

*Dokumentace o hodnocení vlivů na životní prostředí podle
zákona č.100/2001 Sb., v platném znění*

Výroba polystyrenu Kladno

Hodnocení vlivů na veřejné zdraví

Zadavatel:

Ekosystém, spol. s r.o.
Podkovářská 6
190 00 Praha 9

Posudek zpracoval:

MUDr. Bohumil Havel, Větrná 9, 568 02 Svitavy

Tel.: 461 533 402, 461 532 921, 602 482 404 E-mail : bohumil.havel@centrum.cz

*Soudní znalec v oboru zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací:
hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik*

(jmenován Krajským soudem v Hradci Králové dne 5.11.2002 pod č.j. Spr. 2706/2002)

*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 dne 8.4.2009 pod pořadovým číslem 2/2009.*

Svitavy, září 2012

Obsah:

I. Zadání a výchozí podklady	2
II. Metodika a základní pojmy	4
III. Zdravotní riziko hluku	6
III.1. Nebezpečnost hluku a vztahy expozice a účinku	6
III.2. Hodnocení expozice a charakterizace rizika hluku	8
III.3. Závěr k riziku hluku.....	9
IV. Zdravotní riziko znečištění ovzduší.....	9
IV.1. Výběr látek a podklady k hodnocení expozice	9
IV.2. Hodnocení nebezpečnosti a charakterizace rizika imisí.....	10
<i>Oxid dusičitý, NO₂, CAS No : 10102-44-0</i>	<i>10</i>
<i>Pentan, C₅H₁₂, CAS No : 109-66-0</i>	<i>12</i>
IV.3. Závěr k riziku znečištění ovzduší	15
V. Analýza nejistot	16
VI. Celkový závěr	17
VII. Příloha – citovaná a použitá literatura.....	17

I. Zadání a výchozí podklady

Na základě objednávky zpracovatele dokumentace o hodnocení vlivů na životní prostředí dle zákona č. 100/2001 Sb., v platném znění, k záměru „Výroba polystyrenu Kladno“ (dále záměr), má být provedeno hodnocení vlivů na veřejné zdraví, zaměřené na vyhodnocení výsledků hlukového výpočtu a rozptylové studie z hlediska potenciálních zdravotních rizik hluku a škodlivin v ovzduší pro obyvatele.

Jako podklady k tomuto hodnocení byly zadavatelem poskytnuty tyto dokumenty:

- Studie „Výpočet akustického tlaku za provozu v průmyslové hale s technologií výroby EPS v průmyslové zóně Kladno-jih“, kterou zpracoval RNDr. J.Matěj, Bartošovice, datum vyhotovení 7.9.2012
- Rozptylová studie k dokumentaci EIA záměru „Výroba polystyrenu Kladno“, kterou zpracoval Ing. Vlastmíl Bílek – P.A.T., Praha, datum vydání 17.9.2012
- Rozpracovaná dokumentace EIA „Výroba polystyrenu Kladno“, zpracovatel Ing. Václav Hammer, Ekosystem, spol. s r.o. Praha
- Závěr zjišťovacího řízení k oznámení záměru „Výroba polystyrenu Kladno“, vydaný MŽP ČR dne 24.4.2012 a vyjádření uplatněná k oznámení záměru.

Z prostudovaných podkladů vyplývá, že se jedná o technologii výroby pěnového polystyrenu instalovanou do bývalé skladové haly, situované na západním okraji skladového a průmyslového areálu Jih – Kladno Kročehlavy.

Vyráběným produktem jsou bloky pěnového polystyrenu s kapacitou výroby 24 000 m³/rok, používané k izolačním účelům ve stavebnictví a jako obalový materiál. Používanou surovinou je granulovaný polystyren, obsahující n-pentan jako nadouvadlo.

Zpracování suroviny probíhá ve třech stupních, ve kterých dochází vlivem tepla k difúzi nadouvadla a vypěnění a vytvarování polystyrenu do kompaktních bloků, které se pak řežou na požadovaný tvar. Výrobní hala bude vybavena automatickými detektory koncentrace n-pentanu v ovzduší a vzduchotechnikou s odtahem nad střechu. Zdrojem tepelné energie (páry) bude kotel na zemní plyn o výkonu 0,2 MW.

Doprava suroviny a výrobků bude prováděna nákladními automobily v četnosti max. 2 NA denně. Provoz bude v pracovních dnech v jedné prodloužené směně (max. 10 hodin). Předpokládá se max. 6 zaměstnanců.

Nejbližší souvislá obytná zástavba je vzdálena cca 520 m severovýchodně za ulicí Americká. Ve vzdálenosti cca 120 m je hřiště a skate park. V bezprostředním okolí ve vzdálenosti cca 30 a 60 m západně a severozápadně jsou dva samostatně stojící dvoupodlažní obytné objekty, za nimi je železniční trať a les.

Akustický vliv provozu výrobní haly hodnotí hlukový výpočet, kterým je stanovena předpokládaná ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době v chráněném venkovním prostoru dvou nejbližších obytných objektů. Výpočet vychází z emisních hlukových parametrů technologie výroby, ventilátorů nuceného odvětrání budovy a vzduchové neprůzvučnosti obvodového pláště haly. Zanedbatelným hlukem ze související dopravy se výpočet nezabývá. Hygienický limit hluku bude podle výsledku výpočtu u nejbližších objektů s rezervou dodržen.

Rozptylová studie se zabývá výchozí imisní situací zájmového území záměru a modelem SYMOS'97 hodnotí imisní příspěvek záměru v dotčeném území. Odhad celkové imisní situace lokality vychází z výsledků měření na nejbližší monitorovací stanici a z imisních map ČHMÚ. Výpočet imisního příspěvku je proveden pro oxid dusičitý ze spalování zemního plynu a související dopravy a pro n-pentan, difundující do ovzduší při procesu výroby pěnového polystyrenu.

Výstupem studie je grafické znázornění imisních koncentrací příspěvku záměru v pravidelné síti referenčních bodů a tabulkový přehled výsledků pro 26 referenčních bodů, reprezentujících nejbližší obytnou zástavbu.

Z hlediska psychologických a sociálně-ekonomických faktorů, které mají pro veřejné zdraví také význam, dokumentace zmiňuje potenciální pachovou zátěž u nejbližší obytné zástavby, kterou však hodnotí jako značně nepravděpodobný a zcela nevýznamný vliv. Pozitivním vlivem je vznik nových pracovních míst. U obyvatel dvou nejbližších obytných objektů nelze vyloučit obavy z havarijních situací ve výrobní hale typu explose nebo zplodin vznikajících při požáru. Minimalizací až vyloučením těchto havarijních rizik se dokumentace též zabývá.

Vyjádření uplatněná k oznámení záměru obsahují požadavky zejména na vyhodnocení rizika imisí pentanu a vyhodnocení hlukové zátěže způsobené dopravou i provozem technologie. Tyto požadavky uplatnilo město Kladno a blízké obce Velké Přítočno a Dolany. MŽP odbor ochrany ovzduší, ČIŽP, ani KHS Středočeského kraje požadavek na další posuzování záměru neuplatnily.

Obsahem hodnocení vlivů na veřejné zdraví je v souladu se zadáním vyhodnocení hlukového a imisního vlivu záměru z hlediska potenciálních zdravotních rizik pro obyvatele na základě údajů hlukové a rozptylové studie se zvláštním zaměřením na imise pentanu.

Hodnocení zdravotních rizik je zpracováno v souladu s obecnými metodickými postupy WHO a autorizačními návody Státního zdravotního ústavu Praha pro autorizované hodnocení zdravotních rizik dle § 83e zákona č. 258/00 Sb., v platném znění s použitím aktuálních poznatků o nebezpečnosti hodnocených faktorů pro lidské zdraví.

Problematika zdravotních rizik hluku a imisí látek znečišťujících ovzduší spadá do náplně oboru hygieny obecné a komunální. Zpracovatel hodnocení má v tomto oboru nástavbovou atestaci, licenci ČLK k výkonu funkce lektora a vedoucího lékaře a třicetiletou praxi. Je spoluautorem výše uvedených autorizačních návodů. V současné době zastává funkci vedoucího odboru hygieny obecné a komunální KHS Pardubického kraje.

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 je využívána 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 jejich výskytu v prostředí. Stanovené přípustné 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. Příkladem mohou být hygienické limity pro hluk z dopravy nebo imisní limity pro některé základní škodliviny v ovzduší. Metoda hodnocení zdravotních rizik pak umožňuje v konkrétních situacích získání hlubší informace o jejich možném vlivu na zdraví obyvatel, nežli je možné pouhým srovnáním expozice s limitními hodnotami.

Metodické postupy hodnocení zdravotních rizik z kontaminace jednotlivých složek prostředí 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 ČR, např. Manuál prevence v lékařské praxi díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, vydaný v roce 2000 SZÚ Praha, Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území - Příloha č. 4 Principy hodnocení zdravotních rizik (Věstník MŽP březen 2011) a metodické materiály hygienické služby k hodnocení zdravotních rizik.

V ČR je metodika hodnocení zdravotních rizik předmětem akreditace dle zákona č. 258/2000 Sb.¹ a odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví dle zákona č.100/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky MZ č. 490/2000 Sb., v platném znění.

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. U hluku je obsahem tohoto kroku popis jeho možných nepříznivých účinků 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, většinou 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. Ukazatelem této ještě bezpečné míry inhalační expozice je tzv. referenční koncentrace, většinou rozdílná pro akutní a chronické účinky.

U látek podezřelých z karcinogenity u člověka se předpokládá bezprahový účinek. U tohoto účinku nelze stanovit ještě bezpečnou dávku a závislost dávky a účinku se vyjadřuje ukazatelem vyjadřujícím míru karcinogenního potenciálu dané látky.

V případě imisí některých klasických škodlivin, konkrétně oxidu dusičitého a prašných částic, je situace složitější. Současné poznatky čerpané z rozsáhlých epidemiologických studií sledujících populaci celých měst neumožňují pro tyto škodliviny odvodit prahovou dávku či expozici a výstupem k hodnocení zdravotních rizik jsou vztahy závislosti účinku na expozici pro různé zdravotní ukazatele.

¹Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

U hluku je situace specifická, neboť pro některé účinky hluku je obtížné hodnotit míru jejich zdravotní závažnosti. Místo referenčních hodnot se proto odvozují prahové hladiny hlukové expozice, nad kterými se začíná daný účinek objevovat nebo se ukazuje být závislý 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. Kvantitativní hodnocení rizika těchto účinků se provádí s využitím vztahů expozice a účinku odvozených z epidemiologických studií.

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.

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 snažíme dospět ke kvantitativnímu vyjádření míry reálného konkrétního zdravotního rizika za dané situace, která může sloužit jako podklad pro rozhodování o opatřeních, tedy pro řízení rizika.

U toxických nekarzinogenních látek je míra rizika většinou vyjádřena pomocí poměru expozice k referenční ještě podprahové expozici. Tento poměr se nazývá kvocient nebezpečí (Hazard Quotient – HQ), popřípadě při součtu kvocientů nebezpečí u současně se vyskytujících látek s podobným účinkem se jedná o index nebezpečí (Hazard Index – HI). Při hodnocení rizika imisí se tento postup se běžně používá hlavně u hodnocení specifických chemických látek. Problém zde obvykle bývá s vyhodnocením imisního pozadí, neboť většinou nejde o látky, běžně měřené ve venkovním ovzduší.

Jak již bylo uvedeno, u některých klasických škodlivin v ovzduší 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 na expozici z epidemiologických studií.

V případě karcinogenních látek je míra rizika vyjadřována jako celoživotní zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění u exponované populace.

U hluku je kvantitativní charakterizace zdravotních rizik možná v případě kontinuálního dlouhodobého působení hluku z dopravy na větší počet obyvatel. Standardním výstupem je podle autorizačního návodu² Státního zdravotního ústavu Praha, vycházejícího z aktuálních metodik WHO a Evropské agentury pro životní prostředí, odhad procenta obyvatel, u kterých lze očekávat subjektivní pocity rušení spánku a výpočet atributivního rizika kardiovaskulárních onemocnění. Jako pomocný ukazatel, týkající se ovlivnění kvality života a psychické pohody, je prováděn odhad procenta s různým stupněm obtěžování hlukem.

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.

²Autorizační návod AN 15/04 VERZE 3 – Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ Praha, květen 2012

III. Zdravotní riziko hluku

III.1. Nebezpečnost hluku a vztahy expozice a účinku

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 převážně z materiálů WHO a je doplněn o některé specifické a nejnovější poznatky. Aktuální souhrn prokázaných vztahů mezi hlukovou expozicí a nepříznivými účinky na zdraví, které jsou doporučeny k použití při hodnocení rizika hluku v zemích EU, je obsažen např. ve zprávě Evropské agentury pro životní prostředí (EEA³) z října 2010 [1].

Za dostatečně prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku je v současnosti podle WHO považováno poškození sluchového aparátu, ovlivnění kardiovaskulárního systému, zvýšená spotřeba sedativ a hypnotik, rušení spánku a nespavost a nepříznivé ovlivnění osvojování řeči a čtení u dětí. Omezené důkazy jsou např. pro nepříznivý vliv hluku na výkonnost, činnost hormonálního a imunitního systému, zvýšené riziko obezity a duševních poruch [2].

Nejmarkantnějším nepříznivým účinkem hluku v obvyklých úrovních v životním prostředí je ztížená komunikace řeči a vyvolání obtěžování, pocitů nespokojenosti, rozmrzelosti a nepříznivého ovlivnění pohody lidí. WHO proto vychází při doporučení limitních hodnot hluku pro místa mimopracovního pobytu lidí především ze současných poznatků o těchto účincích včetně rušení spánku u průměrně citlivé populace.

Vzhledem k individuálním rozdílům v citlivosti, respektive toleranci k rušivému účinku hluku, je určité procento lidí hlukem obtěžováno a rušeno i při podlimitní hlukové expozici, která je většinou populace tolerována. Významnou úlohu přitom hraje i řada faktorů neakustické povahy, jako je např. vztah ke zdroji hluku, pocit do jaké míry jej člověk může ovlivňovat nebo zda pro něj má nějaký ekonomický význam. Závislost je i mezi nepříznivým prožíváním hluku a délkou pobytu v hlučném prostředí. Rozmrzelost může vzniknout po víceleté latenci a s délkou konfliktní situace se prohlubuje a fixuje. Kromě toho může být významně ovlivněna zdravotním stavem.

Podle WHO je během dne jen málo lidí vážně obtěžováno při svých aktivitách ekvivalentní hladinou akustického tlaku A pod 55 dB, nebo mírně obtěžováno při L_{Aeq} pod 50 dB [3].

K objasnění vztahů mezi hlukovou expozicí a vyvolanými reakcemi exponovaných lidí ve smyslu obtěžování bylo provedeno mnoho studií. Uskutečnila se též řada pokusů dospěl meta-analýzou jejich výsledků k odvození kvantitativního vztahu mezi expozicí a účinkem.

V zemích EU jsou v současné době k hodnocení obtěžování obyvatel hlukem z různých typů dopravy doporučeny vztahy mezi hlukovou expozicí v L_{dn} ⁴ nebo L_{dvn} ⁵ a procentem obtěžovaných obyvatel, které byly v roce 2001 odvozeny odborníky TNO (Holandský institut pro aplikovaný vědecký výzkum) [5].

Obdobně byly odvozeny i vztahy mezi noční hlukovou expozicí z různých typů dopravy a procentem osob udávajících při dotazníkovém šetření zhoršenou kvalitu spánku, vycházející ze statistického zpracování výsledků terénních studií z různých zemí [6].

³ EEA – European Environment Agency

⁴ L_{dn} (Day-night level) dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku za 24 hodin s penalizací noční hladiny akustického tlaku o 10 dB.

⁵ L_{dvn} (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.

Ve směrnici WHO pro noční hluk byly pro různé projevy narušení spánku stanoveny prahové hladiny hluku od kterých se začínají objevovat nebo začínají být závislé na úrovni expozice. Prahová hodnota L_{night}^6 pro užívání sedativ a prášků na spaní je 40 dB. Pro objektivně prokázanou zvýšenou frekvenci pohybů ve spánku, subjektivní pocit rušení spánku a problémy s nespavostí je prahová hladina hluku 42 dB.

Jako cílovou noční hladinu hluku k ochraně obyvatel včetně citlivých skupin populace WHO v současné době doporučuje L_{night} 40 dB. Podstatným faktorem při odvození této hodnoty je zásada, že má být umožněn spánek s pootevřeným oknem ložnice, neboť při zavřených oknech se sice u obyvatel snižuje rušivý vliv venkovního hluku, ale zvyšuje se rušení spánku vlivem nedostatečného větrání [2].

Pro hluk z průmyslových stacionárních zdrojů je stanovení vztahů expozice a účinku obtížnější, což je dáno jak heterogenitou těchto zdrojů a vlastností hluku, tak i menším dosahem jeho účinku a nižším počtem provedených studií.

Intenzivnější reakce obyvatel byly pozorovány vůči hluku doprovázenému vibracemi a hluku obsahujícímu nízké frekvenční složky. Nepříjemnější je též hluk s kolísavou intenzitou nebo obsahující výrazné tónové složky. Větší škodlivost a rušivý účinek je též přisuzována proměnnému impulsnímu hluku.

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 ze studií provedených v Holandsku. Byly odvozeny pro hluk z posunu na železnici (nádraží), pro hluk ze sezónních provozů a pro hluk z výrobních zařízení s celoročním provozem na základě hlukové expozice vyjádřené v L_{dvn} . Vzhledem k omezenému počtu výchozích studií, zejména v případě nádraží a sezónní výroby a nižšímu počtu respondentů poskytují tyto vztahy spíše orientační výsledky a podle autorů vyžadují ověření a potvrzení dalšími studiemi [7].

Z přímých zdravotních účinků hluku je uvažováno především ovlivnění kardiovaskulárního systému. Bylo prokázáno, že akutní hluková expozice aktivuje autonomní a hormonální systém a vede k přechodným změnám, jako je zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikce a předpokládá se, že po dlouhodobé expozici se u citlivých jedinců mohou vyvinout trvalé účinky, jako je hypertenze a ischemická choroba srdeční (ICHS).

Zvýšené riziko ICHS bylo nalezeno ve většině studií při hlukové expozici $L_{\text{Aeq, 6-22h}} > 60$ dB. Pozitivně vychází i vztah mezi hlukovou expozicí a spotřebou léků, jak kardiovaskulárních, tak hypnotik a sedativ [8].

Evropská agentura pro životní prostředí uvádí ve své zprávě z října 2010 prahové hladiny hluku v L_{dvn} pro ICHS 60 dB a pro hypertenzi 50 dB. K hodnocení rizika ICHS doporučuje výpočet OR⁷ pro incidenci infarktu myokardu polynomiální rovnicí, odvozenou na základě meta-analýzy analytických studií. Tento vztah se týká pouze hluku z pozemní silniční dopravy [1, 9].

Pozorování dalších účinků hlukové expozice, jako jsou změny v hladině stresových hormonů, vliv na imunitní systém a následně zvýšená frekvence infekcí, nebo snížená porodní váha novorozenců u matek exponovaných vysoké hladině hluku v době těhotenství, nejsou natolik průkazná a konzistentní, aby mohla sloužit k hodnocení zdravotních účinků hluku. Podobně nejsou jednoznačné ani výsledky studií zaměřených na vztah hlukové expozice a projevů poruch duševního zdraví. Současné podklady naznačují, že hluk z prostředí zejména při vysoké úrovni má vztah k psychologickým symptomům a může zvyšovat pocity úzkosti a spotřebu sedativ, avšak je málo důkazů o závažnějších účincích.

⁶ L_{night} – ekvivalentní hladina akustického tlaku A v časovém úseku 8 hodin v noci na nejvíce exponované fasádě domu.

⁷OR (Odds ratio) – poměr šancí, je mírou relativního rizika

III.2. Hodnocení expozice a charakterizace rizika hluku

K vyhodnocení významnosti akustického vlivu záměru byl proveden výpočet, kterým je stanovena předpokládaná ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době za 8 souvisejících nejhlučnějších hodin v chráněném venkovním prostoru dvou nejbližších obytných objektů. Výpočet vychází z emisních hlukových parametrů technologie výroby, ventilátorů nuceného odvětrání budovy a vzduchové neprůzvučnosti obvodového pláště haly. Zanedbatelným hlukem ze související dopravy se výpočet nezabývá. Nejistotu výpočtu autor odhaduje v rozmezí ± 2 dB.

Výsledná ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq, 8hodin}$ v chráněném venkovním prostoru nejbližšího objektu vzdáleného cca 30 od západní stěny výrobní haly (výpočtový bod č.2) je 42,6 dB. U vzdálenějšího objektu se jedná o hodnotu 36,2 dB. Z hlediska dodržení hygienického limitu hluku v denní době 50 dB tedy výsledek výpočtu nesignalizuje problémovou situaci a tento předpoklad bude ověřen akreditovaným měřením hluku v rámci zkušebního provozu. V noční době se provoz záměru nepředpokládá.

Konkrétní údaje o výchozí akustické situaci lokality záměru dokumentace neobsahuje. Pro nejbližší souvislou obytnou zástavbu je hodnocení hlukového vlivu záměru bezpředmětné, neboť se zde vzhledem ke vzdálenosti a clonění dalšími budovami nemůže projevit.

I u nejbližších hodnocených objektů lze předpokládat, že hlukový příspěvek záměru v denní době nebude významně převyšovat hlukové pozadí.

K teoretickému vyhodnocení údajů dokumentace a hlukového posouzení záměru z hlediska prahových hodnot nepříznivých účinků hluku může sloužit následující tabulka č. 1. V této tabulce jsou vybarvením znázorněny prahové hodnoty denní hlukové expozice pro nepříznivé účinky hluku ve venkovním prostředí, které se dnes považují za dostatečně, popř. omezeně prokázané. Tyto prahové hodnoty platí pro větší část populace s průměrnou citlivostí vůči účinkům hluku. Vycházejí z hlukových směrnic WHO z roku 1999 a 2009 a platí obecně bez specifikace zdroje hluku.

Z tabulky je zřejmé, že předpokládaný hluk z výrobní haly se i u hodnocených nejbližších objektů s rezervou pohybuje v hladinách pod prahovou úrovní obtěžujících i zdravotně nepříznivých účinků hluku a nemůže představovat žádné zdravotní riziko pro obyvatele těchto domů.

Tab. č. 1 – Prahové hodnoty prokázaných účinků hlukové expozice – den ($L_{Aeq, 6-22 h}$)							
Nepříznivý účinek	dB(A)						
	< 45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70+
Sluchové postižení*							
Ischemická choroba srdeční včetně IM							
Zhoršená komunikace řečí							
Silné obtěžování							
Mírné obtěžování							

*přímá expozice hluku v interiéru

III.3. Závěr k riziku hluku

Podle provedeného hlukového výpočtu bude vliv záměru pro celkovou akustickou situaci širšího zájmového území zanedbatelný a nebude představovat zdravotní riziko pro jeho obyvatele.

Provoz výrobní haly pouze v denních hodinách by neměl být významným zdrojem narušení pohody ani pro obyvatele dvou nejbližších obytných domů.

Výsledky výpočtu doporučuji ověřit měření hluku v rámci zkušebního provozu.

IV. Zdravotní riziko znečištění ovzduší

IV.1. Výběr látek a podklady k hodnocení expozice

Rozptylová studie se zabývá výchozí imisní situací zájmového území záměru a modelem SYMOS'97 hodnotí imisní příspěvek záměru v dotčeném území. Výpočet imisního příspěvku je proveden pro oxid dusičitý ze spalování zemního plynu a související dopravy a pro pentan, difundující do ovzduší při procesu výroby pěnového polystyrenu.

Další škodlivinou v ovzduší „přicházející do úvahy s hodnoceným záměrem, je styren, který se v menším množství postupně uvolňuje z polymerizované formy v polystyrenu.

Referenční koncentrace pro tuto látku stanovená Státním zdravotním ústavem Praha na základě doporučení WHO, je $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$, avšak vzhledem k nízkému čichovému prahu této látky je k prevenci pachových vlivů doporučeno nepřekračovat maximální 30minutovou koncentraci $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Podle výsledků měření u již realizované výroby polystyrenu s podstatně vyšší kapacitou výroby, uvedených v dokumentaci, se u nejbližší zástavby ve vzdálenosti 200 m koncentrace styrenu vždy pohybovaly pod $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Možnost překročení čichového prahu u této látky je proto u vzdálenější souvislé zástavby vyloučená a není pravděpodobná ani u dvou blízkých obytných domů. Zdravotní riziko imisí styrenu pro obyvatele v okolí je proto možné u daného typu výroby vyloučit.

Odhad celkové imisní situace lokality vychází z výsledků měření na nejbližší monitorovací stanici a z imisních map ČHMÚ. Ovzduší v posuzované oblasti hodnotí jako spíše znečištěné s občasným výskytem epizod s denní koncentrací suspendovaných částic PM_{10} nad limitem $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, avšak do povolené četnosti 35x za rok. Průměrná roční koncentrace PM_{10} se zde pravděpodobně pohybuje mezi $20 - 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, průměrná roční koncentrace NO_2 mezi $18 - 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nejvyšší krátkodobé hodinové koncentrace NO_2 se v hodnoceném území pravděpodobně pohybují pod imisním limitem $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. U požadovaných koncentrací n-pentanu se nepředpokládají hodnoty vyšší, nežli v řádu jednotek $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Výstupem rozptylové studie je grafické znázornění imisních koncentrací příspěvku záměru v pravidelné síti referenčních bodů a tabulkový přehled výsledků pro 26 referenčních bodů vybraných tak, aby reprezentovaly nejbližší obytnou zástavbu. Tyto výpočtové body byly umístěny na přivrácené fasádě domů v různé výšce a v tabulce je uvedena nejvyšší vypočtená hodnota. Nejvyšší koncentrace vycházejí pro výpočtové body č. 25 a 26, reprezentující nejbližší samostatné obytné domy, situované jen 30 a 60 m od výrobní haly.

IV.2. Hodnocení nebezpečnosti a charakterizace rizika imisí

Oxid dusičitý, NO₂, CAS No : 10102-44-0

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

Oxid dusičitý je ze zdravotního hlediska nejvýznamnějším oxidem dusíku. Jeho význam je dán nejen přímými účinky 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. Suma obou oxidů je označována jako NO_x.

V nejčistších oblastech ČR pozadřové koncentrace NO₂ nepřekračují 10 µg/m³. Ve městech se průměrné roční koncentrace NO₂ v roce 2010 podle závěrečné zprávy subsystému 1 Monitoringu HS⁸ pohybovaly závislosti na intenzitě okolní dopravy v rozsahu od 20 µg/m³ v nezatížených lokalitách, přes 28 µg/m³ u dopravně středně zatížených stanic až k 50 µg/m³ ročního průměru v dopravně nejvíce zatížených lokalitách. Na výsledném znečištění oxidem dusičitým se kromě dopravy podílejí i teplárny, výtopny, domácí topeniště a průmyslové zdroje [11].

Při inhalaci je NO₂ vzhledem k omezené rozpustnosti ve vodě jen zčásti zadržen v horních cestách dýchacích a proniká až do plicní periferie. U pokusných zvířat vyvolává při vyšší koncentraci poškození plicní tkáně a snížení její odolnosti vůči infekci. Dosud však není objasněno, do jaké míry je možné tyto účinky vztahovat na obvyklou úroveň expozice u lidí.

V klinických studiích u dobrovolníků se akutní účinky v podobě ovlivnění plicních funkcí a reaktivity dýchacích cest ke spasmům u zdravých osob projevují až při vysoké koncentraci NO₂ nad 1880 µg/m³. Podstatně citlivější jsou osoby s chronickou obstrukční chorobou plic, chronickou bronchitidou a zejména astmatici. Ovlivnění plicních funkcí bylo u astmatiků opakovaně popsáno při krátkodobé expozici 560 µg/m³. Zvýšení reaktivity dýchacích cest na jiné podněty indikují výsledky studií při úrovni expozice NO₂ nad 200 µg/m³. WHO proto doporučuje z hlediska prevence akutních účinků jako limitní koncentraci NO₂ ve venkovním i vnitřním ovzduší hodnotu 200 µg/m³ [12,13,14].

Při hodnocení zdravotních rizik imisí NO₂ je proto standardním postupem hodnocení rizika akutních účinků s použitím doporučené 1hodinové koncentrace WHO 200 µg/m³ jako referenční hodnoty, spolehlivě stanovené na základě klinických studií u astmatiků.

Studie zaměřené na dlouhodobé účinky oxidu dusičitého poskytují spíše rozporné výsledky, nicméně též naznačují možnou souvislost mezi průměrnou roční koncentrací NO₂ a incidencí astma a respiračními příznaky.

Významné výsledky ve výzkumu zdravotních účinků oxidu dusičitého přinášejí studie zaměřené na expozici z vnitřního ovzduší v bytech nebo školách. WHO v roce 2000 stanovila pro průměrnou roční koncentraci NO₂ ve venkovním ovzduší směrníkovou hodnotu 40 µg/m³, která byla odvozena z meta-analýzy epidemiologických studií účinků vnitřního ovzduší u starších dětí. Východiskem byla nejnižší výchozí koncentrace 15 µg/m³ NO₂ s navýšením o 28 µg/m³ (průměrný rozdíl mezi domácnostmi s plynovými a elektrickými sporáky), při kterém bylo zjištěno zvýšení respirační nemocnosti o 20 %.

⁸Monitoring hygienické služby - Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí, prováděný Státním zdravotním ústavem v Praze a pracovišti hygienické služby ve vybraných městech ČR od roku 1994. Subsystém 1 se zabývá zdravotními důsledky a riziky znečištění ovzduší.

WHO přitom zdůraznila, že nebylo možné stanovit prahovou úroveň koncentrace, která by při dlouhodobé expozici prokazatelně zdravotně nepříznivý účinek neměla [13].

Novější studie konzistentně prokazují asociaci mezi expozicí NO₂ ve vnitřním ovzduší a frekvencí respiračních symptomů u astmatických dětí a dětí s geneticky podmíněným zvýšeným rizikem astma. Současné poznatky proto podporují názor, že pro dlouhodobou imisní zátěž NO₂ jako ukazatele směsi imisí ze spalovacích procesů, by měla být doporučená limitní koncentrace nižší. K revizi této koncentrace však podle WHO dosud nebyly v dostupné vědecké literatuře shromážděny dostatečné podklady, takže při aktualizaci směrnice pro kvalitu venkovního ovzduší v roce 2005 zůstala zachována původní hodnota průměrné roční koncentrace 40 µg/m³, kterou WHO doporučila i v nové směrnici pro kvalitu vnitřního ovzduší [12,14].

K hodnocení rizika chronických účinků imisí NO₂ se u nás dlouhou dobu využívaly vztahy pro ukazatele respirační nemocnosti u dětí, odvozené z epidemiologických studií a statisticky zpracovaných v rámci programu CICERO Kristin Aunanovou z University Oslo v Norsku, publikované v roce 1995. Výpočty prevalence respiračních symptomů na základě těchto vztahů sice působily exaktním dojmem, ale ve skutečnosti byly zatíženy velkou nejistotou, danou jak nízkou spolehlivostí výchozích starších studií (vztah pro chronické respirační příznaky byl odvozen z meta-analýzy studií sledujících účinky expozice NO₂ ve vnitřním prostředí z roku 1992, vztah pro astmatické symptomy byl odvozen z přehledů o nemocnosti u školních dětí a znečištění ovzduší v Japonsku v 80. letech), tak i jeho statistickým zpracováním, které umožňovalo extrapolaci zjištěného vztahu i do oblasti velmi nízkých úrovní expozice.

Tyto vztahy nebyly nikdy verifikovány WHO a naopak podle současného názoru expertů WHO pro riziko imisí NO₂ nejsou v současné době k dispozici spolehlivé vztahy expozice a účinku a vhodnější je komplexní hodnocení rizika na základě vztahů pro suspendované částice, ve kterých je zahrnut i vliv dalších komponent znečištěného ovzduší [15].

Imisní příspěvek hodnoceného záměru včetně související dopravy u nejbližší obytné zástavby vychází dle rozptylové studie v nepatrné úrovni desetin µg/m³ maximální 1hodinové koncentrace, resp. tisícín µg/m³ průměrné roční koncentrace.

Současnou celkovou imisní situaci odhaduje zpracovatel rozptylové studie na základě výsledků měření na nejbližší monitorovací stanici a imisních map ČHMÚ v rozmezí průměrné roční koncentrace NO₂ 18 – 25 µg/m³, nejvyšší krátkodobé hodinové koncentrace NO₂ se v hodnoceném území pravděpodobně pohybují pod imisním limitem 200 µg/m³.

Nejcitlivějším akutním účinkem oxidu dusičitého, zjištěným v klinických studiích, je přechodné zvýšení reaktivity dýchacích cest na různé podněty (chlad, cvičení, alergeny v ovzduší) u astmatiků. Tato zvýšená pohotovost ke spasmům průdušek je jedním z významných faktorů v patofyziologii a klinické manifestaci astmatu. Meta-analýza 20 studií u astmatiků a 5 studií u zdravých osob prokázala statisticky významné zvýšení reaktivity na tyto podněty při expozici od 200 µg/m³ u astmatiků a od 1900 µg/m³ u kontrolních zdravých osob [12] a tyto závěry potvrdila i US EPA v obsáhlém vyhodnocení existujících poznatků o zdravotních aspektech expozice NO₂ z roku 2008 [16].

WHO proto doporučuje z hlediska prevence akutních účinků 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 výsledků rozptylové studie a odhadované úrovně imisního pozadí vyplývá, že v zájmovém území záměru toto riziko nehrozí a imisní příspěvek záměru je z tohoto hlediska zcela zanedbatelný.

Totéž lze konstatovat i o riziku chronických účinků oxidu dusičitého. Současnou směrniceovou hodnotu průměrné roční koncentrace WHO a současně i imisního limitu $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sice nelze považovat za referenční koncentraci, která by zaručovala plnou ochranu zdraví, avšak u odhadované úrovně imisní zátěže do $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelze předpokládat významné riziko chronických účinků této škodliviny a příspěvek záměru v řádu tisícín $\mu\text{g}/\text{m}^3$ je naprosto bezvýznamný.

Pentan, C₅H₁₂, CAS No : 109-66-0

Pentan patří do základní řady nižších alifatických nasycených uhlovodíků. Komerčně vyráběný n-pentan je bezbarvá, velmi těkavá a hořlavá kapalina benzínového zápachu. Jako příměsí většinou obsahuje i malé množství butanu, isopentanu a cyklopentanu [17].

Ve směsi se vzduchem tvoří výbušnou směs. Čichový práh pentanu uvádějí zahraniční zdroje od koncentrace $4 \text{ mg}/\text{m}^3$, resp. $6,6 \text{ mg}/\text{m}^3$ [18,19]. Autor rozptylové studie při hodnocení používá nižší hodnotu čichového prahu $3 \text{ mg}/\text{m}^3$ z odborného posudku SZÚ Praha. Konverzní faktor : $1 \text{ ppm} = 2,95 \text{ mg}/\text{m}^3$ (25°C).

Pentan je používán jako laboratorní rozpouštědlo, surovina v chemickém průmyslu, hnací plyn do sprejů a hlavně jako pěnidlo při výrobě plastů. Přirozeně se vyskytuje v ropě a ropných výparech. Obsah pentanu v automobilovém benzínu používaném v EU je v průměru 4,3% [17]. Do ovzduší je uvolňován hlavně z výfukových plynů z dopravy, při výrobě a používání různých produktů ropného průmyslu, z výroby pěnových plastů a používání aerosolů.

Pentan nepatří mezi běžně monitorované látky v ovzduší. V Británii byly ve venkovských oblastech zjištěny týdenní průměrné koncentrace většinou do $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, měsíční koncentrace ve městech do $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [17].

V ČR jsou koncentrace n-pentanu ve venkovním ovzduší měřeny na monitorovací stanici ČHMÚ Praha – Libuš a na pozad'ové stanici Košetice (okres Pelhřimov). V roce 2011 zde byly naměřeny průměrné roční koncentrace 0,7 resp. $1,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [20].

V atmosféře je pentan degradován reakcemi s fotochemicky vznikajícími hydroxylovými radikály s poločasem asi 4 dny [17]. Spolu s dalšími organickými těkavými látkami (VOC) se pentan účastní na fotochemické tvorbě troposférického ozónu. Je z tohoto hlediska řazen mezi méně důležité VOC a jeho podíl se odhaduje na 3,5% takto vznikajícího ozónu v atmosféře [17].

Hlavní cestou expozice pentanu je inhalace z ovzduší. Kromě pracovního prostředí v průmyslu se předpokládá vysoká expozice při používání kosmetických přípravků, zejména vlasových sprejů v uzavřených prostorách. Odhadovaná typická průměrná 8 hodinová koncentrace v kadeřnictví je $35 \text{ mg}/\text{m}^3$ [17].

Ve venkovním ovzduší jde hlavně o oblasti s intenzivní dopravou a čerpacími stanicemi pohonných hmot. V blízkém okolí provozů výroby pěnových plastů (do 100 metrů) se odhaduje průměrná koncentrace pentanu cca do $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [17].

Po vstřebání je pentan rychle metabolizován a vyloučen. Zčásti je vydechován v nezměněné formě a zčásti oxidován enzymovým mikrosomálním systémem v játrech na CO_2 jako hlavní konečný produkt [17].

Pentan je při krátkodobé expozici málo toxický. Narkotické a dráždivé akutní účinky vyvolává až při extrémně vysoké expozici, která je ve venkovním ovzduší vyloučená.

Několikadenní inhalační expozice koncentraci $20\,000 \text{ mg}/\text{m}^3$ nevyvolala v experimentech u potkanů žádné změny chování ani klinické příznaky toxicity [17].

V pracovním prostředí se vždy jedná o expozici směsi látek, takže informace o akutní toxicitě čistého n-pentanu u lidí nejsou k dispozici, ale předpokládá se, že akutní účinky jsou obdobné jako u ostatních satureovaných alifatických uhlovodíků podobné délky řetězce (C3-C8).

Při experimentu u dobrovolníků nebyly zjištěny žádné nepříznivé účinky při 10minutové inhalační expozici koncentraci 5000 ppm směsi 76,5% n-pentanu, 20,8% isopentanu, 1,4% hexanu a 1,3% butanu [17].

Informace o účinku pentanu u lidí nejsou k dispozici ani pro subakutní a chronickou expozici. U pracovníků exponovaných ředidlům obsahujícím pentan, ale i příměs heptanu a hexanu, byly popsány případy poškození periferních nervů. Tento účinek je ale přisuzován hexanu se známým neurotoxickým účinkem.

Nepříznivé účinky nebyly zjištěny při 13týdenním subakutním inhalačním experimentu u potkanů, exponovaných koncentracím pentanu do 20 000 mg/m³ a žádný neurotoxický účinek nebyl zjištěn ani při 16týdenní a 30týdenní expozici při koncentraci 8970 mg/m³ [17].

Dílčí studie u pokusných zvířat neindikují u pentanu ani reprodukční a vývojovou toxicitu.

Pentan nevykazuje pozitivní výsledky v testech mutagenity. Není proto považován za genotoxickou látku a vzhledem k výsledkům experimentů nejsou důvody k jeho dalšímu zkoumání z hlediska karcinogenity [17].

WHO ani jiné vědecké instituce se hodnocením rizika pentanu v ovzduší nezabývaly a pro tuto látku nejsou v současné době stanoveny imisní limity pro vnější ovzduší.

Dle přílohy AHEM č. 6 z roku 1986 platila v bývalém SSSR nejvyšší přípustná koncentrace pentanu v ovzduší 100 mg/m³ jako krátkodobá třicetiminutová a 25 mg/m³ jako průměrná 24 hodinová koncentrace.

Z blízkých uhlovodíků stanovil Státní zdravotní ústav v Praze referenční koncentraci ve venkovním ovzduší, určenou pro hodnocení a řízení zdravotních rizik, pro butan v úrovni 2000 µg/m³ jako roční střední hodnotu. Vycházel přitom z doporučené koncentrace (REL) NIOSH⁹ pro pracovní prostředí 1900 mg/m³ na základě rizika chronických účinků s ohledem na celoživotní expozici a citlivou část populace.

Pro směs alifatických nasycených uhlovodíků (alkanů) C5 – C10 odvodil SZÚ Praha jako referenční koncentraci ve venkovním ovzduší, určenou pro hodnocení a řízení zdravotních rizik, roční průměrnou koncentraci 1000 µg/m³, přičemž vycházel z koncentrace hexanu 1800 mg/m³, při které nebyly pozorovány dráždivé účinky.

Holandský národní ústav pro zdraví a životní prostředí v Bilthovenu odvodil pro frakci alifatických uhlovodíků C5 – C8 tolerovatelnou koncentraci ve venkovním ovzduší (TCA) 18 400 µg/m³ [22].

Úřad pro zdraví a ochranu spotřebitele Spojeného výzkumného centra Evropské komise se zabýval hodnocením zdravotního rizika pentanu v roce 2003. V obsáhlé zprávě je na základě existujících toxikologických dat vyhodnoceno riziko pentanu pro profesionální expozici pracovníků, pro expozici spotřebitelů z různých komerčních produktů a pro expozici obyvatel z životního prostředí.

Výsledkem je konstatování, že u žádné z těchto expozic není důvod k dalšímu zkoumání a opatřením k redukci rizika nad rámec opatření již přijatých s výjimkou jeho příspěvku při tvorbě ozónu a dalších škodlivých látek v ovzduší [17].

Pro pentan jsou stanoveny limity pro pracovní ovzduší. U pracovníků exponovaných ředidlům obsahujícím pentan, ale i příměs heptanu a hexanu, byly popsány případy periferní neuropatie s poruchou citlivosti a motorické funkce periferních nervů.

⁹NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) – Národní ústav pro bezpečnost a zdraví při práci v USA

Tyto nálezy vedly NIOSH k návrhu stejného doporučeného pracovního expozičního limitu pro koncentraci par alifatických uhlovodíků C5 – C8 v ovzduší, jako pro n-hexan (350 mg/m³ jako časově vážený průměr TWA pro 10hodinovou pracovní dobu).

OSHA¹⁰ však zastává názor, že tento návrh nebere do úvahy známé mimořádné neurotoxické účinky n-hexanu prostřednictvím jeho metabolitu 2,5-hexandionu. Stanovil proto pro pentan podstatně vyšší expoziční limit pro osmihodinovou pracovní dobu PEL ve výši 1000 ppm (2950 mg/m³).

ACGIH¹¹ doporučuje pro pentan a jeho izomery v pracovním prostředí pro 8-hodinovou pracovní dobu prahovou limitní expozici TLV¹² 600 ppm (1770 mg/m³). Tato limitní úroveň expozice má minimalizovat riziko narkotického účinku pentanu na centrální nervový systém a dráždivého účinku na sliznice.

V ČR je pro pentan stanoven přípustný expoziční limit (PEL) v pracovním prostředí (časově vážený průměr) pro osmihodinovou pracovní dobu 3000 mg/m³, nejvyšší přípustná krátkodobá koncentrace v pracovním prostředí (NPK-P), stanovená z hlediska výbušnosti, je 4500 mg/m³.

Z havarijních limitů stanovil NIOSH pro pentan IDLH¹³ 1500 ppm, která též vychází z 10 % spodního explosivního limitu pentanu, který vytváří se vzduchem výbušnou směs. Z hlediska toxicity pentanu by hodnota IDLH mohla být i podstatně vyšší, neboť ani koncentrace 5000 ppm nevyvolala při krátkodobé expozici u dobrovolníků nepříznivé účinky [23].

Nejvyšší imisní příspěvek pentanu z výroby pěnového polystyrenu vychází podle rozptylové studie u nejbližšího obytného domu (výpočtový bod č.25) v hodnotě 457 µg/m³ maximální 1hodinové koncentrace, resp. 12,5 µg/m³ průměrné roční koncentrace.

Pentan není běžně sledovanou škodlivinou v ovzduší a současná imisní situace v Kladně u této látky není známá. Zpracovatel rozptylové studie nepředpokládá hodnoty vyšší, nežli v řádu jednotek µg/m³.

Ve zprávě výzkumného centra Evropské komise ke zdravotnímu riziku pentanu z roku 2003 jsou uvedeny výsledky měření v Británii, kde se měsíční průměrné koncentrace ve městech pohybovaly do 14 µg/m³ [17].

V ČR jsou koncentrace n-pentanu ve venkovním ovzduší měřeny na monitorovací stanici ČHMÚ Praha – Libuš a na pozadové stanici Košetice na Vysočině. Nejvyšší průměrné měsíční koncentrace v posledních 3 letech 2009 – 2011 se zde pohybovaly kolem 8,5 µg/m³, nejvyšší roční průměrná koncentrace byla 1,88 µg/m³ [20].

Jak již bylo uvedeno, WHO ani jiné vědecké instituce se hodnocením rizika pentanu v ovzduší nezabývaly a pro tuto látku nejsou v současné době stanoveny imisní limity pro vnější ovzduší.

Z jednoduchých alifatických uhlovodíků je možné z toxikologického hlediska považovat za nejzávažnější sloučeninu n-hexan s mimořádným neurotoxickým účinkem.

V organismu se n-hexan metabolizuje na 2,5-hexandion, o kterém se předpokládá, že vyvolává většinu neurotoxických účinků, které byly po expozici hexanu pozorovány jak u pokusných zvířat, tak i u profesionálně exponovaných pracovníků.

¹⁰OSHA (Occupational Safety and Health Administration) - Úřad pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci, který stanoví závazné úřední limity pro pracovní prostředí v USA

¹¹ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) – Americká společnost vládních hygieniků práce

¹²TLV (Threshold limit value)

¹³IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentration) – Koncentrace látek v ovzduší v pracovním prostředí, kterým může být pracovník vystaven během 30 minut v případě selhání ochranných pomůcek, aniž by mu hrozilo vážné nebo nevratné zdravotní poškození nebo byla ovlivněna jeho schopnost uniknout z kontaminovaného prostředí.

US EPA stanovila pro n-hexan v databázi IRIS¹⁴ referenční koncentraci RfC¹⁵ pro celoživotní expozici z ovzduší v úrovni 200 µg/m³ [24].

Podstatně nižší nežli u pentanu jsou i přípustné koncentrace výparů hexanu v pracovním prostředí. V ČR je přípustný expoziční limit pro pentan 3000 mg/m³, pro n-hexan 70 mg/m³. Poměr toxicity obou látek je tedy podle limitu pro pracovní prostředí 43:1.

Toxikologickými vlastnostmi je pentanu podstatně bližší butan, tedy předcházející člen v řadě nasycených alifatických uhlovodíků, pro který stanovil Státní zdravotní ústav v Praze referenční koncentraci ve venkovním ovzduší 2000 µg/m³ jako roční střední hodnotu. Vycházel přitom z doporučené koncentrace (REL) NIOSH pro pracovní prostředí 1900 mg/m³, která byla přepočtena na celoživotní expozici a citlivou část populace.

Adekvátním postupem z prahové limitní expozice TLV pentanu 1770 mg/m³ doporučené americkou ACGIH vychází referenční koncentrace pro imise pentanu ve venkovním ovzduší 1850 µg/m³.

K hodnocení rizika prahových toxických účinků při akutní nebo chronické expozici se obecně používá kvocient nebezpečí HQ (Hazard Quocient), získaný srovnáním měřené nebo vypočtené imisní koncentrace v ovzduší s referenční koncentrací podle vzorce :

$$HQ = \frac{C_{air}}{RfC}$$

Pokud HQ (popř. HI - Hazard Index získaný součtem kvocientů nebezpečí jednotlivých látek u směsi látek s podobným systémovým účinkem, kdy předpokládáme aditivní působení) dosahuje hodnoty < 1, neočekává se riziko toxických účinků.

I když bychom použili nejnižší referenční koncentraci 1000 µg/m³, stanovenou SZÚ Praha pro směs alkanů C₅-C₁₀, která je odvozena z výsledků experimentu u hexanu, vychází pro nejvyšší hodnotu imisního příspěvku 12,5 µg/m³ bezvýznamný kvocient nebezpečí HQ = 0,0125. Maximální krátkodobá hodinová koncentrace pentanu by podle rozptylové studie neměla dosahovat ani poloviny referenční koncentrace, která ovšem platí pro průměrnou úroveň celoživotní imisní expozice. Je tedy zřejmé, že imise pentanu v okolí výrobního závodu nebudou představovat zdravotní riziko pro obyvatele.

IV.3. Závěr k riziku znečištění ovzduší

Hodnocení zdravotního rizika znečištění ovzduší bylo provedeno s použitím aktuálních odborných poznatků o nebezpečnosti hodnocených látek. Podkladem k hodnocení expozice byly výstupy rozptylové studie.

Dle údajů o imisním pozadí jsou v hodnocené lokalitě jako ve většině míst ČR nejvýznamnější škodlivinou suspendované částice PM₁₀. Hodnocený záměr výroby polystyrenu nebude emisním zdrojem pevných částic, proto se jimi rozptylová studie ani hodnocení vlivů na veřejné zdraví nezabývá.

Nepatrný imisní příspěvek záměru u oxidu dusičitého z vyvíječe páry na zemní plyn a související dopravy současnou imisní situací lokality neovlivní a z hlediska zdravotního rizika je zcela bezvýznamný.

¹⁴IRIS (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.

¹⁵RfC - 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.

Hlavní pozornost byla podle požadavku v zadání věnována zdravotním aspektům imisí pentanu, který slouží ve výrobě pěnového polystyrenu jako nadouvadlo. Jedná se o látku, pro kterou není z důvodu velmi nízké toxicity stanoven imisní limit ani referenční koncentrace.

Na základě vyhodnocení existujících toxikologických podkladů je konstatováno, že imisní koncentrace pentanu z hodnocené výroby a imisního pozadí nemohou představovat ani pro obyvatele nejbližších obytných objektů, situovaných 30 a 60 m od výrobní haly, riziko akutních nebo chronických nepříznivých zdravotních účinků. Jediným vlivem, který u těchto blízkých objektů nelze zcela vyloučit, jsou krátkodobé pachové vjemy za mimořádných rozptylových situací, které ovšem nelze považovat za zdravotní riziko.

Vzhledem k výše uvedenému nebude hodnocený záměr z hlediska znečištění ovzduší představovat zdravotní riziko ani pro uživatele vzdálenějšího dětského hřiště a skate parku a souvislé obytné zástavby.

K eliminaci eventuelních obav obyvatel nejbližších dvou domů, případně i vzdálenější souvislé zástavby považují za vhodné provést v rámci zkušebního provozu záměru kontrolní měření imisí pentanu a styrenu.

Hodnocení zdravotních rizik imisí bylo provedeno na základě výstupů rozptylové studie, která hodnotí očekávaný standardní provoz záměru. Netýká se tedy případných mimořádných havarijních situací. Nezabývá se též emisemi pentanu z hlediska jeho účasti na fotochemických reakcích v ovzduší a tvorbě troposférického ozónu. Tyto druhotné procesy jsou natolik složité, že je v současné době není možné postihnout modelovými výpočty a hodnocením zdravotního rizika.

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 jsou vzhledem k malým vlivům záměru na obyvatele v okolí tyto nejistoty spíše formální a nevýznamné.

Výsledky hlukového odhadu nebyly ověřeny klasickou hlukovou studií a výchozí akustická situace nebyla podložena měřením. Vzhledem k situování záměru je však jisté, že nemůže postřehnutelným způsobem ovlivnit akustickou situaci nejbližší souvislé obytné zástavby. K významnému ovlivnění by realizace záměru neměla vést ani u samostatných nejbližších obytných objektů, což bude ověřeno měřením v rámci zkušebního provozu.

Podobně je tomu i u znečištění ovzduší, kde je imisní příspěvek oxidu dusičitého zcela zanedbatelný a hlavní pozornost byla věnována imisím pentanu. Z toxikologické charakteristiky této látky spolehlivě vyplývá, že v koncentraci reálně dosažitelné ve venkovním ovzduší nemůže představovat zdravotní riziko. I limity pentanu pro pracovní ovzduší vycházejí spíše z bezpečnostních důvodů, nežli z doloženého zdravotního rizika.

VI. Celkový závěr

Z provedeného hodnocení vlivů záměru „Výroba polystyrenu Kladno“ na veřejné zdraví vyplývají tyto hlavní závěry:

Provoz posuzovaného záměru nebude představovat zdravotní riziko hluku ani znečištění ovzduší pro obyvatele dotčeného zájmového území.

Hluk z provozu záměru se podle provedeného výpočtu s rezervou pohybuje pod úrovní hygienického limitu hluku a neměl by být významným zdrojem narušení pohody ani pro obyvatele dvou nejbližších obytných domů, vzdálených 30 a 60 m od výrobní haly, což doporučuji ověřit měření hluku v rámci zkušebního provozu.

U těchto blízkých objektů nelze zcela vyloučit možnost krátkodobých pachových vjemů za mimořádných rozptylových situací, které ovšem nelze považovat za zdravotní riziko.

Vzhledem k výše uvedenému nebude hodnocený záměr z hlediska hluku a znečištění ovzduší představovat zdravotní riziko ani pro uživatele vzdálenějšího dětského hřiště a skate parku.

Kromě zmíněného měření hluku doporučuji k eliminaci eventuelních obav obyvatel nejbližších dvou domů, případně i vzdálenější souvislé zástavby, považuji za vhodné provést v rámci zkušebního provozu záměru i kontrolní měření imisí pentanu a styrenu.

Hodnocení zdravotních rizik imisí bylo provedeno na základě výstupů rozptylové studie, která hodnotí očekávaný standardní provoz záměru. Netýká se tedy případných mimořádných havarijních situací.

Tyto závěry jsou platné za předpokladu platnosti poskytnutých výchozích podkladů.

VII. Příloha – citovaná a použitá literatura

1. EEA: *Good practice guide on noise exposure and potential health effects*, EEA Technical report No 11/2010, EEA Kopenhagen, October 2010
2. WHO, Regional Office for Europe: *Night noise guidelines for Europe*, WHO, 2009
3. WHO: *Guidelines for Community Noise*, 1999
4. Havránek J. a kol.: *Hluk a zdraví*, Avicenum Praha, 1990
5. European Commission: *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*, 2002
6. European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects: *Position Paper on Dose-Effects Relationships for Night Time Noise*, 2004
7. 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
8. Babisch, W.: *Transportation noise and cardiovascular risk: Updated Review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased*. *Noise Health* 2006, 8:1-29
9. Babisch, W.: *Road traffic noise and cardiovascular risk*, *Noise Health* 2008, 10:38,27-33
10. WHO: *Burden of disease from environmental noise*, 2011
11. 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 2010*, SZÚ Praha, 2011

12. WHO: *Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005*
13. WHO : *Air Quality Guidelines for Europe, second edition, Copenhagen, 2000*
14. WHO: *WHO Guidelines for indoor air quality: selected pollutants, WHO 2010*
15. Hurley F et al.: *Methodology for the cost-benefit analysis for CAFE. Volume 2: Health Impact Assessment, European Commission 2005*
16. US EPA: *Risk and Exposure Assessment to Support the Review of the NO₂ Primary National Ambient Air Quality Standard, US EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, 2008*
17. *European Commission Joint Research Centre: European Union Risk Assessment Report, n-Pentane, European Chemicals Bureau, 2003*
18. Nagata Y.: *Measurement of odor threshold by triangle odor bag method. Odor Measurement Review. Japan Ministry of the Environment, 2003, pp. 118 – 127*
19. Ruth JH: *Odor Thresholds and Irritation Levels of Several Chemical Substances: A Review, Am.Ind.Hyg.Assoc.J.(47), 1986, pp.142-151*
20. ČHMÚ: *Tabelární přehled „Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika“ – internetový zdroj*
21. Marhold J.: *Přehled průmyslové toxikologie – organické látky, Avicenum 1986*
22. RIVM report 711701025 „Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels“, RIVM Bilthoven, 2001
23. *National Institute for Occupational Safety and Health : NIOSH Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLHs)*
24. US EPA: *Data base IRIS (Integrated Risk Information System), Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment U.S.EPA – internetový zdroj*
25. NIOSH: *International Chemical Safety Cards (internetový zdroj)*
26. TOXNET-Toxicology Data Network (internetový zdroj)
27. HSDB-Hazardous Substances Data Bank, U.S. National Library of Medicine (internetový zdroj)
28. SZÚ Praha: *Manuál prevence v lékařské praxi díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, Praha, 2000*