice a účinku, uvedené v příloze III Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES⁷ o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí, která obsahuje vzorce vybraných vztahů expozice a účinku pro hodnocení rizika hluku v rámci strategického hlukového mapování, převzatých z hlukové směrnice WHO. Tyto vztahy nyní používá při hodnocení zdravotních dopadů hlukové expozice v životním prostředí na evropskou populaci i EEA [8].

K hodnocení obtěžování obyvatel hlukem z různých typů dopravy byly dříve používány vztahy mezi hlukovou expozicí v L_{dn} ⁸ nebo L_{den} ⁹ a procentem obtěžovaných obyvatel, publikované v roce 2002 holandským institutem pro aplikovaný vědecký výzkum.

Ukazovaly, že letecký hluk více obtěžuje nežli hluk z automobilové pozemní dopravy a hluk z automobilové dopravy má výraznější účinek, nežli hluk z dopravy železniční [9].

V nové směrnici WHO byly vyhodnoceny výsledky novějších epidemiologických studií a odvozeny nové vztahy pro jednotlivé typy dopravního hluku a vysokou úroveň obtěžování. Ve srovnání s doposud používanými vztahy indikují vyšší stupeň obtěžování, zejména hlukem z letecké a železniční dopravy. V doporučení nová směrnice vychází ze zásady, že by hluk neměl vysoce obtěžovat více než 10 % exponovaných obyvatel. Tomuto účinku odpovídá podle směrnice WHO expozice hluku z automobilové dopravy 53 dB L_{den} [1].

Analýza časového trendu výsledků 61 starších i novějších studií obtěžování hlukem z období 1969–2014, provedená různými statistickými metodami a publikovaná v roce 2020 však neprokázala narůstající trend obtěžujícího efektu hluku ze silniční dopravy a nutnost revize doposud používaných vztahů [10].

V současné verzi 5 autorizačního návodu SZÚ je proto doporučeno provést výpočet s použitím původních i nových vztahů a výsledek uvádět jako rozmezí, ve kterém se obtěžující účinek hluku pohybuje podle různých metod.

Pro hluk z některých stacionárních zdrojů publikovali Miedema a Vos v roce 2004 modely obtěžování zpracované obdobným způsobem, jako pro hluk z dopravy, a vycházející z několika studií provedených v Holandsku [11].

Tyto vztahy zůstávají i v současné době jako jediná možnost alespoň orientačního kvantitativního odhadu obtěžujících účinků hluku ze stacionárních zdrojů. Nová hluková směrnice tyto zdroje hluku s výjimkou větrných elektráren nezahrnula z důvodu jejich příliš velké rozmanitosti, specifických rysů a velmi lokálního charakteru.

Jako prahové hladiny hlukové expozice v denní době, od kterých se u průměrně citlivých osob začíná projevovat obtěžující účinek, uváděla první hluková směrnice WHO z roku 1999 ekvivalentní hladinu akustického tlaku v denní době 50 dB pro mírné a 55 dB pro silné obtěžování [2]. EEA v roce 2010 uváděla pro hluk z dopravy shodnou prahovou hladinu silného obtěžování 42 dB L_{den} . Nově odvozené vztahy pro silné obtěžování jsou použitelné pro rozmezí 45–75 dB L_{den} , avšak indikují obtěžující účinek i pod spodním okrajem tohoto rozmezí [1].

⁷Směrnice komise (EU) 2020/367 ze dne 4. března 2020, kterou se mění příloha III směrnice Evropského parlamentu a rady 2002/49ES, pokud jde o hodnocení škodlivých účinků hluku ve venkovním prostředí, EK, Gen. ředitelství pro životní prostředí, 2020

⁸ L_{dn} (Day-night level) – dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku za 24 hodin s penalizací noční hladiny akustického tlaku o 10 dB.

⁹ L_{den} (Day-evening-night level) – dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku za 24 hodin s penalizací večerní hladiny akustického tlaku o 5 dB a noční hladiny o 10 dB.

V nové směrnici WHO byly na základě novějších epidemiologických studií odvozeny nové vztahy i pro noční hlukovou expozici v L_{night} a vysoký stupeň subjektivně pocíťovaného narušení spánku. Ve srovnání s doposud používanými vztahy indikují vyšší rušivý vliv železničního hluku, nežli hluku ze silniční dopravy a pro hluk z železniční a letecké dopravy ukazují vyšší procento rušených osob.

V doporučení nová směrnice vychází ze zásady, že hluk by v noci neměl vysoce rušit ve spánku více než 3 % exponovaných obyvatel. Tomuto účinku odpovídá podle směrnice WHO expozice hluku z automobilové dopravy 45 dB L_{night} [1].

Pro rušení ve spánku hlukem z průmyslových zdrojů udává vztah expozice a účinku pro noční hlukovou expozici v L_{night} a vysoký stupeň rušení spánku EEA ve zprávě z roku 2020 [8].

Ověřením platnosti vztahů hlukové expozice ze silniční dopravy k obtěžování a rušení spánku, odvozených ze zahraničních studií, pro populaci českých měst se v roce 2021 zabýval subsystém III Monitoringu hygienické služby, který zahrnuje monitorování a sledování odezvy obyvatel vybraných lokalit s různým stupněm hlukové zátěže.

Zjištěné výsledky souhrnně platnost těchto vztahů expozice a účinku nezpochybňují. Odlišné výsledky v jedné lokalitě ale upozornily na možnost, že v případě jednotlivých konkrétních situací a specifických podmínek se může skutečný stupeň obtěžování a rušení spánku od výsledků výpočtu lišit [12].

Jako prahové hladiny hlukové expozice v noční době, od kterých se u průměrně citlivých osob začínají projevovat nepříznivé účinky, uváděla hluková směrnice WHO z roku 2009 L_{night} 40 dB pro užívání sedativ a prášků na spaní, 42 dB pro objektivně prokázanou zvýšenou frekvenci pohybů ve spánku, subjektivní pocit rušení spánku a problémy s nespavostí. Z neúplně prokázaných účinků byla uvedena prahová hladina hluku 60 dB L_{night} pro psychické poruchy [5].

Nově odvozené vztahy pro silný stupeň rušení ve spánku platí pro rozmezí 40–65 dB L_{night} a indikují prahovou hladinu hluku pro tento účinek i pod 40 dB L_{night} [1,13].

Směrnice WHO z roku 2018 vycházela při odvození vztahů expozice a účinku ze studií publikovaných do roku 2015.

Aktualizace meta-analýzy z roku 2020 se začleněním dalších 11 novějších studií dospěla k podobným výsledkům u hlukové expozice z automobilové a železniční dopravy a pro tyto zdroje hluku potvrdila vztahy pro silný stupeň rušení spánku z analýzy WHO z roku 2018. Pouze pro vysokou úroveň hlukové expozice z letecké dopravy byla zjištěna vyšší pravděpodobnost rušivého efektu [14].

V rámci tvorby nové směrnice WHO byla zhodnocena i váha důkazů o kardiovaskulárním riziku hluku z různých zdrojů a na základě meta-analýzy novějších epidemiologických studií byly odvozeny nové vztahy expozice a tohoto účinku. Jako hlukový deskriptor je použita 24hodinová L_{den} .

Nejspolehlivější podklady podle WHO existují pro vztah mezi hlukem ze silniční dopravy a rizikem ischemické choroby srdeční v úrovni relativního rizika RR^{10} 1,08 (95 % CI = 1,01–1,15) pro 10 dB nárůst expozice s prahovou hladinou cca 53 dB.

Byly též odvozeny vztahy pro další ukazatele kardiovaskulárních onemocnění, jako je hypertenze a cévní mozkové příhody, avšak s nízkým stupněm spolehlivosti [1,15].

V doporučení pro jednotlivé zdroje hluku nová směrnice WHO vychází ze zásady, že hluk by u exponovaných obyvatel neměl zvyšovat riziko ICHS o více než 5 %.

Tomuto účinku odpovídá podle směrnice WHO dlouhodobá expozice hluku z automobilové dopravy v úrovni L_{den} 59,3 dB [1].

¹⁰RR – relativní riziko, určuje míru asociace, vyjadřuje poměr incidencí u exponované a neexponované populace

Od vydání směrnice WHO byly publikovány další epidemiologické studie, zabývajících se vztahem dlouhodobé expozice dopravnímu hluku a rizikem kardiovaskulárních onemocnění (ICHS, IM a CMP) a byly vyhodnoceny v několika systematických přehledech. U hluku ze silniční dopravy byl v přehledu a meta-analýze převážně evropských studií, publikované v loňském roce, nalezen lineární nárůst incidence ICHS, IM a CMP a pro tyto ukazatele byly odvozeny samostatné vztahy v širším rozsahu expozice i pod 53 dB L_{den} [16].

III. 2. Hodnocení expozice a charakterizace rizika hluku

Jako podklad k hodnocení hlukové expozice obyvatel domů potenciálně dotčených posuzovaným záměrem OC Klokán a OD Kaufland jsou k dispozici výsledky akustických studií, které udávají ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro denní a noční dobu ze stacionárních zdrojů a ze silniční dopravy u nejbližší dotčené obytné zástavby.

Ve studii pro hluk ze stacionárních zdrojů jsou výpočtové referenční body umístěny v chráněném venkovním prostoru jednotlivých podlaží 7 objektů RD nebo OB, které jsou situovány do blízkosti posuzovaných zdrojů hluku a současně jsou nejvíce zasažené hlukem z těchto zdrojů.

Výstupem výpočtu hlukové expozice ze stacionárních zdrojů jsou ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ v ukazatelích $L_{Aeq,8h}$ pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin v denní době a $L_{Aeq,1h}$ pro 1 nejhlučnější hodinu v noční době, které odpovídají hygienickým limitům pro hluk ze stacionárních zdrojů.

Pro dodržení hygienického limitu hluku z těchto zdrojů v noční době jsou v akustické studii navržena dodatečná protihluková opatření (pružné oddělení všech venkovních jednotek od konstrukcí pro zabránění přenosu vibrací a protihlukové stěny u venkovních kondenzační jednotek OC Klokán).

Vypočtené ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,8h}$ a $L_{Aeq,1h}$ ve výpočtových bodech u nejbližších domů se při zohlednění navržených protihlukových opatření pohybují ve shodném rozmezí 29,8–37,4 dB.

Pro hluk ze stacionárních zdrojů nejsou k dispozici vztahy expozice a účinku pro kvantitativní charakterizaci zdravotního rizika. Je možné pouze orientačně odhadnout míru obtěžujícího účinku hluku s použitím vztahů odvozených na základě několika holandských studií, publikovaných v roce 2004 [11].

Tyto vztahy vycházejí z 24hodinové hlukové expozice, vyjádřené v L_{den} , protože se na tomto účinku významně uplatňuje hluk ve večerní a noční době. Pro odhad procenta obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem (*HA* - *Highly Annoyed*) v rozmezí hlukové expozice L_{den} 35–65 dB byla odvozena rovnice: $\%HA = 36,307 - 1,886 \cdot L_{den} + 0,02523 \cdot L_{den}^2$

Výše uvedené rozmezí hodnot $L_{Aeq,8h}$ a $L_{Aeq,1h}$ 29,8–37,4 dB představuje po přepočtu na 24hodinovou L_{den} rozmezí 36,2–43,8 dB. Tomuto rozmezí hlukové zátěže ze stacionárních zdrojů podle výše uvedené rovnice odpovídá vysoký stupeň obtěžování hlukem cca u 1–2 % exponovaných obyvatel. Doporučení nové hlukové směrnice WHO vychází ze zásady, že by hluk neměl vysoce obtěžovat více než 10 % exponovaných obyvatel.

Pro rušení ve spánku hlukem z průmyslových zdrojů udává vztah expozice a účinku pro noční hlukovou expozici v L_{night} a procento osob s vysokým stupněm rušení spánku (*HSD* – *Highly Sleep Disturbed*) Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) ve zprávě o hluku v Evropě z roku 2020 [8].

Je vyjádřený rovnicí: $\%HSD = 1 - \text{normal}((72 - (-90.70 + (L_{night}) \times (1.80)))/\text{sqrt}(1\,789 + 272))$.

Při extrapolaci křivky tohoto vztahu do oblasti hodnot pod 40 dB odpovídá rozmezí noční hlukové expozice 29,8–37,4 dB L_{night} cca 1–2 % (přesně 0,8–1,8 %) obyvatel vysoce rušených hlukem ve spánku.

Doporučení hlukové směrnice WHO vychází ze zásady, že by hluk neměl vysoce rušit ve spánku více než 3 % exponovaných obyvatel.

V podstatě je ale možné vycházet i z hygienického limitu pro stacionární zdroje 50/40 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro denní/noční dobu, který víceméně odpovídá prahovým hladinám hluku pro obtěžování a rušení spánku u průměrně citlivé části populace.

Je proto možné konstatovat, že hluk ze stacionárních zdrojů objektů OC Klokán a OD Kaufland by podle údajů hlukové studie neměl dosahovat úrovně, která by byla významná z hlediska obtěžujících a rušivých vlivů pro obyvatele okolních obytných budov.

Kromě toho ze studie pro hluk ze silniční dopravy vyplývá, že v hodnoceném území je dominantní hluk již ze stávající silniční dopravy, takže lze předpokládat, že hluk ze stacionárních zdrojů bude převážně překrytý dopravním hlukem.

Výpočtové referenční body akustické studie pro hluk ze silniční dopravy jsou umístěny ve výši jednotlivých podlaží nejvíce exponovaných RD a BD realizovaných nebo připravovaných v rámci záměrů Byty Debr a Bytové a rodinné domy Kosmonosy.

U výpočtových bodů 1–8 se jedná o venkovní chráněný prostor staveb RD a BD, u bodů 9–16 se jedná o BD s protihlukovým opatřením ve formě protihlukových oken a zajištění přímé ventilace pobytových místností bez nutnosti otevírání oken, takže nejde o chráněný venkovní prostor stavby.

Vypočtené hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní době $L_{Aeq, 16h}$ z dopravy vyvolané pouze posuzovaným záměrem se v těchto výpočtových bodech pohybují v rozmezí 42,1–49,6 dB, hodnoty $L_{Aeq, 8h}$ v noční době v rozmezí 34,4–41,8 dB. V přepočtu na 24hodinovou L_{den} se vypočtená hluková zátěž u výpočtových bodů pohybuje v rozmezí L_{den}^{11} 48,1–55,6 dB.

V aktivní variantě pro celkovou hlukovou situaci se vypočtené hodnoty $L_{Aeq, 16h}$ v denní době pohybují v rozmezí 51,2–62,5 dB, hodnoty $L_{Aeq, 8h}$ v noční době v rozmezí 43,6–56,5 dB. V přepočtu na 24hodinovou L_{den} se vypočtená hluková zátěž u výpočtových bodů pohybuje v rozmezí L_{den} 57,2–68,4 dB. Nejvyšší hluková expozice v tomto ukazateli vychází v chráněném venkovním prostoru stavby RD výpočtovém bodě č. 2.

Jedná se o celkovou hlukovou situaci v posuzované lokalitě vyvolanou hlukem ze silniční dopravy po silničních komunikacích, tj. o kumulativní vliv vyvolané dopravy všech záměrů v lokalitě (Retail park, Byty Debr a Bytové a rodinné domy Kosmonosy) společně s přepočítaným výhledem stávající dopravy k výpočtovému roku 2050.

Ze srovnání vypočtených hodnot hlukové zátěže v obou variantách vyplývá jen malý podíl dopravy vyvolané posuzovaným záměrem na celkové hlukové situaci.

Jak již bylo uvedeno, aktuální podklady k hodnocení zdravotních rizik hluku na základě zhodnocení váhy současných důkazů o hlavních nepříznivých zdravotních účincích hluku přinesla nová hluková směrnice WHO z října 2018. Na rozdíl od dřívějších směrnic se nezabývá hlukem obecně, nýbrž samostatně jednotlivými typy zdrojů hluku, v případě hluku z dopravy tedy hlukem z dopravy silniční, železniční a letecké.

Pro každý z těchto typů hluku byly zhodnoceny nové poznatky pro rozhodující zdravotní účinky a na jejich základě stanoveny doporučené hladiny akustického tlaku v hlukových deskriptorech L_{den} a L_{night} . Tyto doporučené hodnoty se vztahují na dlouhodobou hlukovou expozici. Nepředstavují přímo prahové hladiny zdravotních účinků hluku a nevedou k plné ochraně populace včetně citlivých skupin.

¹¹ Pozn.: Přepočet ekvivalentních hladin akustického tlaku na 24hodinovou dB L_{den} je proveden výpočtem L_{dn} a následným přepočtem na L_{den} dle vztahu $L_{den} = L_{dn} + 0,6$, který byl odvozen SZÚ Praha na základě dlouholetých výsledků hlukového monitoringu v českých městech [48].

Jejich překročení však podle současných poznatků vede k zvýšení rizika nepříznivých zdravotních účinků, které je již považováno za významné.

Pro hluk ze silniční dopravy nová směrnice WHO doporučuje redukovat průměrnou hlukovou expozici pod L_{den} 53 dB, které podle aktualizovaných vztahů expozice a účinku odpovídá 10 % obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem. Přitom tato hladina hluku pravděpodobně nepředstavuje zvýšené riziko ostatních kritických účinků, především kardiovaskulárních onemocnění.

Pro noční hlukovou expozici ze silniční dopravy směrnice WHO doporučuje redukovat noční hlukovou zátěž pod L_{night} 45 dB, které podle aktualizovaných vztahů expozice a účinku odpovídá 3 % obyvatel vysoce rušených hlukem ve spánku.

K odhadu míry obtěžujícího účinku hluku z dopravy se dříve používaly vztahy expozice a účinku, odvozené z meta-analýz starších zahraničních epidemiologických studií pro hlukovou expozici v L_{den} v rozmezí 45–75 dB pro tři stupně obtěžování [9].

Vztah pro odhad procenta obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem (HA-Highly Annoyed) ze silniční dopravy na základě dlouhodobé expozice v deskriptoru L_{den} udává rovnice:

$$\%HA = 9,868 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{den} - 42)^3 + 1,436 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{den} - 42)^2 + 0,5118 \cdot (L_{den} - 42)$$

Při použití tohoto vztahu expozice a účinku vypočtenému rozmezí celkové dopravní hlukové zátěže 57,2–68,4 dB L_{den} teoreticky po zaokrouhlení odpovídá 8–22 % obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem.

Nová směrnice WHO používá pro odhad procenta obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem ze silniční dopravy rovnici $\%HA = 78,9270 - 3,1162 \cdot L_{den} + 0,0342 \cdot L_{den}^2$, odvozenou na základě systematického posouzení a meta-analýzy novějších epidemiologických studií [1,4].

Ve srovnání s původními vztahy indikuje vyšší stupeň obtěžování hlukem ze silniční dopravy i při nižší hlukové expozici. Tento vztah je podle tvaru křivky použitelný pro hlukovou zátěž v L_{den} v rozmezí 45–80 dB. Nejnižší hladina hluku v podkladových studiích byla 40 dB a odpovídá 9 % (podle vztahu pouze z evropských studií 6 %) vysoce obtěžovaných obyvatel. Ani tuto hladinu proto nelze považovat za prahovou hladinu hluku pro obtěžující účinek.

Při použití tohoto vztahu expozice a účinku by pro rozmezí celkové dopravní hlukové zátěže 57,2–68,4 dB L_{den} vycházelo 13–26 % obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem.

Vzhledem k odlišnosti podmínek a metodiky v některých podkladových studiích byl v podkladech směrnice odvozen i alternativní vztah pro obtěžování silničním hlukem pro evropský plochý terén (s vyloučením alpských a asijských studií) na základě 10 studií pouze z evropských zemí, vyjádřený rovnicí $\%HA = 116,4304 - 4,7342 \cdot L_{den} + 0,0497 \cdot L_{den}^2$.

Pro tuzemské podmínky je vhodnější tento vztah. Při jeho použití by výše uvedené rozmezí hlukové zátěže vycházelo 8–25 % obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem.

V platné verzi 5 autorizačního návodu SZÚ je proto doporučeno provést výpočet s použitím původních i nových vztahů a výsledek uvádět jako rozmezí, ve kterém se obtěžující účinek hluku pohybuje podle různých metod.

Je tedy možné odhadovat, že u nové zástavby RD a BD v rámci záměru Bytové a rodinné domy Kosmonosy (výpočtové body č. 1–8) lze teoreticky předpokládat podle různých metod odhadu rozmezí 8–26 % obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem z dopravy.

Odhad procenta obtěžovaných obyvatel nové zástavby BD v rámci záměru Byty Debr (výpočtové body č. 9–16), u kterých mají být provedena protihluková opatření k zamezení průniku hluku do vnitřních chráněných prostor, nelze provést. Studie a vztahy expozice a účinku pro obyvatele takto zabezpečených domů nejsou k dispozici. Pro nejvyšší hlukovou expozici této zástavby 66 dB L_{den} by vycházelo až 18–22 % obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem z dopravy, vzhledem k protihlukovému zabezpečení bytů však bude skutečný stav příznivější.

Pro odhad procenta obyvatel subjektivně vysoce rušených hlukem ve spánku ze silniční dopravy uvádí příloha III Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES rovnici $\%HSD = 19,4312 - 0,9336 \cdot L_{night} + 0,0126 \cdot (L_{night})^2$, převzatou z hlukové směrnice WHO.

Tato rovnice byla odvozena na základě systematického posouzení a meta-analýzy novějších epidemiologických studií publikovaných v letech 2002–2015 [1,13]. Vztah byl odvozen pro hlukovou zátěž v L_{night} v rozmezí 40–65 dB. Spodní hodnota 40 dB, která byla zvolena z důvodu možných nepřesností v odhadu nízkých hladin hluku, odpovídá 2 % vysoce rušených obyvatel. Nelze ji tedy považovat za prahovou hladinu hluku pro tento účinek.

Při použití tohoto vztahu expozice a účinku vypočtenému rozmezí noční celkové dopravní hlukové zátěže 43,6–52,8 dB $L_{Aeq, 8h}$ nové zástavby RD a BD v rámci záměru Bytové a rodinné domy Kosmonosy (výpočtové body č. 1–8) teoreticky po zaokrouhlení odpovídá 3–5 % obyvatel vysoce rušených ve spánku hlukem z dopravy.

Stejně jako u obtěžování odhad procenta rušených obyvatel nové zástavby BD v rámci záměru Byty Debr s protihlukovým zabezpečením nelze provést. Pro nejvyšší noční hlukovou expozici této zástavby 56,5 dB $L_{Aeq, 8h}$ by vycházelo 7 % obyvatel vysoce rušených ve spánku hlukem z dopravy, vzhledem k protihlukovému zabezpečení bytů však bude skutečný stav příznivější.

Pro subjektivní obtěžující a rušivé účinky hluku prakticky nelze stanovit prahové hladiny hluku, neboť při slyšitelné úrovni hluku je určitý podíl obyvatel pociťujících obtěžování a rušení hlukem vzhledem k velkému rozptýlu individuální vnímavosti a dalších podmínek prakticky nevyhnutelný. Obtěžující a rušivý účinek má proto pro část populace i hluk splňující hlukové limity.

Tento stav je běžný, neboť limity představují kompromis mezi snahou o ochranu zdraví a reálnou situací a technickými a ekonomickými možnostmi.

V tabulce č. 1 je pro znázornění úrovně legislativní ochrany před obtěžujícím a rušivým účinkem hluku uvedeno zaokrouhlené procento obyvatel obtěžovaných a rušených hlukem, které teoreticky odpovídá současným limitům pro hluk z automobilové dopravy.

Ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní a noční době hlukového limitu byly přepočteny na 24hodinovou L_{den} .

K výpočtu procenta obtěžovaných a rušených obyvatel jsou použity nové vztahy ze směrnice WHO doporučené v příloze III Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí. Výsledky tedy představují společensky akceptovanou míru těchto nepříznivých účinků hluku.

Tab. č. 1 – Procento obyvatel vysoce obtěžovaných (HA) a vysoce rušených hlukem ve spánku (HSD) odpovídající hygienickým limitům hluku z dopravy			
$L_{Aeq,T \text{ den/noc}}$ (dB)	<i>silniční doprava</i>	HA (%)	HSD (%)
60/50	„nové“ komunikace	16	4
68/58	„staré“ komunikace*	26	8

*komunikace vybudované před 1.1.2001

Jak již bylo uvedeno, dalším možným indikátorem účinků hluku z dopravy na veřejné zdraví je výpočet atributivního rizika kardiovaskulární nemoci. Při hodnocení tohoto rizika se používají vztahy expozice a rizika incidence ischemické choroby srdeční (ICHs), vycházející z meta-analýz epidemiologických studií.

V nové směrnici WHO byly jako nejspolehlivější vyhodnoceny důkazy o vztahu mezi hlukem ze silniční dopravy a rizikem ischemické choroby srdeční v podobě relativního rizika RR 1,08 (95%CI = 1,01–1,15) pro 10 dB nárůst expozice v L_{den} s prahovou hladinou cca 53 dB.

Za významné považuje WHO zvýšení zdravotního rizika ICHS nad 5 %, ke kterému podle výše uvedeného vztahu dochází při dlouhodobé hlukové zátěži od L_{den} 59,3 dB.

S použitím tohoto vztahu je možné provést výpočet populační atributivní frakce (PAF), která vyjadřuje, jaký podíl (frakci) onemocnění ICHS u takto exponovaných obyvatel je možné přisoudit dlouhodobému vlivu dopravního hluku.

Při použití tohoto vztahu expozice a účinku vychází pro horní hranici rozmezí vypočtené hlukové zátěže dotčené obytné zástavby (68,4 dB L_{den}) atributivní frakce 0,112, tj. 11,2 %.

Při zohlednění počtu exponovaných obyvatel a znalosti incidence ICHS by bylo možné dospět k atributivnímu počtu onemocnění, tedy předpokládanému počtu osob postižených tímto onemocněním v důsledku hluku.

Z posledních údajů České kardiologické společnosti za rok 2021 vychází v ČR průměrná roční incidence ischemické choroby srdeční (diagnózy I20-I25 Mezinárodní klasifikace nemocí MKN-10) 6,295/1000 osob a rok.

Jako příklad je možné uvést, že v případě dlouhodobé expozice výše uvedené hladině hluku u 100 osob by vycházelo 0,07 onemocnění ICHS za rok.

Pro nejvyšší hlukovou expozici nové zástavby BD v rámci záměru Byty Debr 66 dB L_{den} vychází atributivní frakce 0,095, tj. 9,5 %. Vzhledem k protihlukovému zabezpečení bytů těchto domů však bude skutečný stav příznivější.

III. 3. Závěr k riziku hluku

Hodnocení zdravotního rizika hluku bylo provedeno v souladu s požadavky autorizačního návodu SZÚ Praha AN 15/04 verze 5, který zohledňuje aktuální poznatky a vztahy expozice a účinku z hlukové směrnice WHO.

Podkladem byly výsledky akustických studií, které výpočtově hodnotí předpokládanou hlukovou expozici ze stacionárních zdrojů a z dopravy vyvolané záměrem Retail park Kosmonosy u nové obytné zástavby realizované nebo připravované v blízkosti lokality záměru.

Vypočtená hluková expozice obyvatel této zástavby ze stacionárních zdrojů záměru Retail park Kosmonosy nedosahuje za předpokladu realizace navržených protihlukových opatření úrovně, kterou by bylo možné považovat za zdravotní riziko. V úrovni významnějšího zdravotního rizika se nepohybuje ani vypočtená hluková expozice ze související dopravy a v rámci kumulativních vlivů bude mít jen malý podíl na celkové hlukové expozici okolní zástavby.

Jako celková hluková zátěž ze silniční dopravy je v akustické studii vyhodnocen kumulativní vliv všech záměrů v lokalitě společně s výhledem stávající dopravy k výpočtovému roku 2050.

I při dodržení hlukových limitů bude tato celková kumulovaná hluková expozice pro část obyvatel nové zástavby zdrojem obtěžování, rušení ve spánku a zvýšeného rizika kardiovaskulárních onemocnění.

Pro posuzovaný záměr Retail park Kosmonosy je podstatné, že doprava vyvolaná tímto záměrem podle výsledků hlukové studie tuto celkovou hlukovou zátěž sousední obytné zástavby významně neovlivní.

IV. Zdravotní riziko znečištění ovzduší

IV. 1. Výběr látek a podklady k hodnocení expozice

Rozptylová studie hodnotí předpokládaný imisní příspěvek z emisních zdrojů záměru včetně související dopravy pro oxid dusičitý, oxid uhelnatý, suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, benzen a benzo(a)pyren. Jedná se o plně kompletní výčet látek, které je opodstatněné zahrnout do vyhodnocení vlivů imisí daného záměru na zdraví obyvatel.

Podkladem k hodnocení expozice obyvatel zájmového území jsou vypočtené hodnoty imisního příspěvku u nejbližší stávající nebo plánované obytné zástavby, kterou zohledňují 4 cíleně umístěné referenční body.

Při hodnocení zdravotního rizika znečištění ovzduší je však třeba vycházet z celkové úrovně expozice, kde je většinou rozhodující imisní pozadí hodnocených škodlivin.

Jako současné imisní pozadí jsou použity nejvyšší hodnoty pětiletých klouzavých průměrů 2020–2024, které v dané lokalitě uvádí v mapové síti čtverců 1x1 km ČHMÚ a výsledky imisního monitoringu na blízké měřicí stanici ČHMÚ č. 1437 Mladá Boleslav, vzdálené od lokality záměru cca 1 km jižním směrem. Stanice je umístěna ve sportovním areálu blízko sídliště a je klasifikována jako pozadňová, městská v obytné zóně s reprezentativností výsledků v oblastním měřítku (4 až 50 km).

V rámci kumulativních vlivů jsou zohledněny dva sousední bytové areály (Polyfunkční komplex Kosmonosy a Byty Debr), imisní příspěvek z těchto zdrojů však podle výsledků studie zaniká v imisních hodnotách daných posuzovaným záměrem.

S mapovým výstupem rozptylová studie hodnotí i imisní příspěvek z terénních a stavebních prací včetně nákladní dopravy během fáze výstavby.

K základnímu přehledu jsou v tabulce č. 2 uvedeny nejvyšší hodnoty současného imisního pozadí (krátkodobé koncentrace NO₂ a CO jsou odhadnuty podle výsledků monitoringu v podobných lokalitách) a zaokrouhlené nejvyšší hodnoty vypočteného imisního příspěvku v cíleně umístěných výpočtových bodech. Tyto nejvyšší hodnoty vycházejí v bodech v prostoru probíhající výstavby „BD a RD Kosmonosy“ nebo připravované výstavby bytových domů v k.ú. Debr.

Tab. 2 – Odhad imisního pozadí a příspěvek u obytné zástavby (µg/m³)

	NO ₂		CO	PM ₁₀		PM _{2,5}	benzen	BaP
	1hod	Rp	8hod	24hod	Rp	Rp	Rp	Rp
Imisní pozadí	<100	15,1	<1000	32	18,2	13	1	0,0007
Záměr	5	0,1	196	3	0,08	0,07	0,35	0,000008
Imisní limity	200	40	10 000	50	40	20	5	0,001

Vysvětlivky: 1hod = maximální 1hodinová koncentrace, 8hod = jako klouzavý 8hodinový průměr, 24hod = 36. nejvyšší 24hodinová průměrná koncentrace v roce, Rp = roční průměrná koncentrace

Z tabulky je zřejmé, že imisní příspěvek z provozu plánovaných obchodních objektů a související dopravy je u většiny hodnocených škodlivin ve srovnání s celkovým pozadím a imisními limity těchto látek nepatrný.

Z hlediska zdravotních rizik jsou tyto hodnoty imisního příspěvku zanedbatelné a kvantitativně prakticky nehodnotitelné. Hlavním předmětem hodnocení zdravotního rizika znečištění ovzduší je proto současná imisní situace podle údajů ČHMÚ.

Současná imisní situace lokality záměru a nejbližší okolní obytné zástavby je podle aktuálních údajů ČHMÚ na podmínky ČR příznivá, neboť u žádné škodliviny s rezervou nedochází k překročení imisních limitů, stanovených zákonem o ochraně ovzduší.

Ze zdravotního hlediska jsou tyto limity s výjimkou oxidu uhelnatého do jisté míry kompromisní, takže kvantitativní odhad zdravotního rizika znečištění ovzduší je možné provést i pro podlimitní úroveň imisní expozice obyvatel. Do hodnocení zdravotních rizik znečištění ovzduší bude proto zahrnutý oxid dusičitý, suspendované částice, benzen a benzo(a)pyren.

IV. 2. Oxid dusičitý (NO₂)

Identifikace a charakterizace nebezpečnosti

Oxid dusičitý (NO₂) je dráždivý plyn červenohnědé barvy s charakteristickým štiplavým zápachem, čichově postřehnutelným od koncentrace 188 µg/m³ (0,1 ppm) [17].

Oxid dusičitý je ze zdravotního hlediska nejvýznamnějším oxidem dusíku. Jeho význam je dán nejen přímým účinkem na zdraví, ale i významnou úlohou při sekundárním vzniku dalších škodlivých polutantů v ovzduší, jako jsou ozón a jemná frakce pevných částic.

Hlavními antropogenními zdroji oxidů dusíku jsou emise ze spalování fosilních paliv, ať již ve stacionárních zařízeních při vytápění a získávání energie, nebo v motorech dopravních prostředků. Ve většině případů je emitován oxid dusnatý, který je ve vnějším ovzduší rychle oxidován na oxid dusičitý.

Na znečištění ovzduší oxidem dusičitým v ČR se kromě dopravy, která je majoritním zdrojem, podílejí i teplárny, výtopny a domácí topeniště a ve městech má znečištění ovzduší touto látkou v podstatě plošný charakter. Na pozadíových stanicích v nejčistších oblastech se koncentrace NO₂ v ČR dlouhodobě pohybují v rozsahu od 1,5 do 4,5 µg/m³.

V roce 2024 se průměrné roční koncentrace NO₂ pohybovaly v závislosti na intenzitě okolní dopravy od cca 8 µg/m³ na venkovských nezatížených lokalitách až k 20–30 µg/m³ v dopravně velmi významně exponovaných lokalitách.

Odhad roční střední hodnoty v dopravou a průmyslem méně zatížených městských lokalitách v roce 2024 je 13 µg/m³. Na žádné stanici nebyl překročen roční ani hodinový imisní limit.

Roční hodnota 10 µg/m³, doporučená novou směrnicí WHO, byla v roce 2024 překročena na 48 stanicích (74 %), doporučená denní hodnota 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na téměř všech stanicích [18].

Na blízké monitorovací stanici ČHMÚ Mladá Boleslav byla v roce 2024 naměřena průměrná roční koncentrace NO₂ 12,8 µg/m³, 98.kvantil 24hodinových koncentrací 30,1 µg/m³ a nejvyšší 1hodinové koncentrace 78,8 µg/m³ [19].

Oxid dusičitý patří mezi významné škodliviny i ve vnitřním ovzduší budov, kde jsou hlavním zdrojem plynové sporáky a kuřáky a kde mohou být dosahovány vyšší koncentrace nežli ve vnějším prostředí. Několikadenní průměrné koncentrace NO₂ zde mohou přesahovat 200 µg/m³ a hodinová maxima mohou být až 2000 µg/m³ [20].

Při inhalaci je NO₂ vzhledem k omezené rozpustnosti ve vodě jen zčásti zadržen v horních cestách dýchacích a proniká až do plicní periferie. Nepříznivý účinek se předpokládá hlavně cestou oxidačního stresu a vyvolání zánětlivé reakce.

Zdravotní účinky krátkodobé i chronické expozice NO₂ ve venkovním ovzduší byly studovány v mnoha epidemiologických studiích. U výkyvů denních koncentrací NO₂ byla popsána souvislost se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti a s počtem akutních hospitalizací pro respirační a kardiovaskulární onemocnění.

Pro chronickou expozici byla v kohortových studiích nalezena asociace především k ukazatelům respirační nemoci a k deficitu vývoje plicních funkcí u dětí.

Ve studiích expozice NO₂ z vnitřního prostředí byl nalezen vztah k frekvenci respiračních symptomů u astmatických dětí a dětí s geneticky podmíněným zvýšeným rizikem astma [20].

Zásadním úskalím tohoto výzkumu je však současná expozice dalším škodlivinám ze spalovacích procesů, především jemné a ultrajemné frakci suspendovaných částic.

NO₂ je proto považován za dobrý souhrnný indikátor expozice škodlivinám z dopravy, avšak stále existuje nezodpovězená otázka, které účinky je možné považovat za efekt samotného NO₂ a u kterých pouze zastupuje jiný vyvolávající faktor, nebo se s ním na zjištěném účinku podílí. Vzhledem k těmto nejistotám byly jako podklad ke stanovení doporučené směrnice koncentrace NO₂ k prevenci akutních účinků v dřívějších směrnici WHO použity výsledky klinických studií expozice čistému NO₂ u dobrovolníků.

První známky akutního účinku NO₂ v podobě mírné zánětlivé reakce a zvýšené reaktivity dýchacích cest k zúžení průdušek pravděpodobně bez klinického významu se v těchto studiích u citlivých jedinců začínají projevovat v rozmezí koncentrace 0,2–1 ppm (380–1880 µg/m³). WHO proto k prevenci akutních účinků NO₂ ve venkovním i vnitřním ovzduší doporučila jako limit 1hodinovou maximální koncentraci NO₂ 200 µg/m³ [17,20,21] a tato hodnota je používána i jako referenční koncentrace při hodnocení rizika akutních účinků imisí NO₂.

Pro limitní průměrnou roční koncentraci NO₂ ve venkovním ovzduší WHO stanovila v roce 2000 doporučenou hodnotu 40 µg/m³, odvozenou z meta-analýzy epidemiologických studií účinků vnitřního ovzduší u dětí. Východiskem byla nejnižší výchozí koncentrace 15 µg/m³ NO₂, navýšená o 28 µg/m³, což je průměrný rozdíl mezi domácnostmi s plynovými a elektrickými sporáky, při kterém bylo zjištěno zvýšení respirační nemocnosti o 20 %. WHO přitom zdůraznila, že nebylo možné stanovit prahovou úroveň koncentrace, která by při dlouhodobé expozici prokazatelně zdravotně nepříznivý účinek neměla [21].

Tato hodnota zůstala zachována při aktualizaci směrnice WHO pro kvalitu venkovního ovzduší v roce 2005 i ve směrnici pro kvalitu vnitřního ovzduší vydané v roce 2010 [17,20].

V rámci přípravy podkladů pro aktualizaci směrnice WHO byla zpracována a publikována série systematických přehledů a kritického souborného vyhodnocení výsledků nových epidemiologických studií, zabývajících se vlivem klasických škodlivin znečištění ovzduší na zdraví.

Pro akutní účinky imisní zátěže oxidem dusičitým byla hodnocena asociace s celkovou úmrtností obyvatel a meta-analýzou studií bylo pro 24hodinovou koncentraci NO₂ s vysokou vahou důkazů odvozeno relativní riziko RR 1,0072 pro nárůst koncentrace o 10 µg/m³. Některé studie sledující vyšší úroveň expozice naznačily hypotetický práh efektu kolem 38 µg/m³. Pro asociaci mezi 1hodinovou maximální koncentrací a celkovou úmrtností nebyl statisticky významný vztah zjištěný [22].

Souborné vyhodnocení publikovaných studií bylo v rámci přípravy novely směrnice WHO provedeno i pro vztah mezi krátkodobou expozicí NO₂ a rizikem exacerbace astmatických potíží, hodnoceným jako urgentní návštěvy lékaře nebo hospitalizace. Statisticky významný vztah byl s vysokou vahou důkazů potvrzen pro nárůst 24hodinové koncentrace o 10 µg/m³ v hodnotě RR 1,014. Asociace s 1hodinovou maximální koncentrací nebyla statisticky významná. Křivka zjištěného vztahu měla ve většině studií nelineární tvar s možností prahové úrovně expozice [23].

Pro chronickou expozici NO₂ byla vyhodnocena asociace s celkovou a respirační úmrtností obyvatel. Pro ovlivnění celkové a respirační úmrtnosti bylo meta-analýzou studií zjištěno při zvýšení expozice o 10 µg/m³ statisticky významné relativní riziko 1,02, resp. 1,03 se střední vahou důkazů. Vysokou váhu důkazů měl pouze vztah k úmrtnosti na chronickou obstrukční chorobu plic [24].

Aktualizovaná směrnice WHO pro kvalitu ovzduší byla vydána 23.9.2021. Konstatuje podstatné posílení důkazů o nepříznivém vlivu znečištění ovzduší na zdraví i při nižší úrovni, nežli se dříve předpokládalo.

Obsahuje koncentrace šesti klíčových škodlivin doporučené na základě vyhodnocení důkazů z epidemiologických studií k ochraně veřejného zdraví.

Jedná se o koncentrace (AQG levels¹²), které by měly být cílem úsilí o zlepšení kvality ovzduší, neboť vyšší hodnoty již mají významné nepříznivé zdravotní účinky. Pro oblasti s vysokou úrovní znečištění ovzduší, kde není dosažení AQG hodnot v dohledné době reálné, jsou uvedeny prozatímní cíle, vedoucí k postupnému snižování zdravotního rizika [25].

Pro dlouhodobou expozici NO₂ nyní WHO na základě vyhodnocení vlivu na celkovou a respirační úmrtnost doporučuje průměrnou koncentraci 10 µg/m³.

Jako prozatímní cíle jsou uvedeny hodnoty 40, 30 a 20 µg/m³, při kterých se předpokládá zvýšení úmrtnosti o 6 %, 4 % a 2 % nad situací při dosažení doporučené AQG 10 µg/m³ [25].

Pro krátkodobou expozici NO₂ nyní WHO na základě vyhodnocení vlivu na celkovou a úmrtnost a exacerbaci astmatických potíží doporučuje průměrnou 24hodinovou koncentraci 25 µg/m³, jako 99percentil v roce (tedy s překročením 3-4 dny v roce). Tato hodnota AQG v podstatě podle vyhodnocení běžné distribuce denních hodnot v mnoha městech koresponduje s doporučenou průměrnou roční koncentrací 10 µg/m³.

Jako prozatímní cíle jsou uvedeny hodnoty 120 a 50 µg/m³, při kterých se předpokládá denní zvýšení celkové úmrtnosti o 7 % a 2 % nad situací při dosažení doporučené AQG 25 µg/m³.

Pro 1hodinovou maximální koncentraci WHO ponechává v platnosti doporučenou hodnotu 200 µg/m³ [25].

Proti původní hodnotě z předchozích směrnic tedy nyní WHO výrazně snížila doporučenou průměrnou roční koncentraci NO₂ z 40 na 10 µg/m³. Tento velký rozdíl je zdůvodněný tím, že původních 40 µg/m³, odvozených z navýšení nemocnosti u dětí, již představovalo významné nepříznivé zdravotní účinky.

Nový AQG 25 µg/m³ pro 24hodinovou koncentraci v podstatě vychází z běžné distribuce denních hodnot při AQG pro roční průměrnou koncentraci a je přísnější, nežli doporučená hodnota maximální hodinové koncentrace [25].

Současnou standardní metodiku hodnocení zdravotních rizik znečištění ovzduší upravuje již zmíněný autorizační návod SZÚ AN 17/15 pro autorizované hodnocení zdravotních rizik dle § 83e zákona č. 258/2000 Sb., vydaný v říjnu 2015.

Podle tohoto metodického návodu se při hodnocení zdravotních rizik znečištění ovzduší chronické účinky NO₂ z důvodů absence spolehlivých vztahů expozice a účinku nehodnotí a jsou používány vztahy expozice a účinku pro suspendované částice, přičemž se podle současných poznatků předpokládá, že z větší části zahrnují i účinky některých souběžně působících plynných škodlivin, zejména NO₂.

V mimořádných případech nutnosti hodnocení pouze samostatného efektu NO₂ by bylo možné využít vztahy expozice a účinku pro dlouhodobou i krátkodobou expozici, které byly aktualizovány na základě vyhodnocení nových důkazů v rámci projektu WHO HRAPIE¹³ v roce 2025.

Vztahují se k celkové a specifické úmrtnosti a nemocnosti na respirační onemocnění. Jako hraniční expozici, nad kterou je tyto vztahy možné použít WHO doporučuje hodnotu AQG, tj. 10 µg/m³ roční průměrné koncentrace.

Z hlediska váhy důkazů jsou však tyto účinky vyhodnoceny pouze jako pravděpodobně kauzální a je zde obava z nadhodnocení v důsledku překrývání s účinkem současně působících suspendovaných částic.

V daném případě imisního vlivu posuzovaného záměru se však nejedná o výlučné emise NO₂, takže důvod k samostatnému hodnocení rizika NO₂ zde není.

¹² AQG level – air quality guideline level

¹³ HRAPIE – Health Risk of Air Pollution in Europe

Současná směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES¹⁴ stanoví pro země EU pro NO₂ mezní hodnoty pro ochranu zdraví 200 µg/m³ průměrné 1hodinové koncentrace a 40 µg/m³ průměrné roční koncentrace, které odpovídají současným imisním limitům v ČR. V nové směrnici 2024/2881¹⁵ je u mezních hodnot NO₂, které mají být dosaženy do roku 2030, zachována hodnota 1hodinové průměrné koncentrace 200 µg/m³ s možností překročení 3x v roce, doplněna 24hodinová koncentrace 50 µg/m³ (jako 95.kvantil, tedy s možným překročením 18x/rok) a průměrná roční koncentrace snížena na 20 µg/m³.

Hodnocení expozice a charakterizace rizika

Podle autorizačního návodu Státního zdravotního ústavu Praha AN 17/15 k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší jsou pro imisní pozadí při hodnocení expozice obyvatel zdrojem první volby klouzavé průměrné roční koncentrace za předchozích 5 let, které udává ČHMÚ v mapovém výstupu v síti čtverců 1x1 km.

Lokalita posuzovaného záměru a jeho okolí spadá za období 2020–2024 do čtverců s hodnotami průměrné roční koncentrace do 15,1 µg/m³. Maximální krátkodobé koncentrace se podle výsledku monitoringu na blízké monitorovací stanici ČHMÚ v posledních 3 letech pohybují pod 100 µg/m³.

Imisní příspěvek posuzovaného záměru, vypočtený rozptylovou studií v sousedních lokalitách probíhající nebo připravované obytné výstavby se pohybuje v řádu desetin µg/m³ průměrné roční koncentrace, u stávající nejbližší zástavby v řádu setin µg/m³ průměrné roční koncentrace. U maximální hodinové koncentrace se jedná o jednotky µg/m³.

Je tedy zřejmé, že u této škodliviny bude podíl posuzovaného záměru obchodních center včetně související dopravy na celkové imisní situaci a expozici obyvatel zanedbatelný.

Nejcitlivějším akutním účinkem oxidu dusičitého, zjištěným v klinických studiích, je přechodné zvýšení reaktivity dýchacích cest na různé podněty (chlad, cvičení, alergen v ovzduší) u astmatiků. Tato zvýšená pohotovost ke spasmům a tím zúžení průdušek je jedním z významných faktorů v patofyziologii a klinické manifestaci astmatu.

WHO doporučuje na základě těchto studií 1hodinovou koncentraci 200 µg/m³ jako limitní koncentraci NO₂ ve venkovním i vnitřním ovzduší a tato hodnota je standardně používána jako referenční koncentrace pro akutní riziko této škodliviny v ovzduší.

Z údajů o imisním pozadí a z výsledků rozptylové studie ve srovnání s touto referenční koncentrací vyplývá, že v zájmovém území v okolí lokality záměru riziko akutních účinků oxidu dusičitého na zdraví obyvatel nehrozí.

Pokud jde o riziko chronických účinků oxidu dusičitého, současnou hodnotu imisního limitu 40 µg/m³ nelze považovat za referenční koncentraci, která by zaručovala ochranu zdraví.

WHO nyní v nové směrnici pro kvalitu ovzduší z loňského roku doporučuje na základě vyhodnocení vlivu na celkovou a respirační úmrtnost průměrnou koncentraci 10 µg/m³.

Průměrné imisní pozadí NO₂ v hodnocené lokalitě tedy tuto doporučenou hodnotu WHO překračuje o 5 µg/m³, což by teoreticky odpovídalo cca 1% zvýšení úmrtnosti. Vliv posuzovaného záměru tuto situaci ovlivní pouze nepatrně.

Zanedbatelný bude vliv posuzovaného záměru podle výsledku rozptylové studie u této škodliviny i ve fázi výstavby plánovaných objektů, kde vychází příspěvek průměrné roční koncentrace, resp. krátkodobých maxim do 0,015 µg/m³ resp. 0,6 µg/m³.

¹⁴ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ze dne 21.5.2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu

¹⁵ Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/2881 ze dne 23. října 2024 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu (přepracované znění)

Jako nejspolehlivější vztahy expozice a účinku znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel jsou používány průměrné roční koncentrace suspendovaných částic $PM_{2,5}$ nebo PM_{10} , přičemž se předpokládá, že tak je zohledněna i větší část účinků krátkodobých výkyvů imisních koncentrací i účinky některých souběžně působících plyných škodlivin, jako je oxid dusičitý. Vliv znečištění ovzduší na nemocnost a úmrtnost obyvatel dotčeného území bude proto hodnocen komplexně na základě expozice suspendovaným částicím PM_{10} a $PM_{2,5}$.

IV. 3. Suspendované částice PM_{10} a $PM_{2,5}$

Identifikace a charakterizace nebezpečnosti

Aerosolové částice v ovzduší nemají na rozdíl od plyných látek specifické složení, nýbrž představují komplexní směs různých komponent s odlišnými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. I když je z hlediska zdravotních účinků specifickému složení částic věnována velká pozornost, výzkumy zde ještě nedospěly k možnosti spolehlivě odlišit nebezpečnost částic podle jejich zdrojů a složení a základní klasifikace je založena na velikosti částic, která je rozhodující pro jejich průnik a depozici v dýchacím traktu.

Nejčastěji sledovaná je frakce PM_{10} s průměrem do 10 μm , která při vdechování proniká do dýchacího traktu a které se přisuzují hlavní zdravotní účinky. Tato frakce zahrnuje jak hrubší frakci v rozmezí 2,5 μm – 10 μm , tak frakci $PM_{2,5}$ s průměrem do 2,5 μm , pronikající až do plicních sklípků. Poměr obou frakcí je proměnlivý podle místních podmínek, podíl částic $PM_{2,5}$ je obvykle 40–90% a zbytek tvoří hrubší částice. Třetí, ze zdravotního hlediska intenzivně studovanou frakcí, jsou submikrometrické částice s průměrem pod 1 μm .

Z dosavadních poznatků je zřejmé, že aerosolové částice v ovzduší představují významný rizikový faktor s mnohočetným efektem na lidské zdraví. Z hlediska původu, složení i chování se jednotlivé velikostní frakce částic významně liší.

Hrubší částice vznikají nekontrolovaným spalováním, mechanickým rozpadem zemského povrchu, při demolcích, dopravě na neupravených komunikacích a sekundárním vířením prachu. V oblastech s intenzivní dopravou je významným zdrojem otěr pneumatik, brzdových obložení a povrchu vozovek, tedy emise nepocházející přímo z výfukových plynů. Významný je u této frakce i podíl bioaerosolu (pylová zrna, spory, fragmenty plísní a bakterií). Hrubší částice podléhají rychlé sedimentaci během minut až hodin s přenosem řádově do kilometrových vzdáleností.

Menší částice s průměrem pod 2,5 μm ($PM_{2,5}$) kromě přímé emise ze spalovacích procesů včetně dopravy typicky vznikají sekundárně koagulací ultrajemných částic nebo reakcemi plyných škodlivin v ovzduší, zejména SO_2 , NO_x , NH_3 a VOC. Obsahují jak uhlíkaté látky, které mohou zahrnovat řadu organických sloučenin s možnými mutagenními účinky, tak i soli, hlavně sulfáty a nitráty. Mohou též obsahovat těžké kovy, z nichž některé mohou mít karcinogenní účinek. V ovzduší tato frakce částic přetrvává dny až týdny a vytváří více či méně stabilní aerosol, který může být transportován stovky až tisíce km. Tím dochází k jejich rozptýlení na velkém území a stírání rozdílů mezi jednotlivými oblastmi. Velmi důležité z hlediska expozice obyvatel je pronikání těchto částic do interiéru budov, kde lidé tráví většinu času.

Ultrajemné částice jsou v ovzduší velmi nestabilní a rychle podléhají koagulaci. Jsou významně zastoupeny v emisích z dopravy a dosahují nejvyšší koncentrace v těsné blízkosti frekventovaných komunikací.

Hodnoty ročního aritmetického průměru PM_{10} , měřené v roce 2024 na pozadových stanicích ČHMÚ, byly v rozmezí 7–13 $\mu g/m^3$. Průměrné roční koncentrace PM_{10} v sídlech ČR se ve všech krajích, kromě Moravskoslezského, v dopravou nezatížených lokalitách pohybovaly v rozsahu od 12 do 20 $\mu g/m^3$.

V dopravně zatížených lokalitách byly roční průměry v závislosti na intenzitě dopravy od 16 do 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, stejně jako v oblastech s průmyslovou zátěží. Střední roční hodnota v obydlených městských lokalitách byla 17,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V Moravskoslezském kraji byly roční aritmetické průměry PM_{10} v ovzduší v průměru o přibližně 2–4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vyšší než v ostatních regionech. Trend vývoje zátěže prostředí aerosolovými částicemi frakce PM_{10} v sídlech je v posledních deseti letech klesající. Hodnota ročního průměru na žádné stanici nepřekročila v roce 2024 imisní limit 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Roční cílová hodnota AQG 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, doporučená novou směrnicí WHO, byla v roce 2024 překročena na 87 městských stanicích (61 %).

Průměrné roční koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ v sídlech ČR se v roce 2024 pohybovaly od 4 do 18,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Střední roční hodnota v obydlených městských lokalitách byla 12,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Roční imisní limit 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sice nebyl překročen na žádné stanici, ale roční průměr 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, doporučený WHO, byl překročen na všech stanicích [18].

Na blízké monitorovací stanici ČHMÚ Mladá Boleslav byla v roce 2024 naměřena průměrná roční koncentrace PM_{10} 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace byla 33,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Průměrná roční koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ zde byla 10,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [19].

Suspendované částice PM_{10} vznikají i ve vnitřním prostředí v budovách, významným zdrojem je kouření. Podle výsledků průzkumů se však částice z vnějšího ovzduší významně podílejí i na zátěži vnitřního ovzduší a na celkové expozici, takže výsledky měření venkovního ovzduší se běžně používají k hodnocení celkové expozice v epidemiologických studiích. Úzká souvislost mezi koncentrací částic ve vnitřním a venkovním ovzduším je též jedním z faktorů, kterými se vysvětlují podstatně konzistentnější výsledky studií zdravotních účinků této složky znečištěného ovzduší ve srovnání s plynnými škodlivinami, jejichž koncentrace ve vnitřním a venkovním ovzduší jsou mnohem variabilnější.

Akutní účinky suspendovaných částic ve znečištěném ovzduší na dýchací trakt zahrnují především dráždění a zánětlivou reakci sliznice dýchacích cest, exacerbaci existujících onemocnění, ovlivnění řasinkového epitelu horních dýchacích cest, zvýšenou sekreci hlenu v průduškách a snížení samočisticí funkce a obranyschopnosti dýchacího traktu vůči infekci.

Tím vznikají vhodné podmínky pro rozvoj virových a bakteriálních respiračních infekcí a postupně možný přechod recidivujících akutních zánětlivých změn do chronické fáze s případným vývojem chronické obstrukční nemoci s následným přetížením pravé srdeční komory a oběhovým selháváním.

Tento proces je ovšem současně podmíněn a ovlivněn mnoha dalšími faktory počínaje stavem imunitního systému jedince, alergickou dispozicí, profesními vlivy, kouřením apod.

Expozice částicím v ovzduší má ovšem i řadu mimorespiračních zdravotních účinků, které se vysvětlují různými mechanismy. Důležitou roli zde zřejmě hrají mediátory vznikající při zánětlivé reakci a oxidační stres, ovlivnění krevní srážlivosti, může se však např. jednat i o přímé působení rozpustných látek a ultrajemných částic, které pronikají do krevního oběhu a nervového systému a ovlivňují nervovou regulaci srdeční činnosti. Mezi chronické účinky patří i urychlení procesu aterosklerózy cév. Nejnovější studie naznačují i vztah k diabetu 2. typu (cukrovka vznikající v dospělosti) a neurologickým onemocněním.

Různé velikostní frakce částic pronikají do odlišných partií dýchacího traktu, mají rozdílné zdroje a složení a částečně i odlišný mechanismus působení. Předpokládá se proto i jejich alespoň částečně odlišný a vzájemně nezávislý účinek a tím i nezbytnost regulace, tj. samostatných imisních limitů, pro obě frakce částic PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$.

Poznatky o zdravotních účincích suspendovaných částic v ovzduší vycházejí především z výsledků epidemiologických studií a prokazují ovlivnění nemocnosti a úmrtnosti především frakcí částic $\text{PM}_{2,5}$ a to již při velmi nízké úrovni expozice, přičemž není možné jasně určit prahovou koncentraci, která by byla bez účinku.

Prokázanými účinky krátkodobé expozice výkyvům imisních koncentrací je přechodné zvýšení respiračních a kardiovaskulárních potíží, vyšší počet akutních hospitalizací, vyšší spotřeba léků a zvýšení úmrtnosti. Postižena je především citlivá část populace, tedy především lidé s vážnými nemocemi srdečně-cévního systému a plic, starší lidé, kojenci a malé děti.

Ve směrnici pro kvalitu ovzduší z roku 2005 WHO doporučila k prevenci těchto účinků 24hodinovou průměrnou koncentraci $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} , resp. $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$, (jako 99percentil, tedy 4. nejvyšší hodnotu v roce [20]).

Ze studií analyzujících dlouhodobý chronický efekt znečištění ovzduší je však zřejmé, že dlouhodobé účinky nejsou pouze sumou krátkodobých účinků, nýbrž jsou mnohem větší a týkají se celé populace.

Předpokládá se, že mohou potencovat rozvoj a průběh časných fází onemocnění, nebo je i iniciovat. Dlouhodobé studie prokazují zhoršení snížení plicních funkcí u dětí i dospělých, zvýšenou nemocnost na respirační onemocnění a zkrácení délky života. Ve směrnici v roce 2005 doporučila WHO cílovou hodnotu roční průměrné koncentrace $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} , resp. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$ jako nejnižší úroveň expozice, od které se s více než 95% mírou spolehlivosti zvyšuje úmrtnost v závislosti na imisní zátěži [20].

V rámci přípravy podkladů pro aktualizaci směrnice WHO byly zpracovány systematické přehledy a vyhodnocení výsledků nových epidemiologických studií i pro akutní a chronické účinky suspendovaných částic PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$.

Pro krátkodobou expozici PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ v řádu hodin až dnů byla s vysokou vahou důkazů potvrzena asociace s celkovou úmrtností obyvatel a meta-analýzou studií bylo odvozeno relativní riziko 1,0041 resp. 1,0065 pro nárůst koncentrace o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pozitivní asociace byla zjištěna i ve vztahu ke specifické úmrtnosti na kardiovaskulární, respirační a cerebrovaskulární choroby. Vztah 24hodinové koncentrace a úmrtnosti vykazuje lineární tvar bez indikace prahové úrovně expozice [22].

Pro vztah dlouhodobé imisní zátěže PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ k úmrtnosti obyvatel bylo od poslední směrnice WHO konstatováno podstatné zvýšení důkazů na základě mnoha nových epidemiologických studií. Většinou se jedná o kohortové studie převážně ze severní Ameriky a Evropy. Byla jasně potvrzena asociace s celkovou i specifickou kardiovaskulární a respirační úmrtností a úmrtností na rakovinu plic.

Pro zvýšení celkové úmrtnosti bylo při nárůstu koncentrace o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ meta-analýzou studií odvozeno relativní riziko 1,08 pro $\text{PM}_{2,5}$ a 1,04 pro PM_{10} . Riziko vykazovala i imisní zátěž pod úrovní současného doporučení WHO pro $\text{PM}_{2,5}$ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [26].

Pro dlouhodobou expozici PM_{10} nyní WHO na základě vyhodnocení vlivu na celkovou a specifickou úmrtnost doporučuje průměrnou koncentraci $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jako prozatímní cíle jsou uvedeny hodnoty 30 a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, při kterých se předpokládá zvýšení celkové úmrtnosti o 6%, resp. 2 % nad situací při dosažení doporučené AQG $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [25].

Pro krátkodobou expozici PM_{10} nyní WHO doporučuje průměrnou 24hodinovou koncentraci $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jako 99percentil v roce (tedy s překročením 3-4 dny v roce). Tato hodnota AQG v podstatě podle vyhodnocení běžné distribuce denních hodnot v mnoha městech koresponduje s doporučenou průměrnou roční koncentrací $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jako prozatímní cíle jsou uvedeny hodnoty 75 a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, při kterých se předpokládá denní zvýšení celkové úmrtnosti o 1%, resp. 0,2% nad situací při dosažení doporučené AQG $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pro dlouhodobou expozici $\text{PM}_{2,5}$ nyní WHO na základě vyhodnocení vlivu na celkovou a specifickou úmrtnost doporučuje průměrnou koncentraci $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jako prozatímní cíle jsou uvedeny hodnoty 15 a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, při kterých se předpokládá zvýšení celkové úmrtnosti o 8%, resp. 4 % nad situací při dosažení doporučené AQG $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [25].

Proti hodnotám ze směrnice z roku 2005 tedy nyní WHO snížilo doporučenou průměrnou roční koncentraci u frakce částic $PM_{2,5}$ z 10 na $5 \mu g/m^3$ a u frakce částic PM_{10} z 20 na $15 \mu g/m^3$. Toto snížení WHO zdůvodňuje novými důkazy o vlivu imisní zátěže suspendovanými částicemi na úmrtnost populace i při koncentraci pod původními doporučenými hodnotami. Vzhledem k tomu, že jemné částice $PM_{2,5}$ mají velký podíl ve frakci PM_{10} , má AQG pro PM_{10} nižší ochrannou funkci nežli AQG pro $PM_{2,5}$. WHO proto doporučuje, aby ve všech situacích, kde jsou k dispozici údaje o obou frakcích, měla přednost AQG pro $PM_{2,5}$ [25]. Podíl znečištění ovzduší na zvýšené úmrtnosti a zkrácení délky života se projevuje hlavně u kardiovaskulárních a respiračních onemocnění a karcinomu plic. Mezinárodní agentura WHO pro výzkum rakoviny IARC¹⁶, která již v minulosti zařadila do skupiny 1 mezi prokázané lidské karcinogeny některé komponenty znečištěného ovzduší nebo jejich směsi (benzen, benzo(a)pyren, exhalace z dieselových motorů), takto vyhodnotila i znečištěné ovzduší obecně a zejména suspendované částice [27]. Dosavadní směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES stanoví pro země EU pro PM_{10} mezní hodnoty pro ochranu zdraví $50 \mu g/m^3$ jako 36. nejvyšší průměrnou 24hodinovou koncentraci a $40 \mu g/m^3$ pro průměrnou roční koncentraci, které odpovídají současným imisním limitům v ČR. Pro frakci $PM_{2,5}$ je mezní hodnota a imisní limit průměrné roční koncentrace $20 \mu g/m^3$. V nové směrnici 2024/2881 z října 2024 jsou mezní hodnoty, které mají být dosaženy od ledna 2030, stanoveny pro 24hodinovou průměrnou koncentraci (jako 95.kvantil, tedy s možným překročením 18x/rok) na $45 \mu g/m^3$ pro PM_{10} , resp. $25 \mu g/m^3$ u $PM_{2,5}$. Mezní hodnoty průměrné roční koncentrace byly sníženy na $20 \mu g/m^3$ pro PM_{10} , resp. $10 \mu g/m^3$ u $PM_{2,5}$.

Hodnocení expozice a charakterizace rizika

Suspendované částice PM_{10} a $PM_{2,5}$ představují z hlediska současných poznatků o zdravotních aspektech kvality ovzduší nejdůležitější složku znečištěného ovzduší a jsou základem kvantitativního hodnocení zdravotních rizik imisí.

Metodiky tohoto hodnocení zdravotních rizik imisí vycházejí ze vztahů odvozených z epidemiologických studií u velkých souborů obyvatel. Jako ukazatel expozice jsou používány průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ nebo PM_{10} , přičemž se předpokládá, že tak je zohledněna i větší část účinků krátkodobých výkyvů imisních koncentrací i účinků některých souběžně působících plynných škodlivin.

Lokalita posuzovaného záměru a jeho okolí spadá za období 2020–2024 do čtverců s hodnotami průměrné roční koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ do $18,2 \mu g/m^3$, resp. $13 \mu g/m^3$. Imisní pozadí pro maximální 36. denní průměrnou koncentraci PM_{10} zde vychází v hodnotě $32 \mu g/m^3$. Imisní příspěvek posuzovaného záměru, vypočtený rozptylovou studií v sousedních lokalitách probíhající nebo připravované obytné výstavby se pohybuje u obou frakcí částic v řádu setin $\mu g/m^3$ průměrné roční koncentrace, u stávající nejbližší zástavby ještě až o řád nižší, takže tato obytná zástavba již leží mimo faktický vliv tohoto zdroje.

Vzhledem k těmto nízkým hodnotám imisního příspěvku se hodnocení rizika znečištění ovzduší týká prakticky celkového imisního pozadí.

Z údajů ČHMÚ vyplývá, že v lokalitě záměru nedochází k překročení imisního limitu pro PM_{10} ani $PM_{2,5}$, avšak jsou zde podobně jako na většině urbanizovaného území ČR překračovány imisní koncentrace doporučené WHO k prevenci negativních dopadů na zdravotní stav populace.

¹⁶IARC (International Agency for Research on Cancer) Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny se sídlem v Lyonu. Na základě dostupných poznatků z epidemiologických studií u lidí, účinků na pokusná zvířata a výsledků testů genotoxicity klasifikuje různé chemické látky do 4 skupin z hlediska průkaznosti jejich karcinogenity pro člověka.

Ke kvantitativnímu odhadu velikosti rizika znečištění ovzduší suspendovanými částicemi byly doposud používány vztahy expozice a účinku, odvozené jako jeden z výstupů projektu WHO HRAPIE v roce 2013 [28]. Tyto vztahy jsou doporučené k použití v autorizačním návodu SZÚ AN 17/15.

Na základě vyhodnocení nových důkazů WHO koncem roku 2025 aktualizovala a doplnila další vztahy expozice a účinku jako výstup projektu WHO HRAPIE-2 [29]. Pro zvýšení dlouhodobé koncentrace $PM_{2,5}$ o $10 \mu g/m^3$ se zde udává pro celkovou přirozenou úmrtnost dospělé populace (ve věku 25 let a více) ve srovnání se směrnicí WHO z roku 2021 vyšší relativní riziko RR 1,10 (95% CI 1,06–1,13). Odvozeny jsou zde i vztahy pro specifickou úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění, kterým je přisouzen spolehlivý průkaz kauzality. Ke kvantitativní charakterizaci rizika celkové úmrtnosti bude použita tato nová hodnota RR. Při hodnocení atributivního rizika úmrtnosti s aplikací uvedeného vztahu je dále použit postup s výpočtem atributivní frakce. Výstupem tohoto výpočtu je předpokládaný počet předčasných úmrtí.

Vztahy pro ukazatele nemocnosti jsou méně přesné nežli vztah pro úmrtnost. Je to dáno méně rozsáhlou databází podkladových studií i rozdíly v definici jednotlivých ukazatelů, avšak jsou používány, neboť demonstrují možný rozsah účinků znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel. Z dalších výstupů projektu WHO HRAPIE-2 jsou použité vztahy pro dlouhodobou expozici částicím $PM_{2,5}$ a ovlivnění incidence několika kardiovaskulárních onemocnění, pro které se vliv této složky znečištění ovzduší podle posledního souborného vyhodnocení US EPA považuje za spolehlivě prokázaný.

Jedná se o tyto vztahy expozice a incidence nemocnosti u dospělé populace ve věku nad 30 let, vyjádřené jako relativní riziko RR^{17} pro navýšení expozice $PM_{2,5}$ o $10 \mu g/m^3$:

- *Akutní infarkt myokardu: 1,13 (95% CI 1,05-1,22)*
- *Cévní mozková příhoda (CMP): 1,16 (95% CI 1,12-1,20)*
- *Hypertenze: 1,17 (95% CI 1,05-1,30)*

Pro krátkodobou expozici částicím $PM_{2,5}$ byl v projektu HRAPIE-2 aktualizován vztah pro hospitalizaci pro kardiovaskulární onemocnění vztahující se na celou populaci, který je ale prakticky totožný se vztahem z roku 2013:

- *Hospitalizace pro kardiovaskulární onemocnění: RR 1,009 (95% CI 1,0026-1,0153)*

V kvantifikovaném odhadu rizika jsou jako základní incidence těchto onemocnění v české populaci použité dostupné údaje ze zdravotnické statistiky ÚZIS.

Z doposud používaných původních vztahů expozice a účinku z výstupů projektu WHO HRAPIE z roku 2013 [28] je pro charakterizaci rizika znečištění ovzduší ve vztahu k respirační nemocnosti použitý vztahy pro krátkodobou expozici částicím $PM_{2,5}$ a hospitalizaci pro respirační onemocnění, vztahující se na celou populaci a vztahy odvozené pro expozici částicím PM_{10} a respirační nemocnost. Tyto vztahy jsou sice zatíženy vyšší nejistotou, ale poskytují srozumitelnější informaci o ovlivnění respirační nemocnosti exponované populace.

Jsou vyjádřeny jako relativní riziko RR nebo poměr šancí OR^{18} , odpovídající expozici $10 \mu g/m^3$ průměrné roční koncentrace:

- *Hospitalizace pro respirační onemocnění: RR 1,019 (95% CI 0,9982-1,0402)*
- *Incidence chronické bronchitidy u dospělých (+18 let): RR 1,117 (95% CI 1,040-1,189)*
- *Prevalence bronchitidy u dětí (6-12 let): OR 1.08 (95% CI 0,98-1,19)*
- *Incidence astmatických symptomů u astmatických dětí (5-19 let): OR 1.028 (95% CI 1.006-1,051)*

¹⁷RR – relativní riziko, určuje míru asociace, vyjadřuje poměr incidencí u exponované a neexponované populace,

¹⁸OR (Odds ratio) – poměr šancí, je též mírou relativního rizika

Vztah pro nové případy (incidenci) chronické bronchitis u dospělé populace a pro výskyt (prevalenci) bronchitis u dětí byl odvozen pro dlouhodobou chronickou expozici. Vztah pro incidenci astmatických symptomů byl odvozen ze akutní expozice, vyjadřuje tedy vliv změny průměrných denních či vícedenních koncentrací PM_{10} .

Při aplikaci těchto vztahů jsou použity doporučené odhady základní incidence nebo prevalence hodnocených ukazatelů nemoci v evropské populaci a je použitý postup uvedený v metodice HIA v programu CAFE, kterým jsou pro tyto ukazatele respirační nemoci dětské populace výchozí vztahy expozice a účinku transponovány do výpočtu nárůstu dní s příznaky během roku [30].

Pro hodnocení expozice se i u vztahů pro akutní expozici používá jednoduchý postup výpočtu s použitím hodnoty průměrné roční koncentrace, neboť při absenci prahové koncentrace a předpokladu lineárního vztahu expozice a účinku dává tento postup prakticky stejný výsledek, jako složitější výpočet, který by hodnotil samostatně každý den v roce [31].

V tabulce č. 3 je jako kvantitativní charakterizace zdravotního rizika znečištění ovzduší pro budoucí obyvatele probíhající nebo připravované obytné zástavby v okolí lokality záměru uveden výsledek výpočtu atributivního rizika výše uvedenými metodikami. Riziko je hodnoceno pro modelový počet 1000 obyvatel.

Jako průměrná roční koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ v této lokalitě je dosazena hodnota $18,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, resp. $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ podle údajů ČHMÚ o imisním pozadí 2020–2024. Jako referenční koncentrace, od které se nepříznivý vliv znečištěného ovzduší začíná projevovat, je v souladu s autorizačním návodem SZÚ odečteno přírodní pozadí $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$, resp. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} . Údaje o věkové struktuře a úmrtnosti a nemoci populace jsou čerpané z demografické a zdravotnické statistiky ÚZIS.

Pro srovnání se zákonem danou úrovní ochrany zdraví je výpočet atributivního rizika proveden i pro hodnotu imisních limitů $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $PM_{2,5}$.

Víceméně pouze pro ilustraci je výpočet proveden i pro nejvyšší imisní příspěvek z provozu záměru vypočtený v bodech v místech této nové zástavby. Ve skutečnosti je nepatrný imisní příspěvek v řádu setin $\mu\text{g}/\text{m}^3$ průměrné roční koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ z hlediska zdravotních rizik nehodnotitelný a prakticky zanedbatelný. Stávající obytná zástavba podle výsledků rozptylové studie již leží zcela mimo faktický vliv tohoto zdroje.

Tab. 3 – Odhad zdravotního rizika znečištění ovzduší – ukazatele atributivního rizika za 1 rok pro 1000 obyvatel

	<i>Pozadí</i>	<i>Vliv záměru</i>	<i>Imisní limit</i>
Průměrná roční koncentrace $PM_{10}/PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):	18,2/13	0,08/0,07	40/20
Celková úmrtnost			
Předčasná úmrtí u populace ve věku nad 25 let	1	0,0	1,8
Nemocnost - celá populace			
Hospitalizace pro srdeční onemocnění	0,1	0,0	0,3
Hospitalizace pro respirační onemocnění	0,2	0,0	0,4
Nemocnost - dospělí			
Incidence chronické bronchitis (nové případy on.)	0,3	0	1,1
Incidence akutního infarktu myokardu (AIM)	0,1	0,0	0,2
Incidence cévní mozkové příhody (CMP)	0,3	0,0	0,6
Incidence hypertenze	2,0	0,0	3,7
Nemocnost - děti			
Prevalence bronchitis (počet dní s příznaky)	269	3	986
Zhoršení potíží u astm. dětí (počet dní s příznaky)	9	0	33

Výsledek výpočtu atributivního rizika udává pro příslušný počet exponovaných obyvatel a jednotlivé kategorie zdravotních ukazatelů přímo míru vlivu znečištěného ovzduší, tedy absolutní počet zdravotních ukazatelů, který je možné přisoudit vlivu znečištěného ovzduší. Výsledky jsou kromě dnů s příznaky zaokrouhlené na jedno desetinné číslo.

Z výsledků v tabulce vyplývá, že k nepříznivému ovlivnění zdravotního stavu obyvatel znečištěným ovzduším dochází i při podlimitní úrovni znečištění a je tedy do určité míry nevyhnutelné.

Vliv znečištění ovzduší na úmrtnost je třeba chápat tak, že není jedinou příčinou a uplatňuje se více u predisponovaných skupin populace, tedy hlavně u starších osob a lidí s vážným kardiovaskulárním nebo respiračním onemocněním, u kterých zhoršuje průběh onemocnění a výskyt komplikací a zkracuje délku života. Jedná se tedy o počet předčasných úmrtí.

V daném případě vychází v přepočtu k úmrtnosti obyvatel dle statistiky ÚZIS pro současné imisní pozadí v dané lokalitě 7,7 % podíl na celkové úmrtnosti populace starší 25 let.

V současných podmínkách měst ČR tento údaj představuje mírně podprůměrnou úroveň rizika znečištění ovzduší. Průměr středních hodnot průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ ve městech ČR v letech 2020–2024 byl dle údajů SZÚ $13,2 \mu g/m^3$. Při odhadu rizika s odečtením AQG $5 \mu g/m^3$ odpovídá podle nejnovějších údajů WHO této úrovni expozice podíl na celkové úmrtnosti obyvatel nad 30 let věku u populace měst ČR 8 %.

Podobně u vypočtených ukazatelů nemocnosti není znečištění ovzduší přímo vyvolávající příčinou onemocnění, ale podílí se spolu s dalšími vlivy na jejich vzniku a průběhu. Poměrně malé ovlivnění hospitalizace ukazuje, že tento vliv není nárazový, ale spíše dlouhodobý.

Často hodnoceným ukazatelem vlivu znečištěného ovzduší je chronická respirační nemocnost u dětí. V provedeném hodnocení je pro názornost vyjádřena jako počet dní s příznaky zánětu průdušek (bronchitis) během roku, vztahený na celou exponovanou dětskou populaci daného věku.

Při použití údaje o základní prevalenci výskytu příznaků u dětí ve věku 6–12 let v evropských zemích (18,6 %) je možné výsledek výpočtu interpretovat jako cca 5% podíl vlivu současné celkové úrovně znečištění ovzduší na chronickou respirační nemocnost u dětí v dané lokalitě. V teoretickém přepočtu na počet dní s respiračními příznaky na jedno dítě by se jednalo o cca 3,5 dne v roce.

Provedený výpočet sice působí exaktním dojmem, ale vzhledem k nejistotám v jeho výchozích podkladech i v odvození vlastních vztahů jde v absolutních číslech pouze o kvalifikovaný odhad.

Zejména kvantifikace zdravotních rizik malých úrovní expozice je v podstatě jen matematickou záležitostí a nemůže poskytnout validní a prokazatelné výsledky, neboť jsou vysoce převýšeny nejistotou metod hodnocení i výchozích podkladů.

Přesto je pro posuzovaný záměr na základě výsledků rozptylové studie a hodnocení vlivů na zdraví možné konstatovat, že bude mít jen zanedbatelný vliv na současnou úroveň znečištění ovzduší a související zdravotní riziko pro obyvatele dané lokality včetně připravované nové obytné výstavby v blízkém okolí.

Vyšší hodnoty imisního příspěvku zejména suspendovaných částic PM_{10} vycházejí v rozptylové studii v bezprostředním okolí staveniště ve fázi výstavby plánovaných objektů. Dominantním zdrojem těchto emisí je sekundární prašnost, vznikající při pohybu vozidel po staveništi a provádění zemních prací.

Vzhledem k přechodnému trvání tohoto vlivu a charakteru prašných částic převážně interního složení se sice nejedná o významné zdravotní riziko, spolu se zvýšenou hlučností by ale mohlo během stavebních prací docházet k narušení pohody obyvatel nové zástavby, pokud by v době realizace záměru již byla realizována a využívána.

IV. 4. Benzen, (C₆H₆, CAS No: 71-43-2)

Identifikace a charakterizace nebezpečnosti

Benzen je bezbarvá kapalina, charakteristického aromatického zápachu, která se při pokojové teplotě rychle odpařuje. Čichový práh benzenu se udává při koncentraci 4,8 mg/m³ (1,5 ppm). Je obsažen v surové ropě a ropných produktech. Hlavní využití má benzen jako surovina v chemickém průmyslu. Pohonné hmoty mají limitovaný obsah benzenu do 1 %. Hlavními zdroji benzenu v ovzduší jsou výfukové plyny, vypařování z pohonných hmot, cigaretový kouř, petrochemie a spalovací procesy.

Rozmezí poločasů degradace benzenu v ovzduší reakcemi s hydroxylovými radikály je v závislosti na jejich množství v ovzduší 2 hodiny až 8 dní [32].

V ČR se v roce 2024 průměrné roční koncentrace benzenu v ovzduší, měřené na městských stanicích nezátížených průmyslem a intenzivní dopravou, pohybovaly mezi 0,7 až 1,5 µg/m³. Odhad střední hodnoty ve městech byl 1,0 µg/m³. V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,1 µg/m³ (rozpětí 0,8 – 1,3 µg/m³). Nejvyšší hodnoty, v roce 2024 až 4,9 µg/m³, jsou dlouhodobě zjišťovány v průmyslově zatížených lokalitách. Imisní limit pro benzen nebyl v roce 2024 překročen na žádné stanici [18].

Vyšší koncentrace, nežli ve vnějším ovzduší jsou nalézány ve vnitřním prostředí budov, kde jsou hlavním zdrojem benzenu kuřáci. Dalším zdrojem mohou být vestavěné a nedostatečně odvětrané garáže, používání různých přípravků obsahujících benzen a výpary z dřevotřísek. Průměrné koncentrace zjištěné hygienickou službou v bytech a mateřských školkách v ČR se pohybují kolem 6 µg/m³, maxima však dosahovala desítek, v extrémních případech až stovek µg/m³. WHO udává v Evropě průměrnou koncentraci benzenu v rezidenčním vnitřním ovzduší 4,7 µg/m³. K expozici též přispívá pravidelné cestování motorovými vozidly. Průměrná koncentrace benzenu uvnitř automobilů je asi do 12 µg/m³ [32]. Individuální expozici benzenu nejvíce ovlivňuje kuřáctví. Vykouření 20 cigaret denně představuje příjem cca 600 µg benzenu, což vysoce převyšuje celkový běžný příjem ze všech ostatních zdrojů.

Hlavní cestou příjmu benzenu do organismu je inhalace z ovzduší. Vstřebaný benzen je v játrech a kostní dřeni metabolizován oxidačními reakcemi za vzniku metabolitů, které jsou zodpovědné za toxické a karcinogenní účinky benzenu.

U lidí byly pozorovány značné individuální rozdíly v citlivosti vůči účinkům benzenu, což se vysvětluje individuální geneticky podmíněnou variabilitou ve schopnosti biotransformace a detoxikace benzenu [17].

Benzen má nízkou akutní toxicitu. Akutní otrava inhalační a dermální cestou vyvolává po počáteční stimulaci a euforii útlum centrálního nervového systému. Dochází též k podráždění kůže a sliznic. Kožní senzibilizace nebo respirační alergie na benzen není známá ani z profesionální expozice [32].

Kritickým orgánem při chronické expozici benzenu je kostní dřeň. Účinkem metabolitů benzenu zde dochází ke vzniku různých poruch krvetvorby až pancytopenii.

Pozorovány byly též imunologické změny, především pokles lymfocytů a snížená rezistence vůči infekcím. Tyto nálezy podporují i výsledky experimentů u pokusných zvířat.

Hematotoxický a imunotoxický účinek benzenu, projevující se snížením počtu krevních elementů, byl zjištěn při úrovni chronické profesionální expozice v úrovni ≤0,82 mg/m. V epidemiologických studiích byl nalezen tento efekt benzenu i při nižší expozici, ale stále vyšší, nežli je ve většině městského prostředí [32].

US EPA stanovila v roce 2003 v databázi IRIS¹⁹ pro riziko nekarcinogenních účinků benzenu referenční koncentraci RfC²⁰ 30 µg/m³.

¹⁹IRIS (Integrated Risk Information System) - Databáze US EPA obsahující referenční hodnoty pro toxický i karcinogenní účinek chemických látek, u kterých bylo dosaženo shody odborníků US EPA.

Podkladem byla starší studie profesionální expozice z roku 1996 a kritickým účinkem snížení počtu bílých krvinek (lymfocytů) [33].

Americká ATSDR²¹ stanovila v roce 2007 pro stejný kritický účinek, ale na základě novější studie z roku 2004 chronickou MRL²² v úrovni 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V projednávaném návrhu aktualizace je tato hodnota snížena na 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pro kratší trvání expozice byla na základě výsledků experimentů u pokusných zvířat odvozena subchronická a akutní MRL v hodnotě 20, resp. 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [34].

Úřad pro hodnocení zdravotních rizik z prostředí Kalifornské EPA (OEHHA) stanovil v roce 2014 pro benzen novou chronickou referenční úroveň expozice REL 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ odvozenou ze stejné studie jako ATSDR, ale s vyšším faktorem nejistoty. Pro krátkodobou akutní expozici stanovil 1hodinovou akutní REL v hodnotě 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Podkladem byly hematologické účinky při prenatální expozici zjištěné ve vývojové studii u myši [35].

Při hodnocení rizika benzenu se však hlavní pozornost věnuje karcinogennímu účinku, spolehlivě prokázanému při profesionální expozici. Mezinárodní agentura WHO pro výzkum rakoviny IARC řadí benzen do skupiny 1 mezi prokázané lidské karcinogeny.

Epidemiologické studie u lidí dlouhodobě profesionálně exponovaných vysokým koncentracím benzenu poskytly jasné důkazy o kauzálním vztahu benzenu k výskytu akutní myeloidní leukémie. Pozitivní asociace s expozicí benzenu byla pozorována i u výskytu některých dalších typů nádorů lymfatické tkáně, akutní leukémie u dětí a karcinomu plic.

Karcinogenita benzenu je potvrzena i experimenty na zvířatech, u kterých benzen při inhalační i perorální expozici vyvolává řadu malignit různého typu a lokalizace. Výsledky laboratorních testů naznačují, že metabolity benzenu mají genotoxický účinek, projevující se poškozením chromosomů.

Na karcinogenním efektu benzenu se zřejmě podílejí i další mechanismy, jako je produkce kyslíkových radikálů a oxidační poškození DNA, dysfunkce imunitního systému a hematotoxicita [36,37].

US EPA též řadí benzen do kategorie A jako známý lidský karcinogen pro všechny cesty expozice [33]. Spolehlivé kvantifikaci tohoto rizika při nízké expozici z vnějšího ovzduší však zatím stále brání nejistota ohledně mechanismu tohoto účinku.

Zpráva expertů WHO z roku 2023 konstatuje, že mechanismus karcinogenity benzenu dosud není plně známý, ale je zjevné, že je komplexní a multifaktoriální. Může se jednat o několik mechanismů a jejich synergický efekt na krvetvorný systém, přičemž poslední poznatky zdůrazňují význam chronické zánětlivé reakce [32].

WHO doporučila ve Směrnici pro ovzduší v Evropě z roku 2000 pro odvození limitní koncentrace benzenu v ovzduší jednotku karcinogenního rizika (UCR²³) 6×10^{-6} , která představuje geometrický průměr z rozmezí hodnot odvozených různými modely ze studie u profesionálně vysoce exponované populace v padesátých letech. Karcinogennímu riziku 1×10^{-6} pak odpovídá roční průměrná koncentrace 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [21].

Novější studie z pracovního prostředí s koncentracemi benzenu do 3,2 mg/m^3 zvýšený výskyt leukémie neprokázaly, což naznačuje, že aplikace této UCR na nižší koncentrace ve vnějším ovzduší může vést k nadhodnocení skutečného karcinogenního rizika benzenu [38].

²⁰RfC – Odhad koncentrace látky v ovzduší (s přesností v rozsahu 1 řádu), která není spojena při celoživotní expozici ani u citlivých skupin populace se znatelným rizikem nepříznivých zdravotních účinků.

²¹ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) - Agentura Ministerstva zdravotnictví USA, jejíž úlohou je ochrana veřejného zdraví před nebezpečnými látkami v prostředí.

²²MRL (Minimal risk Level) - Úroveň denní expozice hodnocené látky, která je pravděpodobně bez rizika nepříznivých zdravotních účinků pro člověka. Stanoví je ATSDR pro akutní, subakutní a chronickou expozici, týkají se pouze nekarinogenních zdravotních účinků. Slouží jako pomůcka pro rychlou identifikaci rizika.

²³UCR (Unit Cancer Risk) - Jednotka karcinogenního rizika, vyjadřující karcinogenní potenciál dané látky vztažený při standardním celoživotním expozičním scénáři ke koncentraci v ovzduší 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Je odvozena ze směrnice karcinogenního rizika.

Ve směrnici pro kvalitu vnitřního ovzduší, vydané v roce 2010, WHO konstatuje, že běžně dosahované koncentrace pod $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jsou výrazně nižší, nežli expozice s prokázanými nepříznivými účinky v epidemiologických nebo experimentálních studiích. Jelikož však není známý expoziční práh rizika benzenu, doporučuje i pro vnitřní ovzduší vycházet ze současné UCR pro venkovní ovzduší [17].

Zpráva expertů WHO z roku 2023 konstatuje, že od vydání Směrnice pro ovzduší v Evropě z roku 2000 s UCR 6×10^{-6} bylo odvozeno několik novějších UCR v rozmezí $2,2 \times 10^{-6}$ až $2,6 \times 10^{-5}$ a poslední analýzy poskytují podstatné informace, které mohou být užitečné pro odvození nové UCR [32].

Podle IARC se zvyšuje váha důkazů o vztahu mezi expozicí benzenu ze znečištěného ovzduší a vznikem akutní myeloidní leukemie u dětí, kde se předpokládá význam expozice matek během těhotenství [36]. V posledním hodnocení z roku 2018 pracovní skupina IARC sice konstatuje konzistentní asociaci expozice benzenu s akutní myeloidní leukémií u dětí v koherenci s touto souvislostí u dospělých, ale nepovažuje ji za prokázanou [37].

V posledním desetiletí byla publikována řada epidemiologických studií, které se zabývaly možnou souvislostí mezi expozicí benzenu a zvýšeným rizikem leukémie u dětí.

Většina z nich tuto asociaci podpořila, avšak neumožňuje odvození kvantitativního vztahu, neboť často vycházela z nepřímých ukazatelů expozice, jako je intenzita dopravy, vzdálenost bydliště od rušných komunikací nebo čerpacích stanic pohonných hmot. Podle SZÚ některé studie naznačují, že toto riziko benzenu ve vztahu k leukémii u dětí by mohlo existovat již při nižších koncentracích, než je současný imisní limit $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro benzen ve venkovním ovzduší, zatím však nejsou využitelné pro kvantitativní hodnocení [18].

Systematické vyhodnocení epidemiologických studií, zkoumajících možnou souvislost mezi znečištěním ovzduší a rizikem akutní leukémie u dětí, publikované v roce 2019, pro benzen naznačuje možnost rizika i při nízké úrovni expozice, a to na rozdíl od jiných ukazatelů emisí z dopravy bez indikace existence prahového efektu účinku. Podle autorů ovšem nelze vyloučit alespoň částečný vliv i jiných škodlivin z dopravy [39].

V rámci přípravy aktualizace směrnice WHO pro kvalitu venkovního ovzduší byl benzen zařazen do skupiny látek, které jsou vysoce doporučeny k přehodnocení z důvodu širokého výskytu v ovzduší a velkého objemu nových podkladů, které mohou vést ke změně současných doporučení. Konkrétně u benzenu je uvedena možnost odvození odlišné jednotky karcinogenního rizika a nové studie nekarcinogenních účinků benzenu, indikující vyšší riziko při nižší úrovni expozice [40].

Směrnice WHO vydaná v září 2021 sice benzen nezahrnula, ale aktuálními poznatky o nebezpečnosti benzenu se zabývala skupina expertů WHO a v roce 2023 vydala souhrnnou zprávu, ve které byly shrnuty aktuální klíčové poznatky a zaměření dalšího výzkumu [32].

Konstatuje se zde, že benzen byl charakterizován jako genotoxický karcinogen, a tudíž pro nelze stanovit preventivní plně bezpečnou limitní hodnotu.

Současně však podle závěrů této zprávy poslední informace v souhrnu naznačují, že mechanismy nepříznivých účinků benzenu by mohly být prahové a použití lineární extrapolace pro bezprahový účinek při odvození UCR by pak mohl nadhodnocovat riziko nízké úrovně expozice. Velká individuální variabilita v metabolismu benzenu by přitom mohla znamenat široké rozmezí prahové úrovně expozice a tím citlivosti k jeho účinkům v populaci.

Další výzkum by se měl podle expertů WHO zaměřit na kvalitní prospektivní studie souvislosti reálných nízkých koncentrací benzenu ve vnějším ovzduší a leukémie zejména u dětí, určení kvantitativní podoby tohoto vztahu a objasnění metabolismu benzenu a interakcí s dalšími škodlivinami [32].

Dosavadní směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES stanoví pro země EU mezní hodnotu pro ochranu zdraví pro benzen $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jako roční průměrnou koncentraci, která odpovídá současnému imisnímu limitu v ČR.

V návrhu směrnice o kvalitě vnějšího ovzduší, který v dubnu 2024 schválil Evropský parlament, je mezní hodnota benzenu snížena na $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hodnocení expozice a charakterizace rizika

Imisní pozadí benzenu v lokalitě posuzovaného záměru a jeho okolí je podle mapových údajů ČHMÚ za období 2020–2024 v úrovni průměrné roční koncentrace $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Imisní příspěvek posuzovaného záměru, vypočtený rozptylovou studií v sousedních lokalitách probíhající nebo připravované obytné výstavby se pohybuje v řádu desetin $\mu\text{g}/\text{m}^3$ průměrné roční koncentrace, u stávající nejbližší zástavby v řádu setin $\mu\text{g}/\text{m}^3$ průměrné roční koncentrace.

U benzenu je hodnocení rizika založeno na kvantifikaci míry karcinogenního rizika. Jelikož jde o pozdní účinek na základě dlouhodobé chronické expozice, hodnocení rizika vychází z průměrných ročních koncentrací.

Míra karcinogenního rizika se vyjadřuje jako individuální celoživotní pravděpodobnost zvýšení výskytu nádorového onemocnění nad běžný výskyt v populaci vlivem hodnocené škodliviny.

Výpočet této míry pravděpodobnosti (v anglické literatuře nazývaná ILCR – Individual Lifetime Cancer Risk) se provádí pomocí tzv. jednotky karcinogenního rizika (UCR – Unit Cancer Risk), udávající karcinogenní potenciál dané látky při celoživotní inhalaci z ovzduší.

Při použití jednotky karcinogenního rizika WHO by celoživotní expozici odhadovanému imisnímu pozadí $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dle mapových podkladů ČHMÚ odpovídala míra rizika ILCR 6×10^{-6} . Nejvyšší vypočtený příspěvek záměru $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v prostoru probíhající obytné výstavby představuje míru rizika ILCR $2,1 \times 10^{-6}$.

Při hodnocení bezprahového karcinogenního účinku se vychází z principu společensky přijatelného rizika, tedy míry navýšení celoživotního rizika onemocnění v populaci, která je považována za nevýznamnou a ještě akceptovatelnou.

Toto společensky přijatelné riziko se v různých zemích uvádí v rozmezí od 1×10^{-4} do 1×10^{-6} (jeden případ onemocnění na milion exponovaných osob). Pro ČR doporučuje Ministerstvo zdravotnictví ČR vzhledem k nejistotě odhadů expozice i stanovení referenčních hodnot obecně považovat za přijatelné a prakticky zanedbatelné řádové rozmezí karcinogenního rizika 10^{-6} (tedy do 10 případů onemocnění na milion exponovaných osob) [41].

Pro benzen, jakožto látku se stanoveným imisním limitem je však přijatelné riziko stanoveno při určení výše limitu ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ průměrné roční koncentrace odpovídá při použití jednotky karcinogenního rizika WHO hodnotě ILCR 3×10^{-5}).

Byla přitom zohledněna mimo jiné i nejistota týkající se mechanismu účinku benzenu a opodstatněnosti použití konzervativního modelu extrapolace dat z profesionálních epidemiologických studií k odhadu karcinogenního potenciálu nízkých koncentrací benzenu, reálně se vyskytujících ve venkovním ovzduší.

I když i podle nejnovějších poznatků je konzervativní postup hodnocení karcinogenního rizika expozice benzenu z vnějšího ovzduší stále sporný a může vést k nadhodnocení skutečného rizika, pro hodnocený záměr je možné konstatovat, že odhadované imisní pozadí nepřekračuje hranici přijatelné míry rizika. Totéž platí i pro předpokládaný příspěvek posuzovaného záměru, i když ve srovnání s imisním pozadím je poměrně významný.

Významnost vypočtené míry karcinogenního rizika, vyjádřené ILCR je možné vyjádřit ukazatelem populačního rizika. Populační riziko vyjadřuje roční riziko výskytu rakoviny u exponované populace, tj. průměrný počet případů nádorových onemocnění v dané populaci za rok.

Tento ukazatel se nazývá APCR (Annual Population Cancer Risk) a vypočte se dle vzorce: $APCR = ILCR \times \text{počet exponovaných osob} / 70$.

Hodnoty APCR pro 1000 obyvatel nové obytné zástavby probíhající nebo připravované v blízkém okolí lokality záměru jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tab. 4 – Populační riziko (APCR) imisní zátěže benzenem pro 1000 obyvatel	
	<i>APCR = počet onemocnění /rok</i>
Imisní pozadí ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,00009
Příspěvek záměru ($0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,00003

Z výsledků v tabulce je zřejmé, že zdravotní riziko imisí benzenu i při relativně významném příspěvku z dopravy, související s posuzovaným záměrem ke stávajícímu pozadí bude z hlediska reálného navýšení výskytu nádorových onemocnění prakticky zanedbatelné.

IV. 5. Benzo(a)pyren

Identifikace a charakterizace nebezpečnosti

Benzo(a)pyren (BaP) je obecně používán jako indikátor zátěže polycyklickými aromatickými uhlovodíky (PAU nebo PAH). Jde o skupinu organických látek, tvořených dvěma nebo více kondenzovanými benzenovými jádry, která mohou být různě orientována a substituována, z čehož vyplývá velká rozmanitost jejich vlastností. Vznikají při nedokonalém spalování organických látek a vzhledem k rozšíření jejich přírodních i antropogenních zdrojů jsou prakticky všudypřítomné. Většina PAU se dostává do životního prostředí cestou atmosféry z procesů spalování a pyrolýzy.

Zdravotně nejvýznamnější vysokomolekulární PAU s 5 a více benzenovými jádry, jako je benzo(a)pyren, jsou v ovzduší převážně vázány na jemné aerosolové částice, ale mohou se vyskytovat i ve formě par. Mohou být transportovány na značné vzdálenosti.

Významným zdrojem PAU pro vnitřní ovzduší v budovách je tabákový kouř. Ve výfukových emisích z dopravních prostředků jsou PAU významně až z 90 % redukovány katalyzátory benzínových motorů, u dieslových motorů jsou redukovány také, ale v menším poměru [42].

Z ovzduší jsou PAU odstraňovány suchou a mokrou depozicí do půdy a vody a mohou podléhat fotodegradaci působením UV složky slunečního záření. V ovzduší bylo zjištěno okolo 500 PAU, tvoří komplexní směsi, avšak většina měření se týká benzo(a)pyrenu (dále BaP), který je nejlépe prostudován.

V rámci monitoringu znečištění PAU v ČR je analyzováno 9 nejvýznamnějších vícemolekulárních PAU včetně BaP, které jsou majoritně vázané na submikronových částicích a některé mají významné karcinogenní účinky.

Z porovnání imisních charakteristik stanic umístěných v jednotlivých typech městských lokalit vyplývá, že se jedná vždy o kombinaci vlivu minimálně dvou typů zdrojů emisí PAU (energetické zdroje a doprava), kdy se emise z liniových zdrojů sčítají s městským pozadím ovlivňovaným lokálními malými zdroji. Specifickým případem je exponovaná ostravsko-karvinská aglomerace, kde se k obvyklým zdrojům (doprava a lokální zdroje) přidávají jako majoritní zdroje velké průmyslové celky a dálkový transport.

Zjištěné rozpětí ročních středních hodnot BaP v roce 2024 v ČR bylo 0,15 až 3,08 ng/m^3 s průměrem 0,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v obydlených městských lokalitách.

Imisní limit 1 ng/m^3 byl překročený na 18 z 59 zahrnutých městských stanic. Limit byl překročený především na stanicích v Moravskoslezském kraji.

Rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi $0,3$ až $1,5 \text{ ng/m}^3$, s odhadovanou střední hodnotou $0,58 \text{ ng/m}^3$. V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční průměrná hodnota $0,72 \text{ ng/m}^3$.

Ve vesnických a předměstských lokalitách byla střední roční průměrná hodnota $1,3 \text{ ng/m}^3$ (rozpětí $0,4$ až $3,1 \text{ ng/m}^3$). Tyto hodnoty ukazují že u neprovětrávaných sídel s významným zastoupením lokálních topenišť může docházet k překročení imisního limitu. Vyšší hodnoty jsou zde soustředěny do topné sezóny. V průmyslově zatížených lokalitách byla střední roční hodnota $1,2 \text{ ng/m}^3$ [18].

Za hlavní zdroj PAU pro člověka je považována potrava v důsledku tvorby PAU během její přípravy a v důsledku kontaminace plodin atmosférickým spadem. PAU jsou sice málo rozpustné ve vodě, ale vysoce lipofilní. Snadno se vstřebávají plicemi, zažívacím traktem i přes kůži. Snadno pronikají přes placentární bariéru a jsou stanovitelné i v mateřském mléce. V organismu podléhají metabolickým reakcím, při kterých vznikají reaktivní meziprodukty a metabolity (zejména diol-epoxidy, vytvářející addukty s DNA), považované za hlavní mechanismus mutagenních a karcinogenních účinků.

Dalším účinkem PAU potvrzeným u lidí i zvířat je indukce enzymové aktivity cestou aktivace buněčného Ah (aryl hydrokarbon) receptoru, což je nitrobuněčný protein, který specificky váže halogenované uhlovodíky a jehož úlohou je regulace enzymů. Aktivovaný Ah receptor zvyšuje transkripci genů, indukujících syntézu enzymů, což vede k narušení důležitých biochemických a buněčných funkcí.

Výsledky studií na pokusných zvířatech ukazují, že PAU mohou vyvolávat řadu zdravotně nepříznivých účinků, jako je oční i kožní dráždivost, toxické poškození ledvin a jater, hematotoxicita, imunosuprese, reprodukční toxicita, genotoxicita a karcinogenita. Patrně též mohou mít vliv na vývoj aterosklerózy. Patří mezi endokrinní disruptory.

V epidemiologických studiích byla popsána asociace expozice PAU s výskytem respiračních a kardiovaskulárních onemocnění. Omezené důkazy naznačují nepříznivý vliv expozice PAU během nitroděložního vývoje a v časném dětském věku na nervový vývoj dětí. Pro spolehlivé prokázání těchto účinků pro expozici PAU je však obtížné jejich odlišení od jiných komponent pevných částic [43].

Kritickým účinkem, kterému je věnována největší pozornost, je karcinogenita, která je u BaP a několika dalších vysokomolekulárních PAU dostatečně dokumentována v experimentech na zvířatech a potvrzují ji i výsledky epidemiologických studií u profesionálně exponované populace. BaP klasifikuje IARC jako prokázaný karcinogen pro člověka [44].

Některé PAU jsou zařazeny mezi možné karcinogeny a mnoho dalších zatím nebylo možné z hlediska karcinogenity pro člověka klasifikovat. Plicní karcinogenita BaP může být potencována současnou expozicí dalším látkám, jako je cigaretový kouř, azbest a patrně též prašné částice.

Pro kvantitativní odhad karcinogenního rizika BaP jako zástupce směsi PAU v ovzduší doporučila WHO ve směrniciích pro kvalitu ovzduší v Evropě roce 1987 i později v roce 2000 jednotku karcinogenního rizika $UCR 8,7 \times 10^{-2}$. Podkladem byla UCR odvozená US EPA konzervativním lineárním víceetapovým modelem pro dlouhodobou expozici koksárenských dělníků.

Při aplikaci výše uvedené $UCR 8,7 \times 10^{-2}$ vychází koncentrace BaP ve vnějším ovzduší, odpovídající karcinogennímu riziku 1×10^{-6} , v úrovni roční průměrné koncentrace $0,012 \text{ ng/m}^3$. K obdobnému závěru, tj. doporučení použití BaP jako zástupce směsi PAU a vyjádření karcinogenního potenciálu celé směsi pomocí UCR BaP $8,7 \times 10^{-2}$, dospělo WHO i ve směrnici pro kvalitu vnitřního ovzduší z roku 2010 [17].

WHO nestanovuje pro PAU ve vnějším ovzduší doporučenou limitní koncentraci. Důvodem je jak bezprahový karcinogenní účinek, který představuje hlavní riziko těchto látek v ovzduší, tak i jejich výskyt ve směsích a možnost interakce s pevnými částicemi a dalšími látkami v ovzduší.

Doporučuje proto, aby obsah PAU v ovzduší byl omezován na nejnižší možnou úroveň. V ČR je pro ochranu zdraví lidí stanoven imisní limit pro PAU v ovzduší, vyjádřený jako BaP, v hodnotě průměrné roční koncentrace 1 ng/m^3 .

Otázkou existence nových poznatků, které by mohly ovlivnit současné cílové hodnoty PAU v ovzduší, se zabývali experti WHO v rámci projektu REVIHAAP. V závěrečné zprávě konstatovali, že nové poznatky sice ukazují na řadu nekarinogenních účinků těchto látek, ale zatím neumožňují stanovit nové cílové hodnoty. Podotkli ale, že stávající cílový limit 1 ng/m^3 je spojen s poměrně vysokým karcinogenním rizikem téměř 1×10^{-4} [42].

PAU reprezentované BaP byly v rámci přípravy aktualizace směrnice WHO pro kvalitu venkovního ovzduší též zařazeny do druhé skupiny látek doporučených k přehodnocení. Konkrétně experti WHO poukazují na nové poznatky o nekarinogenních účincích PAU, probíhající přehodnocení rizika americkou EPA a významné překračování současného doporučeného limitu 1 ng/m^3 v mnoha zemích [40].

Výsledky zmíněného přehodnocení rizika BaP na základě současných poznatků zveřejnila US EPA v databázi IRIS v roce 2017.

U karcinogenního rizika na rozdíl od WHO nevycházela z humánních dat a odvodila lineární extrapolací z dat chronické inhalační studie u křečků jednotku karcinogenního rizika UCR 6×10^{-4} . Pro riziko nekarinogenních účinků při inhalační expozici uvádí referenční koncentraci $\text{RfC } 2 \text{ ng/m}^3$, odvozenou s použitím vysokého faktoru nejistoty ze studie vývojové toxicity u potkanů [45].

V závěrech nejnovější zprávy skupiny expertů WHO z roku 2021, věnované zdravotním účinkům PAU ve venkovním ovzduší, se však konstatuje nedostatečnost současné databáze poznatků pro rozhodnutí, zda je BaP reprezentativní ukazatel expozice směsím PAU ve vztahu k riziku nekarinogenních účinků a zda jeho současný imisní limit poskytuje dostatečnou ochranu před těmito účinky [43].

Návrh nové směrnice o kvalitě vnějšího ovzduší, který v dubnu 2024 schválil Evropský parlament, zachoval původní mezní hodnotu benzo(a)pyrenu 1 ng/m^3 .

Hodnocení expozice a charakterizace rizika

Imisní pozadí benzo(a)pyrenu v lokalitě posuzovaného záměru a jeho okolí je podle mapových údajů ČHMÚ za období 2020–2024 v úrovni průměrné roční koncentrace $0,7 \text{ ng/m}^3$.

Imisní příspěvek posuzovaného záměru, vypočtený rozptylovou studií v sousedních lokalitách probíhající nebo připravované obytné výstavby se pohybuje v řádu tisíců ng/m^3 průměrné roční koncentrace, u stávající nejbližší zástavby vycházejí hodnoty ještě o řád nižší, takže stávající obytná zástavba již leží mimo faktický vliv tohoto zdroje.

Při použití jednotky karcinogenního rizika WHO by celoživotní expozici nejvyšší hodnotě imisního pozadí $0,7 \text{ ng/m}^3$ odpovídala míra rizika ILCR $6,1 \times 10^{-5}$.

Nejvyšší vypočtený příspěvek záměru $0,0082 \text{ ng/m}^3$ u nejbližší plánované obytné zástavby představuje míru rizika ILCR $7,1 \times 10^{-7}$.

Obecně používaná hraniční úroveň rizika je tedy u imisního pozadí BaP překračována, což je však v městech a obcích ČR běžná situace a je tolerována již stanoveným imisním limitem. O dva řády nižší příspěvek provozu záměru a související dopravy je možné považovat za zanedbatelný.

Jak již bylo uvedeno u benzenu, významnost vypočtené míry karcinogenního rizika, vyjádřené ILCR je možné vyjádřit ukazatelem populačního rizika, který vyjadřuje roční riziko výskytu rakoviny u exponované populace, tj. průměrný počet případů nádorových onemocnění v dané populaci za rok. Tento ukazatel se nazývá APCR (Annual Population Cancer Risk) a vypočte se dle vzorce: $APCR = ILCR \times \text{počet exponovaných osob} / 70$.

Hodnoty APCR pro 1000 obyvatel nové obytné zástavby připravované v blízkém okolí lokality záměru jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tab. 5 – Populační riziko (APCR) imisní zátěže benzo(a)pyrenem pro 1000 obyvatel	
	<i>APCR = počet onemocnění /rok</i>
<i>Imisní pozadí (0,7 ng/m³)</i>	<i>0,00087</i>
<i>Příspěvek záměru (0,008 ng/m³)</i>	<i>0,00001</i>

Z výsledků v tabulce je zřejmé, že zdravotní riziko imisí benzo(a)pyrenu ze současného imisního pozadí je v dané lokalitě z hlediska reálného navýšení výskytu nádorových onemocnění nevýznamné a předpokládaný vliv provozu posuzovaného záměru tento stav nezmění.

IV. 6. Závěr k riziku znečištění ovzduší

Podkladem k hodnocení úrovně znečištění ovzduší v lokalitě dotčené provozem posuzovaného záměru Retail park Kosmonosy byly výpočty rozptylové studie, udávající imisní vliv provozu plánovaných objektů a související vyvolané dopravy u nejbližší stávající nebo budoucí obytné zástavby pro standardní zastoupení škodlivin.

Jako podklad o imisním pozadí byly využity aktuální oficiální údaje Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) pro danou lokalitu.

Při hodnocení zdravotních rizik znečištění ovzduší byly použity aktuální odborné poznatky o nebezpečnosti a vztazích expozice a účinku hodnocených látek v souladu s autorizačním návodem AN 17/15 Státního zdravotního ústavu Praha pro hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší.

Pro zdravotní riziko znečištění ovzduší pro obyvatele daného území je rozhodující imisní pozadí, tj. celková kvalita ovzduší, resp. úroveň jeho znečištění, na které se podílí mnoho místních i vzdálených zdrojů emisí. Současná imisní situace lokality záměru a nejbližší okolní obytné zástavby je podle aktuálních údajů ČHMÚ na podmínky ČR relativně příznivá, neboť zde u žádné škodliviny s rezervou nedochází k překročení imisních limitů, stanovených v ČR k ochraně zdraví obyvatel.

Tyto limity ovšem představují kompromis mezi snahou o ochranu zdraví a dosažitelnou realitou a nezaručují úplnou ochranu zdraví a pohody obyvatel. K nepříznivému ovlivnění zdravotního stavu obyvatel znečištěným ovzduším proto může docházet i při podlimitní úrovni znečištění a je do určité míry nevyhnutelné.

Výsledek kvantitativního odhadu zdravotního rizika v ukazatelích celkové úmrtnosti a respirační nemoci obyvatel dané oblasti na základě imisního pozadí suspendovaných částic potvrzuje existenci nezanedbatelného rizika i při příznivé úrovni znečištění ovzduší pod hodnotou současných imisních limitů. Ve srovnání se současnými údaji z měst ČR se jedná o nepatrně podprůměrnou úroveň rizika znečištění ovzduší.

Imisní příspěvek provozu uvažovaných objektů OC Klokán a OD Kaufland a související dopravy, vyhodnocený rozptylovou studií, je z hlediska zdravotního rizika znečištění ovzduší i v sousedním prostoru nejbližší probíhající nebo připravované obytné zástavby nevýznamný a prakticky zanedbatelný.

V. Analýza nejistot

Každé hodnocení vlivů na zdraví je nevyhnutelně zatíženo řadou nejistot. Proto je jednou z neopominutelných součástí hodnocení vlivů na zdraví i popis a analýza nejistot, kterých si je zpracovatel vědomý a ke kterým by se mělo přihlédnout v další etapě rozhodování.

V daném případě hodnocení zdravotních rizik hluku a znečištění ovzduší vyplývají určité nejistoty jak z výchozích dat, na jejichž základě byla hodnocena expozice hluku a imisím, tak i ze současného stupně poznání o jejich potenciálním riziku pro obyvatelstvo. Konkrétně se jedná hlavně o tyto oblasti:

1. Spolehlivost výstupů hlukové a rozptylové studie. Tato nejistota je dána jak validitou vstupních dat, tak i vlastním matematickým modelem.

V akustických studiích je uvedena nejistota výsledků v rozmezí $\pm 3,0$ dB. Výsledky splňující hygienický limit u hluku ze stacionárních zdrojů jsou podmíněné realizací navržených protihlukových opatření. Skutečný stav po realizaci záměru bude proto vhodné ověřit kontrolním měřením.

Nejistotou jsou nevyhnutelně zatíženy i výsledky výpočtu rozptylové studie. Obecně větší nejistotou je zatížený výpočet maximálních krátkodobých koncentrací a kvantifikace imisního vlivu sekundární prašnosti. Podle závěru rozptylové studie byly při výběru vstupních emisních parametrů pro výpočtový model vždy vybírány přísnější možnosti a lze předpokládat, že reálná situace bude výrazně lepší.

Nejistotu tohoto podkladu též snižuje použitý konzervativní postup hodnocení expozice obyvatel, který při hodnocení rizika vychází z nejvyšších hodnot imisního příspěvku záměru u nejbližší obytné zástavby.

Podkladem k odhadu imisního pozadí v dané lokalitě byly použity oficiální údaje ČHMÚ, i když i tyto údaje jsou zatíženy nejistotou, danou např. rozložením monitorovacích stanic. Při hodnocení expozice obyvatel se vychází z imisních koncentrací ve venkovním ovzduší u obytné zástavby. Neuvažuje se přitom doba skutečně trávená ve venkovním prostoru. Jde o běžný a standardní postup, který vychází z výsledků provedených porovnávacích studií, které vesměs prokazují korelaci venkovních koncentrací škodlivin s koncentracemi ve vnitřním ovzduší budov a s celkovou expozicí obyvatel a který je používán i při odvození vztahů expozice a účinku a referenčních hodnot k hodnocení rizika a stanovení imisních limitů.

Hodnocení zdravotních rizik působení imisí jednotlivých škodlivin vycházející z výsledků měření kvality ovzduší nebo modelových výpočtů jejich imisních koncentrací nevyhnutelně vede ke zjednodušení skutečné situace, při které působí složitá směs látek. Jiný postup však na základě současných znalostí a možností není možný. Vzhledem k nízké úrovni vypočtených hodnot imisního vlivu záměru však tyto nejistoty též nejsou pro závěr hodnocení rizika podstatné.

2. Při hodnocení expozice obyvatel zájmového území hluku a imisím škodlivin byl vědomě použitý konzervativní přístup, který vychází z nejvyšší úrovně předpokládané expozice u nejbližší obytné zástavby, hodnotí tedy nejhorší možný případ expozice vztažený na celou lokalitu. Je tím eliminována nejistota případného podhodnocení skutečné úrovně expozice na základě údajů hlukové a rozptylové studie.

3. Vztahy expozice a účinku, použité ke kvantitativní charakterizaci rizika hluku a znečištění ovzduší.

Pro charakterizace rizika hluku byly v souladu s aktuální verzí 5 AN SZÚ použity nové vztahy expozice a účinku ze směrnice WHO z roku 2018, které jsou obsaženy i v příloze III Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí. Jde tedy o zcela aktuální podklady.

Pro hodnocené stacionární zdroje hluku je k dispozici pouze orientační vztah k odhadu obtěžujícího účinku, který vychází ze 24hodinové ekvivalentní hladiny akustického tlaku. Pro odhad rušivého účinku hluku z těchto zdrojů v noční době byl použitý vztah ze zprávy Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) o hluku v Evropě z roku 2020 s extrapolací křivky tohoto vztahu do podlimitní úrovně hluku.

Použití vztahů, odvozených z meta-analýz studií z různých zemí je vždy zatížené významnou nejistotou, neboť účinky hluku a reakci obyvatel kromě vlastní hlukové zátěže a jejího charakteru významně ovlivňuje i řada místních neakustických faktorů. Zejména je nelze spolehlivě vztahovat na jednotlivé osoby nebo malé soubory exponovaných obyvatel jednotlivých domů. V takových případech může být obtěžující a rušivý účinek hluku významně modifikován jak individuální vnímavostí konkrétních osob vůči hluku a jejich osobním vztahem ke zdrojům hluku, tak i dalšími neakustickými faktory, jako je úroveň hlukového pozadí z ostatních zdrojů, konkrétní situování domů a místností sloužících k odpočinku a spaní a významně se lišit od vypočtených údajů. Určitý podíl obyvatel pociťujících obtěžování hlukem je při vnímatelné úrovni hluku vzhledem k velkému rozptylu individuální vnímavosti a dalších podmínek nevyhnutelný i při podlimitní hlukové expozici.

U nové zástavby BD připravované v rámci záměru Byty Debř mají být provedena protihluková opatření k zamezení průniku hluku do vnitřních chráněných prostor. K odhadu efektu tohoto opatření z hlediska snížení rizika hluku není k dispozici metodika.

Vztahy expozice a účinku látek znečišťujících ovzduší, používané ke kvantitativní charakterizaci rizika se průběžně aktualizují. Pro hodnocení rizika klasických škodlivin v ovzduší jsou použity vztahy expozice a účinku odvozené experty WHO, které doporučuje autorizační návod SZÚ Praha pro autorizovaná hodnocení rizika znečištění ovzduší.

V případě rizika suspendovaných částic již byly použité aktualizované vztahy z projektu HRAPIE-2 z roku 2025 a to konkrétně pro úmrtnost a nemocnost na kardiovaskulární onemocnění. Tyto účinky suspendovaných částic vyhodnotila US EPA v posledním souborném hodnocení existujících důkazů z roku 2022, na které se odkazuje i WHO, jako kauzální [46].

Kromě těchto vztahů WHO v projektu HRAPIE-2 uvádí i některé vztahy pro respirační onemocnění. Jejich souvislost s expozicí částicím PM_{2,5} je dle US EPA vyhodnocena jen jako pravděpodobně kauzální a k výpočtu atributivního rizika pro ně nejsou k dispozici spolehlivé údaje o incidenci. Do hodnocení proto nebyly zařazeny a pro odhad rizika respirační nemocnosti byly použité starší vztahy expozice a účinku z projektu HRAPIE.

I když se jedná o oficiální doporučené vztahy expozice a účinku doporučené WHO, vycházející z kriticky posouzených epidemiologických studií u velkých souborů obyvatel v různých zemích, je jejich aplikace pro konkrétní lokality a podmínky nevyhnutelně zatížena nejistotou. Nejistotou jsou zatíženy i dostupné údaje o základní nemocnosti české populace, použité při výpočtu atributivního rizika, které mohou být příčinou určitého nadhodnocení nebo naopak podhodnocení výsledku.

Konkrétně u incidence akutního infarktu myokardu jsou započtené i případy nestandardní anginy pectoris, u incidence hypertenze se jedná pouze o případy diagnostikované a léčené hypertenze.

Jak již bylo uvedeno, vztahy expozice a účinku látek znečišťujících ovzduší, používané ke kvantitativní charakterizaci rizika se průběžně aktualizují. V souvislosti s výsledky dalšího výzkumu proto nelze vyloučit možnost jejich budoucího zpřísnění, ale ani snížení. Platí to i pro použitou jednotku karcinogenního rizika pro expozici benzenu, která je dlouhodobě považovaná za velmi konzervativní, pravděpodobně vedoucí k nadhodnocení reálného rizika expozice benzenu z venkovního ovzduší. Tuto nejistotu nesnížily ani nejnovější poznatky, shrnuté ve zprávě expertů WHO z roku 2023.

V roce 2023 byly publikovány nové vztahy pro krátkodobou expozici částicím PM_{2,5} a některé ukazatele nemocnosti na základě většího počtu studií. V logaritmicky lineární formě se podstatně neliší od použitých vztahů z projektu HRAPIE. Jejich alternativní odvození ve formě nelineární funkce však podle autorů indikuje možnost většího podhodnocení těchto účinků při doposud používaném postupu [31].

VI. Celkový závěr

Podle zadání bylo na základě poskytnutých podkladů provedeno podle aktuálních metodik hodnocení vlivů na veřejné zdraví pro posuzovaný záměr Retail park Kosmonosy.

Podkladem k hodnocení rizika hluku byly výsledky akustických studií pro hluk ze stacionárních zdrojů záměru a pro hluk ze silniční dopravy, které hodnotí předpokládanou hlukovou expozici obyvatel nové obytné zástavby realizované nebo připravované v blízkosti lokality záměru.

Vypočtená hluková expozice obyvatel této zástavby ze stacionárních zdrojů záměru Retail park Kosmonosy nedosahuje za předpokladu realizace navržených protihlukových opatření úrovně, kterou by bylo možné považovat za zdravotní riziko. V úrovni významnějšího zdravotního rizika se nepohybuje ani vypočtená hluková expozice ze související dopravy, která nebude významná ani v rámci celkové hlukové situace dané lokality.

Významnější zdravotní riziko hluku představuje celková hluková zátěž ze silniční dopravy, vyhodnocená jako kumulativní vliv všech záměrů v lokalitě společně se stávající dopravou. I při dodržení hlukových limitů bude tato celková hluková expozice pro část obyvatel nové zástavby zdrojem obtěžování, rušení ve spánku a zvýšeného rizika kardiovaskulárních onemocnění.

Podkladem k hodnocení zdravotního rizika znečištění ovzduší byly výstupy rozptylové studie, udávající imisní vliv provozu záměru včetně související vyvolané dopravy u nejbližší stávající nebo budoucí obytné zástavby pro standardní zastoupení škodlivin. Jako podklad o imisním pozadí byly využity aktuální oficiální údaje Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) pro danou lokalitu.

Pro zdravotní riziko znečištění ovzduší pro obyvatele daného území je rozhodující imisní pozadí, tj. celková kvalita ovzduší, resp. úroveň jeho znečištění, na které se podílí mnoho místních i vzdálených zdrojů emisí. Současná imisní situace lokality záměru a nejbližší okolní obytné zástavby je podle aktuálních údajů ČHMÚ na podmínky ČR relativně příznivá, neboť zde u žádné škodliviny s rezervou nedochází k překročení imisních limitů, stanovených v ČR k ochraně zdraví obyvatel.

Výsledek kvantitativního odhadu zdravotního rizika v ukazatelích celkové úmrtnosti a respirační nemocnosti obyvatel dané oblasti na základě imisního pozadí suspendovaných částic potvrzuje existenci nezanedbatelného rizika i při příznivé úrovni znečištění ovzduší pod hodnotou současných imisních limitů. Ve srovnání se současnými údaji z měst ČR se jedná o nepatrně podprůměrnou úroveň rizika znečištění ovzduší.

Imisní příspěvek provozu záměru včetně související dopravy, vyhodnocený rozptylovou studií, je z hlediska zdravotního rizika znečištění ovzduší i v sousedním prostoru nejbližší probíhající nebo připravované obytné zástavby nevýznamný a prakticky zanedbatelný.

Pro posuzovaný záměr Retail park Kosmonosy, zahrnující výstavbu obchodních center Klokán a Kaufland, lze proto na základě poskytnutých podkladů a provedeného hodnocení zdravotních rizik konstatovat, že provoz těchto objektů nebude zdrojem významného rizika hluku nebo znečištění ovzduší pro obyvatele okolní obytné zástavby.

K obtěžování a narušení pohody obyvatel nové zástavby může docházet z důvodu hluku a zvýšené prašnosti ve fázi zemních a stavebních prací při realizaci záměru, pokud by v době těchto prací již byla nová obytná zástavba realizována a využívána.

Tento závěr je platný za předpokladu platnosti poskytnutých výchozích podkladů.

VII. Příloha – citovaná a použitá literatura

1. WHO: *Environmental Noise Guidelines for the European Region*, WHO, 2018
2. WHO: *Guidelines for Community Noise*, 1999
3. Havránek J. a kol.: *Hluk a zdraví*, Avicenum Praha, 1990
4. Guski R., Schreckenberg D., Schuemer R.: *WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A systematic Review on Environmental Noise and Annoyance*, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, 1539
5. WHO, Regional Office for Europe: *Night noise guidelines for Europe*, WHO, 2009
6. Münzel T., Kröller-Schön S., Oelze M., Gori T.: *at al.: Adverse Cardiovascular Effects on Traffic Noise with a Focus on Nighttime Noise and the New WHO Noise Guidelines*, *Annu. Rev. Public Health* 2020, 41(1):309-28
7. Hahad O., Jimenez M.T.B., Kuntic M., Frenis K., Steven S., Daiber A., Münzel T.: *Cerebral consequences of environmental noise exposure*, *Environ. Int.* 165 (2022), 107306
8. EEA: *Environmental noise in Europe — 2020*, EEA Report No22/2019, EEA 2020
9. European Commission: *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*, 2002
10. Gjestland T.: *On the Temporal Stability of People's Annoyance with Road Traffic Noise*, *Int. J. Environ Res. Public Health* 2020, 17, 1374
11. Miedema, HME, Vos H: *Noise annoyance from stationary sources: Relationships with exposure metric day-evening-night (DENL) and their confidence intervals*, *J. Acoust. Soc. Am.* 116(1), July 2004
12. SZÚ Praha: *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsystém 3 „Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku“ – souhrnná zpráva za rok 2021*, SZÚ Praha
13. Basner M., McGuire S.: *WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A systematic Review on Environmental Noise and Effects on Sleep*, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 519

14. Smith M.G., Cordoza M., Basner M.: *Environmental Noise and Effects on Sleep: An Update to the WHO Systematic Review and Meta-Analysis*, *Environ Health Perspect* 2022, 130(7)
15. Van Kempen E, Casas M., Pershagen G., Foraster M.: *WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary*, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 15, 379
16. Pershagen G., Pyko A., Aasvang G.M. et al.: *Road traffic noise and incident ischemic heart disease, myocardial infarction, and stroke, A systematic review and meta-analysis*, *Environmental Epidemiology* (2025) 9:e400
17. WHO: *WHO Guidelines for indoor air quality: selected pollutants*, WHO 2010
18. SZÚ Praha: *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsystém 1 „Monitoring zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k venkovnímu a vnitřnímu ovzduší“ – souhrnná zpráva za rok 2024*, SZÚ Praha
19. ČHMÚ: *Tabelární přehled „Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika“ – internetový zdroj*
20. WHO: *Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide*, Global update 2005
21. WHO: *Air Quality Guidelines for Europe, second edition*, WHO 2000
22. Orellano P., Reynoso J., Quaranta N., Bardach A., Ciapponi A.: *Short-term exposure to particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis*, *Environ Int* 142 (2020) 105876
23. Zheng X., Orellano P., Lin H., Jiang M., Guan W.: *Short-term exposure to ozone, nitrogen dioxide, and sulphur dioxide and emergence department visits and hospital admissions due to asthma: Systematic review and meta-analysis*, *Environ Int* 150 (2021) 106435
24. Huangfu P., Atkinson R.: *Long-term exposure to NO₂ and O₃ and all-cause and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis*, *Environ Int* 144 (2020) 105998
25. WHO: *WHO global air quality guidelines, Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*, 2021
26. Chen J., Hoek G.: *Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis*, *Environ Int* 143 (2020) 105974
27. WHO-IARC: *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 109, Outdoor air pollution*, 2015
28. 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, 2013
29. WHO: *Health risks of air pollution in Europe: HRAPIE-2 project: Updated guidance on concentration–response functions for health risk assessment of air pollution in the WHO European Region*. WHO Regional Office for Europe, 2025
30. Hurley F. et al.: *Methodology for the cost-benefit analysis for CAFE. Volume 2: Health Impact Assessment*, European Commission 2005
31. Ru M., Shindell D., Spadaro J.V., Lamarque J-F., Challapalli A., Wagner F., Kieseewetter G.: *New concentration-response functions for seven morbidity endpoints associated with short-term PM_{2.5} exposure and their implications for health impact assessment*, *Environ International* 179 (2023) 108122
32. WHO: *Human health effects of benzene, arsenic, cadmium, nickel, lead and mercury: report of an expert consultation*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2023

33. US EPA: *Integrated Risk Information System, Office of Research and Development, National Centre for Environmental Assessment, internetový zdroj*
34. ATSDR, Division of Toxicology: *Toxicological Profile for Benzene, 2007, Draft for Public Comment 2025*
35. California EPA, Office of Environmental Health Hazard Assessment: *Technical Supporting Document for Noncancer RELs, 2014*
36. IARC Monographs: *Volume 100F, A review of Human Carcinogens: Chemical Agents and Related Occupations (Benzene), 2012*
37. IARC Monographs: *Volume 120, Benzene, 2018*
38. European Commission: *Council Directive on Ambient Air Quality Assessment and Management, Working Group on Benzene, Position Paper, 1998*
39. Filippini T., Hatch E.E., Rothman K.J., Heck J.E., Park A.S., Crippa A., et al.: *Association between Outdoor Air Pollution and Childhood Leukemia: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis, Environ Health Perspect 127(4) April 2019*
40. WHO: *Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs), Meeting report 2015, WHO 2016*
41. MZ ČR: *Zásady a postupy hodnocení a řízení zdravotních rizik v činnostech odboru hygieny obecné a komunální, HEM-300-19.9.05/31639, 2005*
42. WHO: *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP, Technical Report, WHO 2013*
43. WHO: *Human health effects of polycyclic aromatic hydrocarbons as ambient air pollutants: report of the Working Group on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons of the Joint Task Force on the Health Aspects of Air Pollution, WHO 2021*
44. WHO-IARC: *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 100F, Chemical Agents and Related Occupations (Benzo(a)pyrene), 2012*
45. US EPA: *IRIS, Toxicological Review of Benzo(a)pyrene, 2017*
46. US EPA: *Supplement to the 2019 Integrated Science Assessment for particulate matter. 2022*
47. *Autorizační návod AN 15/04 verze 5 – Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ Praha, říjen 2020*
48. Vandasová Z., Hellmuth T., Fialová A.: *Odhad hlukového ukazatele L_{dvn} na základě ukazatele L_{dn} pro hluk ze silniční dopravy v podmínkách České republiky, Hygiena 68 (2), 2023 str.45-49*
49. Forastiere F. et al.: *Choices of morbidity outcomes and concentration-response functions for health risk assessment of long-term exposure to air pollution, Environmental Epidemiology (2024) 8:e314*

Svitavy 7.5.2026

MUDr. Bohumil Havel

