

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



**Analýza kvality ovzduší ve výrobním procesu
masážních vířivek**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Tomáš Marek, DiS.

Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru

Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Pišoft, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza kvality ovzduší ve výrobním procesu masážních vířivek" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce doc. RNDr. Petra Pišofta, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.3.2018

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. RNDr. Petru Pišoftovi, Ph.D. za vedení této práce a ochotu pomoci. Dále bych chtěl poděkovat svému nejbližšímu okolí za podporu během celého studia a kolegům ze společnosti USSPA, s.r.o. za jejich odborné připomínky.

Analýza kvality ovzduší ve výrobním procesu masážních vířivek

Souhrn

Zdraví a pracovní prostředí se vzájemně podmiňují, kdy zdraví umožňuje podávat odpovídající pracovní nasazení a práce je zase zdrojem potřebných hodnot člověka. Bohužel ne vždy jsou ve výrobním sektoru ideální pracovní podmínky pro zaměstnance a proto je nutností přijímat nezbytná nápravná opatření.

Tato diplomová práce posuzuje kvalitu ovzduší za zvolené časové období ve výrobním procesu masážních vířivek. V rešeršní části je představena problematika a základní aspekty kvality vnitřního a vnějšího ovzduší. A dále se v této práci věnuji stručnému představení vybraných zdrojů znečišťování vycházející z výrobního procesu a možných dopadů na životní prostředí a lidské zdraví.

Pro tuto diplomovou práci byly stanoveny tyto tři specifické cíle. Vytvořit základní metodiku analýzy, zmapovat a srovnat vybrané zdroje znečišťování ve výrobním procesu s daty z předešlých let. Z autorizovaných měření analyzovat a určit časový vývoj naměřených koncentrací. Provést metodiku posouzení dat s platnými limity a zhodnotit a navrhnout opatření pro zlepšení kvality ovzduší a snížení dopadů na životní prostředí.

Dále byly stanoveny hypotézy, že měřené koncentrace u vybraných zdrojů znečišťování nepřesahují dané normy, měřená data nevykazují významný rostoucí trend a že zde existuje významná souvislost mezi koncentracemi vybraných látek a charakterem a umístěním provozu.

Klíčová slova: Kvalita ovzduší, pracovní prostředí, výrobní proces, emisní limit, masážní vířivka

Analysis of air quality in the whirlpool bath manufacturing process

Summary

Health and the working environment are mutually conditional when health enables to work properly, and labor is in turn a source of the necessary human values. Unfortunately, the working conditions for employees are not always ideal for the manufacturing sector and it is therefore necessary to take the necessary corrective measures.

This diploma thesis assesses air quality for the chosen period of time in the production process of massage whirlpool. The research section introduces issues and basic aspects of indoor and outdoor air quality. In this paper I also deal with the brief presentation of selected sources of pollution based on the production process and possible impacts on the environment and human health.

The following three specific objectives have been set for this diploma thesis. Create a basic methodology to analyze, map and compare selected pollution sources in the production process with data from previous years. From the authorized measurements, analyze and determine the time course of the measured concentrations. Ensure a methodology for assessing data with valid limits and evaluate and propose measures to improve air quality and reduce environmental impacts.

These hypotheses have also been established, namely that the measured concentrations of selected sources of pollution do not exceed the given standards, the measured data do not show a significant increasing trend and that there is a significant correlation between the concentrations of the selected substances and the character and location of the operation.

Keywords: Air quality, work environment, manufacturing process, the emission limit, massage whirlpool

Obsah

1. Úvod.....	1
Vědecká hypotéza a cíle práce.....	2
1.1 Hypotézy.....	2
1.2 Cíle práce.....	2
2. Literární rešerše.....	3
2.1 Atmosféra a kvalita ovzduší.....	3
2.1.1 Vymezení základních pojmů.....	3
2.1.2 Kvalita ovzduší.....	6
2.1.3 Znečišťování ovzduší a znečišťující látky.....	9
2.1.4 Vliv atmosféry.....	19
2.2 Vnitřní a vnější prostředí.....	25
2.2.1 Syndrom nezdravých budov.....	30
2.2.2 Znečišťující látky typické pro vnitřní prostředí.....	31
2.3 Pracovní prostředí.....	38
2.3.1 Rizikové práce.....	40
2.3.2 Prašnost.....	42
2.4 Vybrané výrobní technologie.....	47
2.4.1 Laminační provoz.....	47
2.4.2 Nástřík polyuretanu.....	50
2.5 Ochrana ovzduší.....	51
3. Metodická část.....	56
3.1 Podstata vlastní práce.....	56
3.2 Informace o společnosti.....	56
3.3 Popis studovaných pracovišť vnitřního prostředí.....	59

3.4	Technický popis zdrojů znečištění venkovního ovzduší.....	63
3.4.1	Laminace.....	63
3.4.2	Nástřík polyuretanu.....	69
3.5	Měření vnitřního prostředí a jejich specifika	72
3.5.1	Odběr vzorků a stanovení škodlivin	72
3.6	Měření vnějšího prostředí a jejich specifika	73
3.6.1	Zdroj laminace	73
3.6.2	Zdroj nástřiku PU.....	79
3.7	Statistická analýza získaných údajů – vnitřní prostředí.....	83
3.8	Statistická analýza získaných údajů – vnější prostředí.....	92
3.8.1	Zdroj laminace	93
3.8.2	Zdroj nástřiku PU.....	98
3.9	Porovnání naměřených hodnot s platnými limity	101
4.	Zhodnocení výsledku.....	106
5.	Závěr	113
6.	Terminologický slovník.....	119
7.	Seznam použité literatury	120
8.	Seznam obrázků a tabulek	128
8.1	Seznam obrázků.....	128
8.2	Seznam tabulek	128
9.	Přílohy.....	131

1. Úvod

Lidské zdraví je v mnoha ohledech spjato a ovlivněno životním prostředím, ve kterém se nacházíme. Vzájemné působení vlivů na životní prostředí a zdraví člověka se však obtížně posuzuje. Mezi nejznámější vlivy lze uvést znečištění vnějšího ovzduší. Méně už víme o zdravotních důsledcích nebezpečnosti chemických látek v pracovním prostředí.

Námětem této diplomové práce je analýza kvality ovzduší ve výrobním procesu masážních vířivek. Zvolené téma práce jsem si vybral z osobních a pracovních důvodů, protože mě zajímá aktuální stav jednotlivých výrobních zdrojů znečišťování ovzduší uvnitř i zvenčí firmy a možných dopadů na lidské zdraví. Společnost sídlí na vesnici v blízké obytné zástavbě rodinných domů a to je právě jeden z hlavních důvodů posouzení.

V teoretické části práce jsou obecně popsány základní pojmy definující ovzduší a pracovního prostředí. Dále jsou představeny chemické zdroje znečišťování, rizika a dopady na zdraví a vlivy na životní prostředí. V neposlední řadě je zmíněna související legislativa k jednotlivým zdrojům znečišťování.

V praktické části práce je představena společnost zabývající se výrobou a prodejem masážních vířivek, její historie a lokace, výrobní portfolio a jednotlivé zdroje znečištění. Z příslušných dat autorizovaných skupin analyzuji a hodnotím kvalitu ovzduší za zvolené časové období.

Pro tuto diplomovou práci byly stanoveny tři cíle a tři hypotézy. Předpokladem je, že bude platit přímá úměra mezi posuzovanými koncentracemi vybraných látek a charakterem a umístěním provozu.

Vědecká hypotéza a cíle práce

Obecným cílem práce je analyzovat kvalitu ovzduší za zvolené časové období ve výrobním procesu masážních vířivek.

1.1 Hypotézy

1. Měřené koncentrace u vybraných zdrojů znečišťování nepřesahují dané normy.
2. Měřená data nevykazují významný rostoucí trend.
3. Existuje významná souvislost mezi koncentracemi vybraných látek a charakterem a umístěním provozu.

1.2 Cíle práce

1. Vytvořit a aplikovat základní metodiku analýzy, zmapování a srovnání vybraných zdrojů znečišťování ve výrobním procesu s daty z předešlých let.
2. Z autorizovaných měření analyzovat a určit časový vývoj naměřených koncentrací a provést metodiku posouzení dat s platnými emisními limity.
3. Po zhodnocení navrhnout opatření pro zlepšení kvality ovzduší a snižování dopadů na životní prostředí. Formulovat environmentální koncept stavu ovzduší ve specifickém výrobním sektoru.

2. Literární rešerše

2.1 Atmosféra a kvalita ovzduší

2.1.1 Vymezení základních pojmů

Ovzduším se v obecné formě rozumí zemská atmosféra, neboli vzdušný obal zeměkoule. Zemská atmosféra tvoří ochrannou vrstvou, která zabraňuje pronikání částic z vesmíru. Skládá se z plynného obalu a je v přímém kontaktu se zemským povrchem až do výšky několika kilometrů. Ve vyšších polohách se složení atmosféry zředňuje a vykazuje výrazné rozvrstvení. Koncentrace oxidu uhličitého a kyslíku mají velmi důležitý význam pro pozemský život (Braniš a Hůnová, 2009).

Mezi základní součásti životního prostředí patří ovzduší, které je jedním z předpokladů života na naší planetě. Atmosféra ovlivňuje člověka jak fyzikálními vlastnostmi, proměnami, tak i svým chemickým složením (Laurent, 1976).

Vzduch představuje směs plynů v určitém poměru. Vytváří různou míru znečištění vycházející z pevných a plynných příměsí v závislosti na rozdílné teplotě a vlhkosti (Miková, 1976).

Atmosféra se skládá z určitých složek a jejich působení se mění s výškou a intenzitou působení vzduchu a dalších vlivů. Dále uvádí, že zvýšené množství těchto plynů způsobené industrializací způsobuje zesilování skleníkového efektu a zvyšování teploty Země. „*Plyny v atmosféře jsou v trvalém stavu nerovnováhy, neboť spolu reagují*“ (Acot, 2005).

Složení vzduchu v atmosféře nelze považovat za stálé, protože se vlivem lidské činnosti a přírodních pochodů neustále mění, jak v prostoru tak v čase (Bernatík a Nevrlá, 2005).

Atmosféra představuje prostředí, kde probíhá transport znečišťujících látek. Atmosférické procesy se podílejí na odstraňování znečištění ovzduší za pomoci suché a mokré depozice a je tvořena směsí různých plynů, vodních par a pevných a kapalných částic (Andreovský a Henelová, 2013).

Atmosféra není vertikálně homogenní a tvoří jí několik vrstev, které tvoří obal zemského glóbu. Vrstvy definujeme a rozlišujeme podle teploty vzduchu a nadmořské výšky (Vysoudil, 2002).

Zemská atmosféra představuje energetický i látkově otevřený systém, kde probíhá složitá výměna látek. Odlišuje se malou hmotou a velkou pohyblivostí. Obecným rysem atmosféry je její cirkulace. Vzduch v atmosféře je ovlivňován změnami atmosférického tlaku. Ovzduší vychází z prostoru a času, kdy obsahuje proměnlivé směsi znečišťujících látek a koncentrací. Účinek je modifikován fyzikálním stavem ovzduší (Hůnová a Janoušková, 2004).

ČHMÚ (2017) uvádí, že mezi základní souvisejí pojmy patří:

- **Atmosférická fronta** – představuje úzkou přechodovou zónu mezi vzduchovými hmotami různých vlastností (teplota, vlhkost).
- **Teplá fronta** – vyjadřuje pohyb studeného vzduchu, ve kterém po přechodu většinou dochází k oteplení. Před teplou frontou vzniká charakteristický oblačný systém, vycházející z vysoké oblačnosti. Pokračuje střední a dále nízkou oblačností blíže před frontou, kde se vyskytuje pásmo trvalých srážek.
- **Studená fronta** – vyjadřuje pohyb studeného vzduchu, který po přechodu většinou přináší ochlazení. Typickými znaky jsou kupovitá oblaka typu kumulonimbus a je doprovázena dešti v přeháňkách. V letním období i bouřkami.
- **Okluzní fronta** – vzniká spojením kombinačních vlastností studené a teplé fronty.

- **Zvlněná studená fronta** - vychází z pomalu se pohybující studené fronty a postupně se mění na teplou frontu. Na vrcholu frontální vlny se může vytvořit tlaková níže spojená s velkou oblačností a s vydatnými srážkami.
- **Tlaková výše** – představuje oblast se zvýšeným nebo vysokým tlakem vzduchu, přičemž tlak uvnitř je vyšší než v okolí. V letním období přináší teplé, slunečné počasí a v zimním období mrazivé, slunečné počasí s charakterem inverzního počasí s výskytem mlh a nízké oblačnosti.
- **Tlaková níže** - představuje oblast se sníženým nebo nízkým tlakem vzduchu, kdy tlak uvnitř je nižší než v okolí. Přináší s sebou počasí s velkou oblačností a srážkami.

Počasí je definováno jako okamžitý stav atmosféry a souhrn všech hodnot meteorologických prvků a atmosférických jevů v určitém místě a čase. Počasí se v průběhu dne či hodiny mění, každé roční období může být poněkud jiné. Přesto však z pohledu několika desítek let vytváří režim, který je typický a charakteristický pro dané území (Braniš a Hůnová, 2009).

Podnebí představuje dlouhodobý významný režim počasí, který vychází z cirkulace atmosféry a energetických bilancí a je závislý na charakteru povrchu a lidskému zásahu. Klima představuje dlouhodobý průměrný stav atmosféry v určitém místě (ČHMÚ, 2017).

Předpověď počasí umožňuje určit budoucí stav počasí a povětrnostních podmínek v dané lokalitě. Základem jsou pomocné meteorologické aplikace, např. přízemní pozorování, měřicí meteorologické stanice, aerologická sondážní měření ve vyšších vrstvách atmosféry, družicová a radarová měření, předpovědní a koncepční modely, statistické údaje apod.). Úspěšnost předpovědi počasí klesá s délkou předpovědního období. Přesnou předpověď lze určit na 5 dní dopředu za podmínek znalosti meteorologické situace. U předpovědi na delší období se vychází z určitého předpokladu a informativního charakteru počasí (ČHMÚ, 2017).

Výstraha ČHMÚ vyjadřuje informaci o nebezpečné meteorologické a hydrologické situaci a vydává se v rámci SIVS. Pro každý jev jsou stanovena kritéria a stupeň nebezpečí a na základě předpokladu jejich splnění je vydána výstraha. Mezi nebezpečné hydrometeorologické jevy patří: silné (vydatné, dlouhotrvající, přivalové) srážky, vedoucí k povodním, krupobití, silný nárazový vír, vysoké teploty, sucho a požáry, mrazy, ledovka, vysoká sněhová pokrývka, náledí, smogové situace atd. (ČHMÚ, 2017).

Změny **ozonové vrstvy** jsou spojeny s lidskou činností a s výrobou freonů. Freony obsahují chlorované sloučeniny a vyskytují se v podobě kapalné a nebo plynné. Poškození UV záření freony způsobuje zpomalení, fotosyntézu a fytoplankton u suchozemských rostlin a může způsobit poškození zraku a rakovinu kůže. Ozon vzniká z molekul, kdy dochází ke štěpení a pohlcování slunečního záření. Množství ozonu se mění se zeměpisnou šířkou a s ročním obdobím (Máchal, 2000).

Skleníkový efekt představuje mechanismus zpětného záření atmosféry. Atmosféra je tvořena i tzv. radiačně aktivními plyny, jenž pohlcují dlouhovlnné záření emitované zemským povrchem. Pohlcené záření je znovuvyzařeno zpět k zemskému povrchu, čímž se udržuje teplota vyšší než by byla v případě, kdy by skleníkové plyny nebyly v atmosféře přítomny. Množství skleníkových plynů v zemské atmosféře významně stoupl za posledních dvě stě let v souvislosti s lidskou činností a intenzivním spalováním fosilních paliv (Klaus, 2007).

2.1.2 Kvalita ovzduší

„Kvalita ovzduší je zásadním faktorem, který ovlivňuje životní prostředí. Čistota vzduchu navazuje na dva pilíře udržitelného rozvoje (sociální – sledování zdravotního stavu populace, a ekonomický – zdravotní stav populace má vliv na ekonomickou výkonnost pracovníků a celé ekonomiky kraje)“ (ČSÚ, 2014).

V České republice dochází opakovaně od počátku nového tisíciletí téměř ve všech zónách a aglomeracích k problémům s překračování úrovně znečištění ovzduší. Je zářející na této skutečnosti to, že v některých letech, kdy emise znečišťujících látek byly nižší a že provozovatelé zdrojů znečišťování ovzduší ve své většině dodržují předepsané podmínky a povolení provozu zdrojů, tak i přesto se zhoršuje kvalita ovzduší.

Koncentrace znečišťujících látek jsou skrze národní legislativou (Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší) omezeny imisními limity. Legislativa se navíc zabývá imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace (Andreovský a Henelová, 2013).

Imise představují znečišťující příměsi obsažené v atmosféře, které přecházejí na příjemce (organismus, stavební materiál, půda) a nebo jsou s ním v kontaktu. Množství imisí (koncentrací) se vyjadřují v mg/m^3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nebo v jednotkách ppm, ppb. Za obecné imise považujeme také další charakteristiky prostředí (např. hluk, radioaktivita, člověkem způsobené změny teploty). Imisní limity pro *ochranu lidského zdraví* jsou vyhlášeny pro suspendované částice velikostní frakce PM_{10} , oxid siřičitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhelnatý a benzen. Cílové imisní limity pro *ochranu lidského zdraví* jsou vyhlášeny pro ozon, polycyklické aromatické uhlovodíky vyjádřené jako benzo(a)pyren, nikl, arzen a kadmium. Imisní limit pro *ochranu ekosystémů a vegetace* platí pro oxid siřičitý, oxidy dusíku a ozon (Braniš a Hůnová, 2009).

Zákon o ochraně ovzduší stanovuje přípustné imisní úrovně znečišťujících látek, které platí pro všechny zóny a aglomerace s cílem ochrany zdraví lidí, ekosystémů a vegetace (Tuháček a Jelínková, 2015).

ČHMÚ (2017) uvádí, že rozptylové podmínky vyjadřují meteorologické podmínky pro rozptyl znečišťujících látek v ovzduší a závislosti na proudění vzduchu, jak v horizontálním tak i vertikálním směru. Rozlišujeme tři druhy:

- **Dobré** – ve výšce do 1000 až 1500 m nad terénem se nevyskytuje zádržná vrstva inverze, která by omezovala rozptyl škodlivin. U výškově zádržné vrstvy závisí i na rychlosti větru a pod spodní hranicí zádržné vrstvy.
- **Mírně nepříznivé** – vyskytuje se v zádržné vrstvě, která je závislá na rychlosti větru a omezující možnost rozptylu škodlivin.
- **Nepříznivé** – představuje stav, kdy rozptyl příměsí v atmosféře je skoro znemožněn a tím může docházet u zdrojů znečišťování předpokladům překračování imisních limitů. Tento stav rozptylových podmínek nastává zádržné vrstvě do 1000 m nad terénem v kombinaci se slabým nebo žádným

prouděním.

Kvalitu ovzduší ovlivňují, jak vlastní zdroje znečištění, tak rozptylové podmínky, kdy vysoké imisní koncentrace nastávají zpravidla za nepříznivých rozptylových podmínek a při spolupůsobení dalších faktorů (ČHMÚ, 2017). Kvalita ovzduší velkou měrou ovlivňuje řadu aspektů od zdravotního stavu lidské populace, ekosystému, až po materiály, konstrukce a stavby (Hůnová a Janoušková, 2004).

Braniš a Hůnová (2009) uvádí, že faktory, které snižují kvalitu ovzduší rozdělujeme podle povahy:

Fyzikální faktory:

- elektromagnetické vlnění - ionizující záření, UV záření, teplo
- vlnění pružného prostředí – hluk, vibrace
- optické vlastnosti aerosolu - dohlednost, odrazivost

Chemické faktory:

- skleníkové plyny - CO₂, N₂O, CH₄, O₃, freony
- látky poškozující ozonovou vrstvu - freony, N₂O, NO
- směsi látek redukčního smogu - SO₂, CO, aerosol
- směsi látek fotochemického smogu - VOC, O₃, CO, NO_x, aerosol
- specifické látky a skupiny látek - pachy a emise z průmyslu

Biotické faktory:

- živé organismy - viry, bakterie, pyl
- fragmenty těl a produkty metabolismu - chlupy, peří, pachy

Nepřirozené příměsi mohou ovlivňovat klimatický systém v atmosféře a může docházet ke změnám jak fyzikálním (např. viditelnost, teplota), chemickým (např. kyselost) tak i biologickým (potlačení růstu či vývoje organismů) vlastností. Atmosférické imise prostřednictvím aerosolů dosedají na jiné složky v prostředí, např. půda a voda (Braniš a Hůnová, 2009).

Opplová (1981) rozděluje exhalace na:

- plynné
- pevné
- aerosoly

Zpráva MŽP uvádí, že trend zlepšování kvality ovzduší v ČR postupně stagnuje a nezlepšuje se. Opatření vytvořená v minulosti, především v průmyslu, už nestačí. MŽP v posledních letech přistoupilo k dalším zásadním změnám v legislativě a financování s cílem razantněji zlepšit kvalitu ovzduší na území ČR. V současnosti se připravuje nový Operační program Životního prostředí pro období 2014 – 2020, který má za cíl zlepšit kvalitu ovzduší v lidských sídlech a zlepšit systém sledování, hodnocení a předpovídání vývoje kvality ovzduší v závislosti na meteorologických aspektech a navýšení měřících skupin v menších sídlech (MŽP, 2015).

Kvalita ovzduší se nese snadno vyrovnává s růstem emisí a trendem rozvoje průmyslu. Nové výrobní technologie využívají vyšší zhodnocení základních surovin, účinnosti a intenzifikaci odlučovacích a filtračních zařízení (Interan'82, 1982). Možností ke zlepšení kvality ovzduší je zvýšit výšku komína, omezit znečišťování ovzduší ze zdrojů v oblasti a změnit umístění zdroje (Ochrana čistoty ovzduší, 1981).

2.1.3 Znečišťování ovzduší a znečišťující látky

Lidská činnost a působení má hlavní podíl na klimatických změnách a složení zemské atmosféry. Stav planety se výrazně zhoršuje vlivem znečišťování ovzduší, znečišťováním moří a sladkých vod, ubýváním ozonové vrstvy, odlesňováním, vypouštěním ropných odpadů, či zhoršováním životních podmínek velkoměst. Rostoucí růst obyvatel s sebou

nese ekologickou a klimatickou zátěž (Acot, 2005).

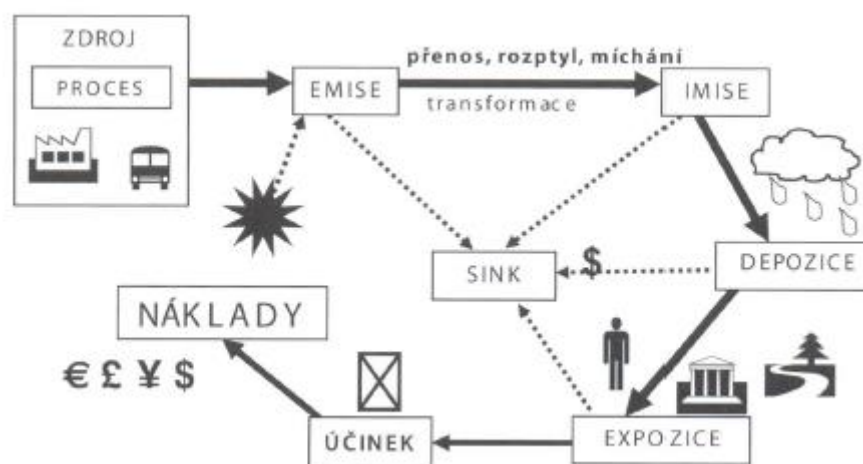
„Velké pohyby, které na zemi poutají naši pozornost, způsobuje teplo, teplo má na svědomí rozbouřenou atmosféru, vznik oblačnosti, deště a jiné úkazy, vodní proudy brázdící povrch zeměkoule a teplo je i příčinou zemětřesení, výbuchu sopek“ (Acot, 2005).

Znečišťování ovzduší je jak lokálním, tak i celoevropským problémem týkající se celé polokoule. Znečišťující látky vypouštěné do ovzduší v jedné oblasti se mohou dále šířit atmosférou a mohou přispívat ke špatné kvalitě ovzduší v dalších oblastech. *„Znečištěné ovzduší škodí lidskému zdraví i ekosystémům. Značná část populace nežije v životním prostředí, které lze podle současných norem považovat za zdravé. K nalezení udržitelného způsobu řešení tohoto problému si Evropa bude muset klást ambiciózní cíle a jít nad rámec stávajících právních předpisů“ (EEA, 2017).*

Znečištění ovzduší je úzce propojeno s meteorologickými podmínkami v dané lokalitě, charakterem zdroje a povětrnostní situací v georeliéfu. Proudění a intenzita vzduchu ovlivňuje teplotní zvrstvení atmosféry. Nejstabilnějším stavem je teplotní inverze. Pro rozptylové podmínky je tedy velmi významné rozložení teploty i tlaku, směr a rychlost proudění větru (Vysoudil, 2002).

Braniš a Hůnová (2009) uvádí, že negativní dopady na znečištění nejsou spojené jen s antropogenními emisemi, ale i s emisemi přírodními. Do atmosféry se látky mohou dostávat přímo a nebo nepřímým přenosem a to i mezi různými složkami v prostředí. Postup hodnocení nežádoucích účinků znečištění zahrnuje:

- identifikace a charakteristika látky
- hodnocení expozice
- identifikace nebezpečí
- určení nebezpečí



Obrázek č. 1 – Schéma procesu znečišťování ovzduší, Zdroj: (Braniš a Hůnová, 2009)

Znečišťující látky v ovzduší svými účinky a rozsahem stále více ohrožují atmosféru a nepříznivě působí na lidské zdraví a životní prostředí. Zásadním problémem znečištění ovzduší jsou látky v pevném a kapalném stavu, částice prašného aerosolu, organické polutanty, toxiny, radioaktivní látky a těžké kovy (Jelínek, 2005).

Lokální znečištění ovzduší může mít různý charakter vycházející ze specifík emisního zdroje a může obtěžovat obyvatele pachovými látkami. Znečištění se odvíjí od typu a množství emisních zdrojů, reliéfu a meteorologických podmínek. Emise vznikají vstupem a rozptýlením fyzikálně chemické reakce v atmosféře (Hůnová a Janoušková, 2004).

Znečišťování způsobují látky, které svou přítomností v ovzduší mají a nebo můžou mít škodlivé účinky na lidské zdraví, nebo obtěžují zápachem (Zákon č. 201/2012, 2012).

Na znečištění ovzduší působí látky, které svou přítomností v ovzduší mohou mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí. Mezi znečišťující látky patří oxid siřičitý SO_2 , suspendované částice neboli prašný aerosol (částice hrubé PM_{10} a jemné $\text{PM}_{2,5}$ frakce), oxid dusičitý NO_2 , oxidy dusíku NO_x , oxid uhelnatý CO , benzen C_6H_6 , olovo Pb , kadmium Cd , nikl Ni , arzen As , benzo(a)pyren a přízemní ozon O_3 . Fyzikální podmínky v atmosféře (např. teplota, rychlost větru) mají zásadní vliv na rozptýl znečišťujících látek a koncentrací v ovzduší (Andreovský a Henelová, 2013).

EEA (2017) uvádí různé zdroje znečištění ovzduší:

Antropogenní:

- spalování fosilních paliv při výrobě elektřiny, v dopravě, v průmyslu a v domácnostech
- průmyslové procesy a používání rozpouštědel (chemický průmysl při zpracování nerostných surovin)
- zemědělství
- zpracování odpadu

Přírodní:

- sopečná činnost
- prach šířený větrem
- solné výpary z mořské vody
- emise těkavých organických látek z rostlin
- lesní a stepní požáry

Hůnová a Janoušková (2004) uvádí, že důsledky znečištění ovzduší mají v zásadě vliv na charakter zasaženého území:

- lokální - znečištění v blízkosti zdroje
- regionální - proces ekosystémů
- globální - klimatické změny, skleníkové jevy, ultrafialové záření

Znečištění ovzduší je předmětem pozornosti od dob, kdy člověk svou činností začal vznášet další příměsi do ovzduší. Je to vztah znečištění ovzduší a zdroje znečišťování, který významně ovlivňuje rozptyl příměsí v atmosféře (Brimblecombe, 1996).

Znečištění vzduchu ovlivňuje škodlivě i vegetaci, někdy i ve větší míře než živý organismus. Mezi nejnebezpečnější látky poškozující vegetaci patří kysličník siřičitý (poškozuje listy rostlin) a sloučeniny fluóru (spálení špiček nebo okrajů listů). Nelze podceňovat ani negativní vliv prachu a popílku (Laurent, 1976).

Kvalita ovzduší se nesnadno vyrovnává s růstem emisí a trendem rozvoje průmyslu. Nové výrobní technologie využívají vyšší zhodnocení základních surovin, účinnosti a intenzifikaci odlučovacích a filtračních zařízení (Interan'82, 1982).

Emise

Emise vznikají a představují zdroj znečištění v atmosféře. Následně se rozptylují a podléhají různým reakcím. Emise jsou zpravidla vyjádřeny v jednotkách hmotnosti polutantu emitovaného na jednotku hmotnosti, objemu, tepelného výstupu, vzdálenosti nebo trvání děje emise polutantu (např. g polutantu/ t produktu). Emisní zdroje rozlišujeme podle doby trvání na kontinuální a diskontinuální. Pro rozlišení těchto zdrojů je nutné vycházet z časového měřítka a specifik měření (Hůnová a Janoušková, 2004).

Znečišťující látky

Oxid siřičitý SO₂

Oxid siřičitý se dostává do ovzduší přírodní vulkanickou cestou a také jako produkt spalující palivo s obsahem síry. V ovzduší vlivem reakce přechází na oxid sírový, který je dále hydratován vzdušnou vlhkostí na aerosol kyseliny sírové. Rychlost oxidace je závislá na povětrnostních podmínkách, teplotě, slunečním svitu a přítomnosti katalyzujících částic. V důsledku vzniku síranů se zvyšující koncentrace suspendovaných částic a následkem dochází k postupnému usazování na zemském povrchu a nebo k vymývání srážkami. Oxidy síry a oxidy dusíku tvoří společně kyselé deště. Kyselé deště poškozují stavby, lesní porosty i průmyslové plodiny.

Dále dochází k uvolňování kovových iontů z půdy a poškozují mikroorganismy, znehodnocují vodu a mají zásadní vliv na úhyn ryb (Andreovský a Henelová, 2013).

Oxidy dusíku NO_x

Mezi oxidy dusíku můžeme zařadit oxid dusný, dusnatý a dusičitý. Hlavním zdrojem jsou emise z dopravy a z průmyslu. V ovzduší se oxidy dusíku přeměňují na kyselinu dusičnou, která reaguje s prachovými částicemi (oxidy hořčíku, vápníku či amoniaku). Tyto částice jsou z atmosféry odstraňovány sedimentací a srážkovou činností. Dusičnany se touto cestou dostávají do půd a vod. Kladně to působí na růst rostlin a u vyšších koncentrací může docházet k úhynu ryb a k nežádoucímu růstu vodní vegetace. Oxid dusičitý společně s kyslíkem a těkavými organickými látkami (VOC) a za podpory ultrafialového záření přispívá k tvorbě přízemního ozonu a vzniku fotochemického smogu. Vyšší koncentrace přízemního ozonu poškozují zemědělské plodiny (Andreovský a Henelová, 2013).

Ozon O₃

V ovzduší se ozon nalézá ve stratosféře i v troposféře. Stratosférický ozon chrání život na zemi před ultrafialovým zářením od slunce. V troposféře je ale považován za škodlivou znečišťující látku, která nepříznivě působí na lidské zdraví, vegetaci a materiály. Ozon je typickou sekundární znečišťující látkou, která vzniká působením slunečního záření na oxidy dusíku a těkavé organických látek (VOC). Tyto látky nazýváme prekurzory ozonu, protože se zapojují do fotochemické reakce a přispívají k formování přízemního ozonu (Andreovský a Henelová, 2013).

Suspendované částice (SPM) / prašný aerosol

Aerosol představuje směs organických a anorganických částic kapalného a pevného skupenství, různého původu, složení a velikosti. Suspendované částice rozdělujeme na primární (přírodní zdroje) a sekundární (fyzikální a chemické procesy).

Malé částice (velmi jemné do průměru 100 nm a jemné do průměru do 2,5 μm) rostou vlivem koagulace a kondenzace. Vzhledem k delší době setrvání ovzduší dochází k přenosům a rozptýlům na dlouhé vzdálenosti. Vzniklé částice mají charakter aerosolu a obsahují částice zkondenzovaných plynů, částice spalovaných paliv z dopravy, kondenzované organické či kovové páry, soli, sulfáty a nitráty. Suspendované částice

mohou obsahovat těžké kovy s možnými karcinogenními účinky.

Hrubé částice jsou z větší části nerozpustné a vznikají nekontrolovaným spalováním a mechanickým rozpadem materiálů způsobené lidskou činností. K přenosu a rozptýlu dochází na kratší vzdálenosti a původ zdroje lze dohledat (Hůnová a Janoušková, 2004).

Oxid uhelnatý CO

Vznik je spojen s nedokonalým spalováním, kdy největším zdrojem je automobilová doprava (Hůnová a Janoušková, 2004).

Dopady znečišťujících látek na lidské zdraví

- **Oxid siřičitý SO₂** – je to bezbarvý plyn, který vzniká oxidací uvnitř vodních kapiček a nebo reakcí povrchových suspendovaných částic. Expozice probíhá dýchací cestou absorpcí na povrchu nosní sliznice (Bowling, 2002).
- **Kyselý aerosol** – obsahuje sírany a kyselinu sírovou, které mají dopady na smyslové vnímání a dýchání (Bencko a kol., 1995).
- **Suspendované částice** - expozice probíhá dýchací cestou podobně jako SO₂ a kyselého aerosolu. Dopady na lidský organismus se odvíjejí od průměru a způsobu vdechnutí těchto částic. Snižuje účinnost plic (Bowling, 2002).
- **Oxid dusičitý NO₂** - expozice probíhá dýchací cestou, kdy prvotním zdrojem oxidu dusíků jsou sporáky a plynové karmy (Steenland and Savitz, 1997).
- **Oxid uhelnatý CO** – jedná se o bezbarvý toxický plyn, kdy expozice probíhá pouze dýchací cestou. Způsobuje kardiovaskulární, neurologické, fybrinolytické a perinatální onemocnění. (Bowling, 2002).
- **Ozon O₃** – představuje velmi silné oxidační činidlo, které reaguje s každou biologickou látkou. Expozice probíhá dýchací cestou, kdy působí cíleně na membrány buněk. V menších koncentracích způsobuje sníženou funkčnost plic. U vyšších koncentrací se vyskytuje podráždění sliznice nosu, krku, tlaku na hrudi, kašel a bolesti v krku (WHO, 2000).

- **Toxické kovy** – v běžných podmínkách ovzduší na člověka téměř nepůsobí. Problém nastává u ekosystémů (depozice a kumulace v půdě), přes které působí přímo na člověka (Hůnová a Janoušková, 2004).
- **Olovo Pb** – je často vázáno v aerosolových částicích a postihuje nervový systém a trávicí ústrojí (Bencko a kol., 1995).
- **Kadmium Cd** – působí na člověka převážně z dopadů průmyslové výroby, ale také z kouření cigaret. Vdechované expozice poškozují ledviny a plíce (Bencko a kol., 1995).
- **Nikl Ni** – působí na člověka převážně spalováním fosilních paliv a kouřením cigaret. Expozice probíhá vdechováním a způsobuje rakovinu plic, nosních dutin a hrtanu (Bencko a kol., 1995).
- **Aromatické uhlovodíky / těkavé organické látky VOC** – mezi nejvýznamnější aromatické uhlovodíky řadíme benzen (C_6H_6) a jeho alkyl deriváty. Benzen se řadí mezi nebezpečné látky pro lidské zdraví. Jeho vlivy poškozují nervový systém, vyvolává záněty plic a při trvalém působení má karcinogenní účinky. Hlavním zdrojem je automobilový průmysl (Hůnová a Janoušková, 2004).

Aktuální stav ovzduší

S nárůstem znečištění ovzduší na našem území, bylo nutné vybudovat síť měřících a monitorujících středisek, která by zajistila sběr, zpracování a průběžné ukládání naměřených dat znečišťujících látek a množství emisí vykázaných zdroji znečišťování (Braníš a Hůnová, 2009).

Současná situace znečištění ovzduší ČR vychází z monitoringu koncentrací znečišťujících látek v přízemní vrstvě atmosféry a sítí měřících skupin. Vyhodnocení se provádí na základě porovnávání zjištěné úrovně imisních specifik s příslušnými imisními limity a přípustného počtu překročení za kalendářní rok.

V loňském roce panovalo v porovnání s dlouholetým devítiletým průměrem mírné zlepšení rozptylových podmínek. Celkem bylo 83 % dobrých rozptylových podmínek, což představuje 113 % dlouhodobého průměru. Srážkově byl rok 2016 průměrný a srážkový úhrn činil 94 % normálu. Loňský rok byl z pohledu teplot nejteplejší od roku 1961 (ČHMÚ, 2017).

Obdobně jako v předchozích letech mezi nejproblematictější znečišťující látky dostupné z databáze ISKO uvádíme:

Suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}

V roce 2016 došlo k překročení maximálního počtu hodnot denního imisního limitu u PM₁₀ (50 µg.m⁻³) a to u 19 % měřících stanic AIM (tj. 21 ze 112 stanic; obrázek č. 1) u ročního imisního limitu PM₁₀ (40 µg.m⁻³) byl překročen pouze na jedné a to na stanici Ostrava – Radnice. Nejvyšší počet překročení byl zaznamenán na stanicích Ostrava, Karviná, Frýdek – Místek a nejvíce se to projevilo v chladných měsících. Situace v ostatních krajích u PM₁₀ (viz. příloha č. 1 a 2).

U částic PM_{2,5} (25 µg.m⁻³) byl limit v loňském roce překročen u 9 stanic, z celkového počtu 69 stanic AIM (viz. příloha č. 3) (ČHMÚ, 2017).

Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší

Přízemní ozon O₃

U přízemního ozonu O₃ (120 µg.m⁻³) byl limit v loňském roce překročen u 27 % stanic AIM (tj. 17 z 62 stanic) a je charakterizován nárůstem a výskytem zvýšených koncentrací v jarních a letních měsících. Je to dáno vysokou intenzitou slunečního záření, vysokými teplotami a nízkou vlhkostí vzduchu. Nejvyšší koncentrace O₃ se vyskytují na venkovských stanicích a nejnižší na dopravních stanicích (viz. příloha č. 4) (ČHMÚ, 2017).

Oxid siřičitý SO₂

Hodnota u hodinového imisního limitu SO₂ (350 µg.m⁻³) může být překročena maximálně 24x za kalendářní rok. Na jediné stanici došlo k překročení hodnoty denního

imisního limitu, kde byl povolen maximální počet tří překročení za rok. Lze předpokládat, že ovlivnění bylo dáno Podkrušnohorskou pánví. Imisní limit hodinové ani denní koncentrace SO₂ nebyl v roce 2016 překročen na žádné měřící stanici (ČHMÚ, 2017).

Oxid dusičitý NO₂

Hodnota u ročního imisního limitu NO₂ (40 µg.m⁻³) je stanovena u omezených počtů měřících stanic monitorujících dopravu v lokalitách velkých měst. Z celkového počtu 114 lokalit, došlo k překročení ročního imisního limitu na čtyřech místech. Imisní limit hodinové ani denní koncentrace NO₂ nebyl v roce 2016 překročen na žádné měřící stanici (ČHMÚ, 2017).

Oxid uhelnatý CO

V roce 2016 nedošlo na žádné měřící stanici k překročení imisního limitu CO (při maximálním 8 hodinovém průměru 10 000 µg.m⁻³) (ČHMÚ, 2017).

Smogové a varovné situace

V roce 2016 bylo na území ČR vyhlášeno 5 smogových situací z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ v celkové délce 387 h (cca 16 dní). Mezi nejčastější lokality lze zařadit Ostravu, Karvinou, Frýdek – Místek (celkem 297 h). Dále byly smogové situace vyhlášeny pro Olomoucký, Plzeňský kraj a Třinecko. Regulace nebyla vyhlášena v žádné oblasti.

Přestože v průběhu loňského roku došlo k překročení prahových hodnot pro oxid dusičitý NO₂, oxid siřičitý SO₂ a troposférický ozon O₃, nebylo nutné provést vyhlášení smogové situace ani regulace – varování.

I přes dlouhodobý pokles emisí se kvalita ovzduší na území ČR nezlepšuje, což se týká oblastí s překročenými imisními limity zvláště v Moravskoslezském a Ústeckém kraji. V roce 2014 byl na 19,1 % plochy území ČR překročen imisní limit u minimálně jedné znečišťující látky a to u prachových částic PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo(a)pyrenu nebo přízemního ozonu. Překročení ročního imisního limitu pro rakovinotvorný benzo(a)pyren zasáhl v loni 10,7 % území. Pro představu na tomto území žije více než polovina obyvatelstva velkých

měst. Benzo(a)pyren je hlavní znečišťující látka, která vzniká z lokálních topenišť a dopravy. V tomto směru se v loňském roce podařilo získat od Evropské komise dotace na výměnu neekologických kotlů po celé ČR.

Automobilová doprava a vytápění domácností představuje dlouhodobý problém. A na rozdíl od velkých průmyslových zdrojů nepodléhají centrální regulaci z hlediska požadavků na emisní parametry. Nové automobily musí splňovat emisní normy EURO. Problémem ČR je stáří vozového parku a nárůst kamionové dopravy. Jisté zlepšení by mohlo přinést postupné zavedení mýta na silnicích I. třídy, což by přispělo k větší motivaci a k přesunu nákladu na železnici. Přípravuje se zpřísnění kontrol vozidel u STK. V tomto směru se v loňském roce podařilo získat od Evropské komise dotace na výměnu neekologických kotlů po celé ČR. Dále se připravuje novela Zákona o ochraně ovzduší, která bude umožňovat kontrolu provozu kotlů přímo v domácnostech, jejímž cílem bude dosáhnout takových opatření, aby v roce 2020 na celém území došlo k plnění zákonných emisních limitů.

Celkové emise skleníkových plynů v ČR mají postupnou klesající tendenci a hlavní podíl na tom má sektor energetiky a oblast spalovacích procesů ve zpracovatelském průmyslu a stavebnictví. Důvodem je modernizace především velkých průmyslových zdrojů, vlivem kterých dochází ke snížení energetické náročnosti hospodářství a podílu fosilních paliv (58,3 % podíl na celkové výrobě elektřiny) a stoupá zastoupení OZE - 10,6 % podíl z celkového množství elektřiny vyrobené v ČR (ČHMÚ, 2017).

2.1.4 Vliv atmosféry

Na rozptyl emitovaných škodlivin v atmosféře má vliv široká škála faktorů převážně meteorologického charakteru. Mezi ně řadíme atmosférické proudění, přítomnost a stav vlhkosti (mlha, oblaka, srážky) a v neposlední řadě teplotní zvrstvení atmosféry.

Vlivem střídavého účinku absorpce a odrazu slunečního záření je zemský povrch a atmosféra v neustálé interakci. Spodní vrstvy atmosféry jsou poměrně silně ohřívány a její hustota klesá oproti všem položeným vrstvám. V závislosti na geografické poloze a tvaru zemského povrchu je ovlivněn lokální tlak a horizontální pohyb vzduchu v zemské atmosféře. Tyto pohyby vzduchu zředňují a přemísťují znečišťující látky vnášené

do atmosféry. Vertikální přenosy hmot probíhají na konvenčních prouděch a jsou dány rozdílem teplot, vlhkosti a hustotě jednotlivých vrstev vzduchu. Značná část škodlivin v atmosféře setrvává a podléhá chemickým změnám. Z organických látek vznikají aldehydy, nitráty, peroxosloučeniny a peroxyradikály, které se dále štěpí a navzájem reagují. Výsledkem je ozón, minerální a karboxylové kyseliny, které ve formě vodních roztoků dopadají na zemský povrch. Tyto chemické reakce dělíme na reakce homogenní, probíhající výhradně v plynné fázi a heterogenní probíhající na povrchu tuhých či kapalných částic (VŠCHT, 2014).

VŠCHT (2014) píše, že procesy ovlivňující míru znečištění v atmosféře rozlišujeme následovně:

Lokálního měřítka – procesy v mezní vrstvě atmosféry (do 1 km)

- transport - proudění v mezní vrstvě
- rozptyl - turbulentní difúze
- suchá depozice – sedimentace tuhých látek (prachu), záchyt plynných znečišťujících látek vegetací
- chemické přeměny – reakce s atmosférickou vlhkostí, oxidace, fotochemické řetězové reakce (např. vznik smogu z imisí z dopravy)
- vymývání – vertikálními a horizontálními srážkami – mokrá depozice s obsahem chemicky přeměněných znečišťujících látek (např. kyselý déšť)

Globálního měřítka – procesy v troposféře (nad 1 km)

- transport na velké vzdálenosti v důsledku globálního geostrofického proudění
- fotochemické a fyzikálně chemické procesy – mimo jiné také destrukce ozonové vrstvy, narušování energetické radiační bilance planety – navyšování skleníkového efektu (globální klimatické změny)

Tvar kouřových vloček se liší v závislosti na charakteru proudění a teplotní stratifikaci ovzduší a vypovídá o meteorologických podmínkách v atmosféře. Způsob rozptylu kouřových vloček rozlišujeme na vlnění, čerení, unášení, zadýmování, odrážení a přemetání (Bednář, 2003).

Atmosférická depozice

Tento pojem zahrnuje a představuje celou řadu procesů v životním prostředí, při kterých dochází k přenosu látek v atmosféře směrem k zemskému povrchu. Působí jak v podobě pozitivní (odstraňování znečišťujících látek z atmosféry), tak negativní (přestupování látek z ovzduší do jiných složek prostředí). Chemické složení srážkové vody poskytuje ucelené informace o vypouštěných emisích ze zdrojů a jejich látkové složení. Velikost depozičního toku lze definovat jako přenos či tok látek z atmosféry k zemskému povrchu vyjádřený jako hmotnost sledované látky na jednotku plochy za určitou časovou jednotku ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\text{ rok}^{-1}$ nebo $\text{kg}\cdot\text{km}^{-2}\text{ rok}^{-1}$). Právě díky depozici dochází k samočisticímu procesu a ne ke kumulaci znečištění v atmosféře. Atmosférická depozice je rozlišována na dvě složky a to složku suchou a mokrou (Braniš a Hůnová, 2009).

Složka suché depozice obsahuje tuhé látky a plyny, při kterých dochází k pomalejšímu procesu přenosu a přestupu nutričních a toxických látek z ovzduší na vegetaci, zemský povrch a oceány (Kroupa, 2002).

Složka mokré depozice je spojená s atmosférickými srážkami, jak v podobě vertikální - déšť, sníh, kroupy, tak horizontální - námraza, jinovatka a mlha (Braniš a Hůnová, 2009).

Určování množství u jednotlivých látek se významně liší v závislosti na obtížnosti metody a spolehlivosti výsledku. Nejsnadnější měřitelná metoda je pro procesy mokré vertikální depozice, zatímco metoda pro přímé měření suché depozice je komplikovaná a je nutné ji odhadovat za pomoci různých postupů (Kroupa, 2002).

Kyselá depozice „kyselý déšť“ představuje komplexní řadu procesů, při kterých dochází k odstraňování kyselé složky z atmosféry (Braniš a Hůnová, 2009). Kyselá atmosférická depozice ovlivňuje stav životního prostředí vlivem okyselování. V zásadě se

na tom podílejí oxidy síry (spalování fosilních paliv, vulkanická činnost, požáry lesů a prérií) a oxidy dusíku (doprava, spalování fosilních paliv, dusíkatá minerální hnojiva). Oxidy dusíku a síry dopadají na zemský povrch v podobě kyselého deště - způsobují poškození půd, vod a lesů (Máchal, 2000).

Atmosférická depozice na území ČR

Sledování chemického složení atmosférických složek a odhadu atmosférické depozice na území ČR se provádí již od roku 1974. Kdy v následujících letech se vytvořila značná národní síť pro sledování kvality srážek, kterou spravuje zejména ČHMÚ. Data ze všech lokalit jsou shromažďována v jednotné databázi ISKO, kde jsou v tabulkové formě prezentované v numerických ročenkách. Mezi hlavní časové a datově sledované trendy depozice v ČR patří síra a dusík (Braniš a Hůnová, 2009).

Rok 2015 byl srážkově výrazně pod dlouhodobým normálem. V průměru na území ČR spadlo 532 mm srážek, což je 79 % dlouhodobého normálu (za roky 1961 – 1990).

Hodnota mokré roční depozice síry v daném roce na území ČR výrazně klesla na 16595 t (oproti 22090 t v roce 2014). Nejvyšší hodnoty mokré depozice síry bylo dosaženo v horských oblastech (Moravskoslezských Beskyd, Krkonoš). Roční suchá depozice síry v daném roce na území ČR dosáhla nejvyšší hodnoty a to 23063 t a to v oblastech (Krušných hor, Moravskoslezských Beskyd). Celková depozice síry (součet mokré a suché) dosáhla hodnoty 39657 t síry na plochu České republiky pro rok 2015.

Mokrá depozice redukovaných (N/NH_4^+) i oxidovaných (N/NO_3^-) forem dusíku v roce 2015 v porovnání s rokem 2014 poklesla, kdy nejvyšší oxidované hodnoty dosahovaly na území Orlických hor. Zatímco mokrá depozice u redukovaných forem vykazovala nejvyšší hodnoty na území Krušných hor, Krkonoš, Hrubého Jeseníku, Moravskoslezských Beskyd a Šumavy. Celková mokrá depozice dusíku v daném roce (součet mokrých depozic N/NH_4^+ a N/NO_3^-) byla zaznamenána v oblastech Jizerských hor, Krkonoš, Hrubého Jeseníku, Moravskoslezských Beskyd a Šumavy. V roce 2015 došlo na území ČR k poklesu suché roční depozice v porovnání s rokem 2014. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo na území větších měst a podél významných komunikací. Celková hodnota dusíku v roce 2015 činila 63292 t $N \cdot rok^{-1}$ na plochu ČR. Ve srovnání s rokem 2013 činila 64931 t

N .rok⁻¹ došlo k mírnému poklesu. Nejvyšších hodnot celkové depozice dosahovala na území Krušných hor, v oblasti větších měst (Praha, Brno, Ostrava) a na nejvytíženější komunikaci - dálnice D1 (ČHMÚ, 2015).

Teplotní inverze

Braniš a Hůnová (2009) uvádí, že inverze je anomální jev, kdy v určité vrstvě ovzduší roste teplota s výškou a představuje nejstabilnější typ stavu atmosféry. Dochází k omezenému promíchávání a potlačování vertikálních pohybů ve vzduchových vrstvách a tím dochází k omezování vývoje konvenktivní oblačnosti a prostorového rozptylu znečišťujících příměsí. Rozlišujeme inverzi na *přízemní*, kdy vrstva s vertikálním růstem začíná u zemského povrchu a *výškové*, kdy se spodní hranice nalézají v určité výšce. Mezi nejvýznamnější typy teplotních inverzí rozlišujeme:

- **Radiační inverze** je způsobena nočním chladnutím zemského povrchu, kdy atmosféra rychle ztrácí teplotu. Projevuje se jak v zimě přízemními mrazíky tak v létě rosou. Výskyt je častý zejména v údolích, v uzavřených kotlinách a na územích pod svahy, což způsobuje skutečnost, že těžký prochlazený vzduch sklesává podél svahů dolů. Dalším způsobujícím faktorem vzniku teplotní inverze je sněhová pokrývka. Dochází zde k odrazu slunečního záření a zabraňuje přívodu tepla z půdy, čímž dochází k prochlazování přízemní vrstvy vzduchu. Radiační inverze pomáhá a usnadňuje vytváření inverzní teploty, což způsobuje jasnou oblohu a slabé proudění či bezvětří, kdy v přízemní vrstvě dochází k efektivnímu vyzařování a malému promíchávání vzduchu .
- **Advekční inverze** vzniká prouděním teplého vzduchu nad studenějším zemským povrchem a tím dochází k ochlazení. Typická situace nastává v zimě při proudění teplejšího oceánského vzduchu nad prochlazeným kontinentem.

- **Frontální inverze** představuje přechodovou vrstvu mezi dvěma teplotně odlišnými vzduchovými frontami, kdy je teplá fronta teplého vzduchu nasouvá nad studenou frontu studeného vzduchu, kdy studený vzduch zatlačuje teplejší vzduch.
- **Subsidenční inverze** vzniká vlivem sesedání stabilní hmoty v oblastech vysokého tlaku vzduchu. Díky procesům adiabatické komprese vzduchu dochází k nárůstu jeho teploty a následně vzniku inverze.
- **Turbulentní inverze** vzniká při nestandardním pohybu vzduchu, kdy vlivem dynamického proudění dochází k promíchávání jednotlivých vrstev, např. poblíž mořského pobřeží.

Stabilita atmosféry

Vliv změny teploty vzduchu s výškou (obvykle se určuje pro interval výšky 100 m) se v odborné meteorologii nazývá vertikální teplotní gradient. Velikost gradientu závisí na místních a přenosových podmínkách v dané lokalitě, kdy kladné hodnoty vyjadřují pokles teploty a záporné růst teploty s výškou. Vertikální profil teploty v přízemní atmosféře z pohledu negativní energetické bilance v dané oblasti je podmíněn ztrátou energie a poklesem teploty na aktivním povrchu. Což způsobuje ochlazení přízemní atmosféry a výsledkem je stabilní teplotní zvrstvení atmosféry. Naopak u pozitivní energetické bilance dochází k růstu a k četnostním turbulencím s výškou v přízemní atmosféře (Prošek a Rein, 1982).

Vliv procesů v atmosféře na smogové situace

Zimní smog - vliv atmosféry na vznik zimního smogu, tedy vliv teplotního gradientu na stabilitu a kvalitu rozptylových podmínek. Je typický pro zimní období, kdy je topná sezóna a dochází k uvolňování oxidu siřičitého, uhelnatého a popílku (Máchal, 2000).

Letní smog (fotochemický) – vzniká působením slunečního záření a emisí z automobilové dopravy, kdy dochází k odštěpu molekul oxidu dusičitého a k reakci molekul kyslíku za vzniku ozonu. Letní smog obsahuje kromě ozonu i toxické sloučeniny, které vznikají z těkavých uhlovodíků z výfukových plynů (Máchal, 2000).

2.2 Vnitřní a vnější prostředí

Vnitřní prostředí

Braniš a Hůnová (2009) uvádí, že současná moderní populace lidí čím dál tím více tráví svůj volný čas uvnitř budov. Statistiky hovoří až o 90 % volného času stráveného ve vnitřním prostředí více než venku a tento trend neustále roste. Kvalita vnitřního ovzduší byla po delší dobu opomíjena z hlediska vlivů na lidské zdraví v porovnání s venkovním ovzduším. Vnitřní prostředí rozdělujeme a posuzujeme na obytné prostředí, pracovní prostředí, pobytové prostory, ostatní či jiné prostory a dopravní prostředky.

Koncentrace škodlivých látek ve vnitřním prostředí je ve srovnání s vnějším ovzduším 2-5 krát vyšší a v některých případech až 100 krát vyšší. Jedná se o chemické látky, které se řadí jako významné škodliviny vnitřního prostředí. Například to jsou suspendované pevné částice, oxid dusičitý a oxid uhelnatý. Vlivem teploty a relativní vlhkosti může docházet ve vnitřním prostředí k uvolňování škodlivin z materiálů a roste riziko mikrobiální kontaminace. Průniku vnějšího ovzduší dovnitř nelze zabránit ani přes zdokonalené technologie stavebních materiálů. Znečištění vnitřního ovzduší může být velice nebezpečné, protože dochází k mísení škodlivin z vnějšího ovzduší. Průniku vnějšího ovzduší dovnitř nelze zabránit ani přes zdokonalené technologie stavebních materiálů.

V zásadě lze říci, že zdravotní účinek expozice stejných škodlivin ve vnějším a vnitřním ovzduší je shodný. Existují zde tři rozdíly. Za prvé, směsi škodlivin jsou odlišné, za druhé, koncentrace škodlivých sloučenin může být v různých prostředcích různá a za třetí, škodliviny ve vnějším ovzduší jsou na rozdíl od vnitřního prostředí ředěny větrem. Zatímco ve vnitřním prostředí může být ředění ze dne na den stejné, protože je ovlivňováno pouze jedním ventilačním systémem (Karmanová a Provazník, 2000).

Vniknou-li do dýchacích cest malé prachové částičky menší než 5 mikronů, dochází k zaprášení a poškození plic (nejčastěji je to silikóza). Toto onemocnění je typické pro pracovní prostředí s vysokou prašností (Laurent, 1976).

Zdravotní dopady a zhoršení kvality vnitřního prostředí ovzduší nejvíce pocítují lidé s alergiemi, s astma, poruchami dýchacího traktu, po chemoterapii při ozařování, nebo lidé se sníženou imunitou. Běžně se setkáváme s nespecifikovanými příznaky poškození zdraví vlivem znečištění ovzduší. Setkáváme se s bolestmi hlavy, dýchavičností, kašlem, s podrážděním kůže, závratěmi, malátností, překrvením nosní sliznice, kýcháním, podrážděním spojivek a nevolností (Hůnová a Janoušková, 2004).

Životní styl, bydlení i práce je jedním ze základních požadavků na člověka. Ve zvýšené míře může ovlivňovat pracovní výkon a zdraví člověka za předpokladu dosažení fyzické, duševní a sociální pohody (Jokl, 2002).

Venkovní prostředí

Za vnější ovzduší považujeme takové, které může člověk dýchat. Venkovní ovzduší představuje základní složku životního prostředí. Skládá se z čistého suchého vzduchu, vody v podobě kapalné, pevné a plynné báze a jednotlivých znečišťujících příměsí. Jako jsou částice vulkanického popela, polutanty, aerosol, půdní a prachové částice, částice organického původu a antropogenní příměsí.

Vlivy znečištění ovzduší se projevují mnoha způsoby. Záleží na koncentraci látky, délce a způsobu expozice a na fyziologických parametrech. Depozice a absorpce látek v plicích může mít přímé účinky na zdraví. Skupiny lidí mohou být ovlivněny nepřímo depozicí znečišťujících látek v prostředí a jejich vstřebáváním rostlinami a zvířaty. A tím tyto látky vstoupí do potravního řetězce nebo do pitné vody, skrze které potom dochází k expozici. Přímé účinky znečištění na rostliny, zvířata a půdu mohou ovlivnit fungování ekosystému, včetně jejich samoregulačních schopností a tím ovlivňovat kvalitu lidského života (Braniš a Hůnová 2009).

Kvalitu vnějšího ovzduší ovlivňuje především produkce znečišťujících látek, nejvíce průmysl, dále spalování fosilních paliv, automobilová doprava nebo lokální topeniště (Acot, 2005).

Suspendované částice svoji velikostní distribucí a chemickým složením pronikají do různých částí dýchacího traktu člověka a tím působí svými účinky na lidské zdraví (Andreovský a Henelová, 2013).

Jelínek (2005) uvádí, že dalšími faktory, které mají vliv na kvalitu vnějšího ovzduší, jsou meteorologické podmínky, reliéf krajiny, vegetace a přírodní zdroje znečištění (lesní požáry, sopečná činnost, víření prachu větrem atd.).

Škodliviny z ovzduší působí většinou na člověka v lokální podobě (dýcháním, zažívacím traktem, kůží, sliznicí). V tomto lokálním působení musí dojít k rychlému neutralizování nebo vyloučení škodlivin. Problém nastává u látek ochromující pohyb řasinek (např. aldehydy z výfukových plynů), pak je vylučování ztíženo či znemožněno. Jedna látka může působit obojím způsobem. V nízkých koncentracích stimuluje a ve vyšších koncentracích tlumí enzymatický systém.

V ovzduší se vyskytují působící látky, které akutně nebo chronicky poškozují lidský organismus, např. kysličník siřičitý a sírový, anorganické částice (prach, popílek, saze), organické částice, kysličník uhelnatý, kysličníky dusíku, ozón, sirovodík, sirouhlík, organické oxidanty, arzén, berylium, fluór, azbest, olovo, volný kysličník, křemičité uhlovodíky a ostatní karcinogenní látky (Laurent, 1976).

Z hlediska dopadů na lidské zdraví jsou nejvíce škodlivé znečišťující látky ovzduší a to jemné částice, oxid dusičitý a přízemní ozon. Dlouhodobá expozice může mít závažný dopad na poškození dýchací soustavy až po předčasné úmrtí. Až 90 % obyvatel evropských měst je vystaveno znečišťujícím látkám v koncentracích vyšších než je úroveň kvality ovzduší (EEA, 2017).

Koncentrace SO_2 a prašný aerosol (SPM) mají prokazatelné dopady na zdravotní stav populace. V případě zvýšených koncentrací se doporučuje omezit fyzické aktivity venku, minimalizovat větrání a v interiéru používat technické opatření (čističky, zvlhčovače, ionizátory vzduchu) (Hůnová a Janoušková, 2004).

Vliv závažných zdravotních dopadů se promítl do monitorování koncentrací organických látek (benzen, toluen, xylen), těkavé organické látky (VOC), významné prekursory ozonu a peristentní organické látky (POPs) (Holoubek, 2005).

WHO (2000) uvádí, že vstupní branou znečišťujících látek z ovzduší do organismu je dýcháním, kůží a nebo trávicí cestou. Podle časové lokalizace lze účinky rozdělit na lokální a celkové. Účinky plyných škodlivin se odvíjejí od rozpustných látek ve vodě i v tělních tekutinách.

Specifika pro vnitřní prostředí

Mezi vnitřním a vnějším ovzduším dochází k neustálému přenosu látek způsobené netěsností a nebo přímým větráním. Netěsnost je ovlivněná především stavem a konstrukcí budovy a není ovlivněná uživatelem. U větrání uživatel významným způsobem může ovlivňovat kvalitu ovzduší především změnu mikroklimatických faktorů. U nich dochází k narušení rovnovážného stavu, úniku látek do venkovního ovzduší a nebo naopak k transportu znečištěných látek z venkovního do vnitřního prostředí. Podíl vnitřního ovzduší na celkové inhalační expozici je dán časem stráveným v daném prostředí a koncentrací kritérií látek vycházející, např. z kvality vzduchu, tepelně – vlhkostního mikroklimatu, osvětlení a akustiky (Chemické listy, 2017).

Základním předpokladem pro zajištění potřebné kvality vnitřního prostředí budov vychází z nutného větrání. Je to však opatření velice energeticky náročné, ale je třeba nastavit takový kompromis, kdy větrání zajistí optimální podmínky ochrany zdraví a s tím spojené dodržování hygienických limitů a spotřeby energie. Požadavky na větrání jsou vyjádřeny dávkou vzduchu na osobu na podlahovou plochu a intenzitou větracího prostoru.

Kvalita vnitřního prostředí v budově má zásadní vliv na spokojenost, výkonnost a zdraví obyvatel. Látky vnitřního prostředí mohou mít charakter, jak energetický (záření, chlad, teplo, hluk) nebo látkový (plyny, aerosoly, prach, oděry). U konkrétních typů činností vycházíme z požadavků a mikroklimatických parametrů vnitřního prostředí budov.

S ohledem na zdraví člověka jsou v našich právních předpisech stanoveny hygienické parametry vnitřního prostředí, které musí být dodrženy. Tyto předpisy, včetně požadavků vycházejí z jednotlivých typů prostorů (Tzb-info, 2001-2018).

Tabulka č. 1 – Typy prostředí a jejich závazné předpisy pro hodnocení vnitřního prostředí, Zdroj: (Tzb-info, 2001-2018)

Typ prostředí	Předpis	Požadavky
Pracovní	Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění nařízení vlády č. 68/2010 a č. 93/2012 Sb.	Teplota, relativní vlhkost, proudění vzduchu, chemické látky, prašnost, osvětlení, větrání
Školské	Vyhláška č. 410/2005 Sb., ve znění vyhl. č. 343/2009 Sb.	Teplota, relativní vlhkost, proudění vzduchu, osvětlení, větrání
Pobytové	Vyhláška č. 6/2003 Sb.,	Teplota, relativní vlhkost, proudění vzduchu, chemické látky, prašnost, výskyt mikroorganismů a roztočů
Bazény, sauny	Vyhláška č. 283/2011 Sb.,	Teplota, relativní vlhkost, proudění vzduchu, osvětlení, větrání, mikrobiální kontaminace vody
Stravovací	Vyhláška č. 137/2004 Sb., ve znění vyhlášky č. 602/2006 Sb.,	Žádné limity neexistují
Vnitřní prostředí staveb	Vyhláška č. 20/2012 Sb.	Větrání, koncentrace CO ₂
Vnitřní prostředí staveb	Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.	Hluk, vibrace
Vnitřní prostředí staveb	Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., novela NV č. 106/2010	Neionizující zařízení
Vnitřní prostředí staveb	Vyhláška č. 307/2002 Sb., ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb.	Ionizující záření (radon)

2.2.1 Syndrom nezdavých budov

Pojem „*SYNDROM NEZDRAVÝCH BUDOV*“ (Sick Building Syndrom – SBS) představuje hrozbu a novodobý problém dnešní a budoucí populace. Tento výraz se zabývá posuzování různých příčin onemocnění a zdravotních potíží při dlouhodobém pobytu v uzavřených prostorech (například: byty, kanceláře, výrobní haly, školy, supermarketky, restaurace, dopravní prostředky atd.) (Ptáček a Bartůnek, 2015).

Mezi nejčastější příčiny lze zařadit nevhodné centrální vytápění, ventilaci, klimatizaci, umělé osvětlení, pracoviště bez oken atd. Zásadní problém spočívá v nedostatečné rekuperaci vzduchu a v nevhodném a nekvalitním mikroprostředí uvnitř budov. Tímto problémem se již zabývala světová zdravotnická organizace (WHO) v USA a v Evropě, která konstatovala v roce 1984, že je celkem postiženo 30 % obyvatel. Data z roku 2002 hovoří o 60 % postižené populace, a z posledního měření z roku 2014 hodnoty stouply až na 85 % postižených obyvatel. ČR nijak nezaostává, naopak tendence rostou (SNB, 2016).

WHO (2000) píše, že vnitřní prostředí rozdělujeme na obytné prostředí, pracovní prostředí, pobytové prostory, ostatní či jiné prostory a dopravní prostředky.

- venkovní vzduch - oxidy uhlíku, dusíku, síry, ozonu, pevné částice, těkavé organické látky, polycyklické aromatické uhlovodíky, alergeny
- venkovní prostředí - půdní plyny – radon, voda
- budovy a vnitřní vybavení - formaldehyd, benzen, azbest, toluen, pevné částice, těkavé organické látky
- elektronické přístroje - těkavé organické látky
- garáže - oxid uhlíku, oxid dusíku, pevné částice, těkavé organické látky, polycyklické aromatické uhlovodíky
- vytápění, výroba teplé vody a vaření - oxidy uhlíku, dusíku, pevné částice, těkavé organické látky, polycyklické aromatické uhlovodíky

- činnost v budovách - barvy, rozpouštědla, těkavé organické látky, pevné částice
- lidé - cigaretový kouř, pevné částice, těkavé organické látky, pachy, mikrobiologická kontaminace, alergeny
- voda - mikrobiologická kontaminace, alergeny

Onemocnění z budov je nespecifikované onemocnění, které se nejčastěji vyskytuje u nových budov. Mezi nejčastější zdravotní potíže můžeme uvést extrémní únavu a bolení hlavy, které byly vyzorovány v kancelářích, školách i školkách (Klánová, 2013).

Dalším významným zdrojem těkavých organických látek jsou například čisticí prostředky. Tyto účinky lze snížit pravidelným intenzivním větráním a mokřým úklidem (Kukla, 2016).

2.2.2 Znečišťující látky typické pro vnitřní prostředí

Oxid siřičitý – SO₂

Oxid siřičitý představoval v 70. a 80. letech minulého století hlavní složku znečištění ovzduší ve formě kyselých dešťů. Ke konci 20. století mají koncentrace oxidu siřičitého klesající tendenci v rámci dokonalejších technologií odsiřování spalin velkých zdrojů znečišťování ovzduší, např. tepelné elektrárny, teplárny a průmyslové kotelny. Mezi malé zdroje znečištění ovzduší patří i domácí topeniště – kamna na uhlí, kerosen či nafta. Sloučeniny síry jako sirouhlík a síra se může vyskytovat v bytech, kde je špatně provedená odpadová instalace.

Mezi hlavní zdravotní rizika oxidu siřičitého patří podráždění horních cest dýchacích. Projevující se kašlem a zvýšenou nemocností respiračních horních cest dýchacích (Hůnová a Janoušková, 2004).

Účinky na zdraví u krátkodobé expozice – vysoké koncentrace SO₂ při expozicích nad 10000 mg/m³ mohou vyvolat vážná poškození, např. bronchokonstrikce, chronická bronchitida a tracheitida. Koncentrace SO₂ v rozsahu 2600 – 2700 mg/m³ způsobuje klinické změny a to zúžením průdušek u astmatiků. Krátkodobé expozice SO₂ postihují a týkají se dýchacího traktu (KHS, 2015).

Účinky opakované a dlouhodobé expozice – opakovaná krátkodobá expozice s vysokými koncentracemi a kombinace dlouhodobých koncentrací s nižšími expozicemi SO₂ mohou vést k poškození a výskytu chronické bronchitidy (KHS, 2015).

Oxidy dusíku – No_x

Základním zdrojem oxidu dusíku jsou emise z automobilové dopravy a ze stacionárních zdrojů spalující fosilní paliva. Ve vnitřním prostředí se vyskytují pouze dva druhy dusíku, které mají prokazatelný vliv na zdraví – oxid dusičitý - No_x a oxid dusný – NO. Ve vnitřním prostředí se oxidy dusíku využívají hlavně jako energetické zdroje pro vaření a vytápění nebo ohřev teplé vody.

Oxid dusičitý působí především na spodní cesty dýchací a plíce. Jeho vysoké koncentrace mohou vést ke smrti v důsledku otoku plic. Oxid dusný snižuje množství hemoglobinu v krvi. Zhoršené okysličování tkání je často způsobené působením obou plynů, oxidu dusného a oxidu uhelnatého. Produkují většinou zařízení ve vnitřním prostředí (KHS, 2015).

Účinky na zdraví u krátkodobé expozice – koncentrace NO₂ působí na člověka dráždivě. Účinky NO₂ jsou nejčastěji sledovány u nejmladší části populace a to jsou děti. Vysoké koncentrace kolem 2000 µg/m³ způsobují akutní účinky u zdravých osob a koncentrace kolem 4000 µg/m³ způsobují zúžení průdušek. Hodnoty NO₂ kolem 380 – 560 µg/m³ jsou považovány za nejnižší. I malé koncentrace NO₂ kolem 200 µg/m³ způsobují u astmatiků dýchací a plicní problémy (KHS, 2015).

Účinky opakované a dlouhodobé expozice – opakované a dlouhodobé koncentrace NO₂ způsobují u dětí snížení obranyschopnosti organismu a onemocnění dýchacího a plicního ústrojí (KHS, 2015).

Oxid uhelnatý – CO

Je to bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, kdy jsou jeho zvýšené koncentrace smyslům člověka nepostřehnutelné. Hlavním zdrojem tohoto plynu ve vnitřním prostředí je nedostatečné spalování spotřebovaného kyslíku, např. kamna na pevná paliva, plynové spotřebiče bez odtahu, krby, nevětrané kuchyně s plynovým sporákem, ale také garáže vybudované v těsné blízkosti obytných prostor. Dalším významným zdrojem CO je také kouření cigaret.

Oxid uhelnatý způsobuje ve vyšších koncentracích příznaky akutní otravy a může způsobovat předčasné úmrtí při používání nevhodných topidel na pevná paliva. Nepříznivé zdravotní účinky vyvolávají sníženou schopnost vázat hemoglobin a okysličení krve v těle (KHS, 2015).

Účinky na zdraví – koncentrace CO reagují s hemoglobinem v krvi. Největším emisním zdrojem CO je nedokonalé spalování, např. automobilová doprava, průmysl atd. Expozice CO probíhá pouze inhalačně (KHS, 2015).

Oxid uhličitý – CO₂

Oxid uhličitý patří mezi nejběžnější zdroje znečištění ovzduší, kdy jeho koncentrace jsou vyšší v interiérech než venku. Hlavním zdrojem tohoto plynu je člověk a jeho metabolismus, dýchací a termoregulační pochody. Mezi hlavní příčiny patří nedostatečné větrání místnosti a to způsobuje růst koncentrací oxidu uhličitého nad stanovené hodnoty.

Vyšší koncentrace oxidu uhelnatého nepříznivě ovlivňují dýchání a mohou způsobovat bolesti hlavy, závratě a nevolnosti (Klima Rapid, 2010-2015).

Formaldehyd

Přítomnost formaldehydu je postřehnutelná jak čichem tak štiplavým zápachem. Jedná se o nejnebezpečnější škodlivinu v interiérech domů. Hlavním zdrojem formaldehydu ve vnitřním prostředí jsou jak samotné stavební materiály tak zařizovací předměty, např. nábytek, podlahoviny, koberce, tapety a nekvalitní plyšové hračky. Je obsažen

i v kosmetických, čistících a desinfekčních prostředcích používaných v domácnostech. Zdrojem formaldehydu je také spalování uhlí, hoření plynu a kouření cigaret. Výsledné koncentrace formaldehydu jsou v interiéru závislé na vnitřním prostředí, vycházející z teploty a vlhkosti.

Formaldehyd způsobuje dráždění sliznice, suchost horních cest dýchacích a spojivek, ekzémy, záněty středního ucha, různé alergie, dráždění ke kašli, pálení očí a slzení. Dále se podílí na oslabení lokální obranyschopnosti, bolesti hlavy, nevolnosti, únavě a žízni nastupující při delší trvající expozici (Holoubek, 2005).

VOC

Těkavé organické sloučeniny, označované anglickou zkratkou VOC představují sloučeniny schopné tvořit fotochemické oxidanty reakcí s oxidy dusíku za přítomnosti slunečního záření. Jejich toxikologické vlastnosti a mechanismy působící na člověka se navzájem výrazně liší. Hlavním zdrojem těkavých organických látek v interiérech je kouření cigaret, čistící prostředky, deodoranty, kosmetické přípravky, osvěžovače vzduchu, vonné oleje, nátěry, barvy a laky, koberce a podlahoviny.

Následky expozice VOC se projevují na člověka jako akutní otrava, zejména skupinou látek, jejímiž zdroji jsou barvy, nátěry, rozpouštědla a lepidla (Holoubek, 2005).

Toluen, xylen, styren a etylbenzen způsobují v závislosti koncentrací ve vnitřním prostředí bolesti hlavy, poruchy koncentrace, poruchy motoriky, závratě, nevolnosti a zvracení. Další látky, které prokazatelně působí a souvisejí s problémem dýchacích cest a možných alergií jsou *etylbenzen, chlorované uhlovodíky a ftaláty* (Holoubek, 2005).

Chloroform ve vnitřním prostředí vzniká odparem pitné vody ošetřené chlórem. K expozici dochází při praní, mytí nádobí a provádění osobní hygieny (Holoubek, 2005).

K dalším sloučeninám chlóru patří *tetrachloretylen*, který se používá k chemickému čištění oděvů, *methylen chlorid*, který je součástí rozpouštědel a *trichloretan* obsažený v mnoha produktech domácí chemie. Sloučeniny chlóru mohou způsobovat hypersenzitivní reakci plic (Holoubek, 2005).

Terpeny se běžně ve vnitřním prostředí vyskytují jako osvěžovače vzduchu, deodoranty a leštidla. Způsobují alergické respirační reakce (Holoubek, 2005).

Pesticidy rozdělujeme na insekticidy, herbicidy a zoocidy. Jsou obsaženy v desinfekčních prostředcích používaných v domácnostech k hubení nežádoucího hmyzu, plevelů či živočišných škůdců a k ochraně dřeva. Patří mezi látky, které působí pomalu, kumulují se v domácím prachu a jsou zdrojem dlouhodobé expozice u které hrozí podezření karcinogenity nebo chronického poškození jater a ledvin (Holoubek, 2005).

Azbest a další minerální vlákna

Azbest je používán pro své výhodné protipožární a tepelně izolační vlastnosti. Ve vnitřním prostředí se využívá jako elektrická a tepelná izolace, v konstrukci stěn, např. azbesto-cementové desky nebo vinyl-azbestové podlahové a stropní díly. Při všech těchto aplikacích může docházet v průběhu užívání k mechanickému poškození povrchu výrobků a k uvolňování vláken azbestu do ovzduší, které jsou považovány za riziko vzniku zhoubných onemocnění.

Mezi hlavní zdravotní rizika azbestu a dalších minerálních vláken patří azbestóza a rakovina plic (Klima Rapid, 2010-2015).

Radon

Radon je bezbarvý plyn, těžší než vzduch, bez chuti a zápachu. Do domů se dostává z podlaží, ze stavebních materiálů, z vody a se zemním plynem. Radon ve vnitřním prostředí působí obdobně jako dříve v uranových dolech, kdy se malé částice prachu dostávají do plic. V současné době radon v budovách nedosahuje takových hodnot jako dříve v dolech a lze ho úspěšně likvidovat pomocí kvalitních čističek vzduchu (Klima Rapid, 2010-2015).

Ionizace vzduchu

Mezi další faktory, které výrazně ovlivňují ovzduší, patří i ionty. Ionty jsou atomy nebo molekuly, které získaly nebo ztratily elektron. Ionty, které elektron ztratily jsou kladné ionty. Ionty, které elektron získaly jsou záporné ionty. Vzduch je vždy alespoň

částečně ionizován účinkem kosmického záření a radioaktivity zemské kůry. K zachování přirozené ionizace vzduchu je nezbytné nenarušit elektrické pole nacházející se mezi povrchem země a ionosférou. Tradiční stavební materiály, např. kámen, cihly nebo dřevo narušují zmíněné elektrické pole díky své slabé vodivosti. Odlišná je situace při používání, např. kovů, oceli či betonu. Tyto materiály vytvářejí stínění elektrického pole země, tzv. Faradayovu klec. Takto snížené koncentrace záporných iontů klesají také s nadměrným používáním klimatizace, což má za následek, že vzduch je „mrtvý“ bez iontů.

Vdechováním se ionty dostávají do krve a do organismu, kde mohou způsobit nepříznivé reakce, jako např. zvýšené uvolňování serotoninu a histaminu. Zvýšená hladina serotoninu v krvi může snížit kapacitu plic a schopnost těla absorbovat kyslík. Serotonin také způsobuje stahování hladkého svalstva, což může vyvolat u člověka migrénu, alergické reakce, vznětlivost, horkost, bolesti v krku, průduškový kašel, nevolnost či břišní křeče. Zvýšená hladina histaminu se projevuje u člověka bolestmi srdce, alergiemi, sennou rýmou, nevolnostmi a nespavostí (Klima Rapid, 2010-2015).

Prach

Prachové částice frakce $PM_{2,5}$ a PM_{10} nejvíce znečišťují ovzduší na zemi. Tyto částice prachu vznikající z automobilové dopravy nebo z těžkého průmyslu. Pro člověka jsou nebezpečné tím, že na rozdíl od hrubých částic se nezachytí v horních cestách dýchacích a nejsou vykašlány, ale pronikají hluboko do dýchacích cest. Navíc na sebe vážou různé škodliviny včetně karcinogenních látek (ČHMÚ, 2017).

Účinky na zdraví – suspendované částice způsobují podráždění sliznice u dýchacích cest a mohou způsobovat pokles samočisticí schopnosti. Při těchto změnách dochází ke vzniku infekce, která může být ovlivněna dalšími faktory, jako je stav imunitního systému, alergická depozice, expozice v pracovním prostředí, kouření atd. Krátkodobé účinky expozice PM_{10} se projevují zvýrazněním symptomů u astmatiků.

Citlivou skupinou jsou děti s chronickým onemocněním dýchacího a oběhového ústrojí. Účinky opakované či dlouhodobé expozice jsou pozorovány u dětí a dospělých a týkají se převážně snížení plicní schopnosti a následně výskytu chronické bronchitidy (KHS, 2015).

Pyly

K tomu, aby došlo k uvolnění pylu do ovzduší, je zapotřebí, aby květy dosáhly určité biologické zralosti. Jejich uvolňování je závislé na teplotě ovzduší a na vlhkosti. Pylová sezóna představuje tři hlavní období – jarní (kdy dominuje pyl stromů), letní (kdy jsou dominantními alergeny trávy) a podzimní (období s dominancí vysokobylinných plevelů, především pelyňku a ambrózie). Šíření pylových zrn ovzduším je závislé také na současné meteorologické situaci, na vzdušných proudech a na vlhkosti ovzduší. K vyčištění atmosféry od pylů dochází nejlépe při dešti (Klima Rapid, 2010-2015).

Bakterie, viry, plísňe, výkaly roztočů

Domácí prach „*bioaerosol*“ obsahuje plísňe, viry, bakterie či frakce jejich těl, roztoče a produkty jejich metabolismu, šupinky lidské kůže, vlasy, chlupy domácích zvířat, částičky textilií a potravin. Zdrojem těchto bakterií jsou samotní uživatelé bytu. Množství bakterií a virů se mění velice rychle v závislosti na počtu osob v budově, na jejich aktivitách, na velikosti prostoru a na způsobu a četnosti větrání. Plísňe ve vnitřním prostředí představují zdroj v podobě (kolonií plísní na stěnách, potravinách, pokojových rostlinách). Jejich množství v ovzduší je závislé na ročním období a počasí. Dalším biologickým materiálem obsaženým v domácím prachu jsou zvířecí chlupy, výkaly a jejich sliny.

Mikroorganismy obsažené ve vnitřním prostředí mohou vyvolat nežádoucí účinky na zdraví od nevolností a potíží smyslového ústrojí až k vážnému ohrožení zdraví. Kromě infekčních onemocnění uvádíme ty nejnámější jako je rýma, kašel, bolesti hlavy a záněty průdušek (Jokl, 2002).

Alergie

Jedním z důsledků působících faktorů znečišťujících životní prostředí je i rostoucí výskyt alergií – nemocí, která se ještě v polovině minulého století vyskytovala zcela výjimečně. Obecně platí „*čím vyspělejší společnost, tím vyšší výskyt alergií je.*“ V rozvojových zemích zatím tyto choroby nepředstavují závažnější problém.

V české populaci dosahují alergické choroby hodnoty kolem 20 %, u mladé generace do 15 let činí až 25 %. Výskyt astmatu je v průměru 2,5 %, alergické rýmy 7,4 % a kožních alergií je to 4,5 % (Klima Rapid, 2010-2015).

Pro potřeby této práce přikládám elektronickou podobu přílohy č. 9 jednotlivé bezpečnostní listy posuzovaných přípravků a jejich vlastnosti.

2.3 Pracovní prostředí

Za obvyklých podmínek člověk věnuje práci přibližně 80 % svého života. V pracovním prostředí je proto nezbytně nutné identifikovat potencionální faktory (lokální či fyzické zátěže) s cílem eliminovat vznik a rozvoj nemocí u zaměstnanců (Frouz a Moldan, 2015).

„Optimalizace pracovního prostředí je významná nejen z ekonomických důvodů, ale i z důvodů zdravotních a humánních a z důvodu zvyšování osobní spokojenosti pracovníků na konkrétním pracovišti“ (Kohoutek a Štěpaník, 2000).

Šenk (2012) uvádí, že zaměstnavatel má povinnost zajistit pracoviště tak, aby prostorově a konstrukčně byla uspořádána a vybavena tak, aby splňovala bezpečnostní a hygienické požadavky na pracovní prostředí. V pracovním prostředí rozlišujeme rizikové faktory na:

- mikroklimatické - zátěž teplem a chladem
- chemické - látky a směsi, olovo, prach, karcinogeny, mutageny, látky toxické pro reprodukci, azbest
- biologické - fyzická zátěž
- fyzické - celková fyzická zátěž, lokální svalová zátěž, pracovní polohy, ruční manipulace s břemeny

MV ČR (2009) uvádí, že pracovní prostředí představuje podklad pro existenci a činnost člověka v pracovním systému.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Povinností zaměstnavatele je podle zákoníku práce (Zákon č. 262/2006 Sb. v platném znění), který v § 102, odst. 3 stanoví: „*Zaměstnavatel je povinen soustavně vyhledávat nebezpečné činitele a procesy pracovního prostředí a pracovních podmínek, zjišťovat jejich příčiny a zdroje. Na základě tohoto zjištění vyhledávat a hodnotit rizika a přijímat opatření k jejich odstranění a provádět taková opatření, aby v důsledku příznivějších pracovních podmínek a úrovně rozhodujících faktorů práce dosud zařazené podle zvláštního právního předpisu jako rizikové mohly být zařazeny do kategorie nižší. K tomu je povinen pravidelně kontrolovat úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zejména stav výrobních a pracovních prostředků a vybavení pracovišť a úroveň rizikových faktorů pracovních podmínek, a dodržovat metody a způsob zjištění a hodnocení rizikových faktorů podle prováděcího právního předpisu.*“ Náklady na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví hradí zaměstnavatel. Tyto náklady nesmějí být přímo a nebo nepřímo přenášeny na zaměstnance (Zákoník práce, 2013).

Hygienické limity

Hygienické limity nám vyjadřují celkovou fyzickou zátěž, u které se rozumí hodnoty energetického výdeje směnové průměrné, směnové přípustné, minutové přípustné, průměrné roční a dále přípustné hodnoty srdeční frekvence v průměrné směně. Přípustnými hygienickými limity se rozumí limity, které se v průměrné směně bez ohledu na její délku nenavysňují. Za průměrnou směnu se pokládá osmihodinová směna, která probíhá za obvyklých pracovních podmínek, při níž doba výkonu práce jednotlivých pracovních operací odpovídá skutečné míře zátěže. Problematikou pracovního prostředí se zabývá Ministerstvo zdravotnictví ČR a krajské hygienické stanice (Nařízení vlády č. 361/2007, 2007).

Přípustný expoziční limit (PEL) chemické látky nebo prachu je celosměnový časově vážený průměr koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž může být podle současného stavu znalostí vystaven zaměstnanec v osmihodinové nebo kratší směně týdenní pracovní doby, aniž by u něho došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jeho pracovní schopnosti a výkonnosti. Přípustný expoziční

limit je stanoven pro práci, při které průměrná plicní ventilace zaměstnance nepřekračuje 20 litrů za minutu za osmihodinovou směnu. Koncentrace chemické látky nebo prachu v pracovním ovzduší, jejímž zdrojem není technologický proces, nesmí překročit 1/3 jejich přípustných expozičních limitů (Nařízení vlády č. 361/2007, 2007).

Nejvyšší přípustná koncentrace (NPK-P) je taková koncentrace chemické látky, které nesmí být zaměstnanec v žádném úseku směny vystaven. Při hodnocení pracovního ovzduší lze porovnávat s nejvyšší přípustnou koncentrací dané chemické látky a časově vážený průměr koncentrací této látky měřené po dobu nejvýše 15 minut. Takové úseky s vyšší koncentrací smí být během osmihodinové směny nejvýše čtyři, hodnocené s odstupem nejméně jedné hodiny (Nařízení vlády č. 361/2007, 2007).

Hygienické limity stanovují známé a objektivně (reprodukovatelně) stanovitelné a hodnotitelné faktory, které mohou mít negativní vliv na zdraví člověka. Těmito faktory jsou: fyzikální faktory (prach, hluk, vibrace, neionizující záření a elektromagnetická pole, zátěž teplem a chladem), chemické a biologické faktory, pracovní poloha, fyzická, psychická a zraková zátěž a práce ve zvýšeném tlaku vzduchu (Braniš, Hůnová 2009).

2.3.1 Rizikové práce

Rizikovou prací se rozumí práce, při níž hrozí nebezpečí vzniku a nebo nemoci související s povoláním. Rizikové práce jsou zařazeny v kategorii třetí a čtvrté, o kterých rozhoduje orgán veřejného zdraví. Zaměstnavatel má povinnost zjistit původ a příčinu překročení limitních hodnot ukazatelů a o těchto skutečnostech musí informovat zaměstnance (Zákon č. 258/2000, 2000).

Kritéria

Podle Tučka a kol. (2005) rozlišujeme tyto kategorie práce:

- kategorie fyzikální - hluk, vibrace, ionizující a neionizující záření, fyzická zátěž, zvýšený tlak vzduchu
- kategorie chemická - prach, chemické látky a směsi

- kategorie biologická - přenašeči nemocí

Kategorizace prací

Kategorizace prací představuje základní nástroj pro hodnocení vlivů práce na zdraví. Povinnost kategorizovat je dána zákonem. Kategorizace spadá pod orgány veřejného zdraví a zdravotní ústavy.

Zdraví a práce se vzájemně prolíná. V práci se lidé často setkávají a vystavují faktorům, které se v běžném životě normálně nevyskytují. Aby bylo možné něco chránit musíme mít potřebné znalosti a informace. Informace rozdělujeme na sledované expozice (opatření ke snížení této expozice, kdy výskyt škodlivin překročí určenou mez) a na sledování účinků těchto škodlivin (prostřednictvím pracovně lékařských služeb, kdy sledujeme případné dopady a ohrožení možných nemocí z povolání). Ochranu před poškozováním zdraví z práce je možné rozdělit na dva směry: kontrola faktorů a podmínek jimž jsou zaměstnanci v práci vystaveni (expozice) a možných důsledků – sledování zdravotních stavů pracovníků včetně specializovaných vyšetření (SZÚ, 2007).

Vyhláška č. 432/2003 (2003) uvádí, že zařazení práce do kategorie nám definuje hodnocení úrovně zátěže z pohledu zdravotního hlediska a kvality pracovních podmínek. Pracovní kategorie rozlišujeme:

a) V kategorii první jsou práce, při nichž podle současného poznání není pravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví.

b) V kategorii druhé jsou práce, při nichž podle současné úrovně poznání lze očekávat jejich nepříznivý vliv na zdraví jen výjimečně, zejména u vnímavých jedinců, tedy práce, při nichž nejsou překračovány hygienické limity.

c) V kategorii třetí jsou práce, při nichž jsou překračovány hygienické limity a expozice fyzických osob, které práce vykonávají a není technologicky snížena pod úroveň těchto limitů. Pro zajištění ochrany a zdraví osob je nezbytné využívat osobní ochranné pracovní prostředky, organizační či jiná ochranná opatření (§ 3 vyhláška č. 432/2003 Sb., v platném znění).

d) V kategorii čtvrté jsou práce, při nichž je vysoké riziko ohrožení zdraví, které nelze zcela vyloučit ani při používání dostupných a použitelných ochranných opatření.

2.3.2 Prašnost

SZÚ (2007) uvádí, že prašnost představuje znečištění ovzduší hmotnými částicemi, které svým rozptýlením ve vzduchu tvoří aerosoly.

Aerosoly rozlišujeme podle vzniku:

- na prach - vznik drcením pevných materiálů
- kouř - vznik spalováním organických hmot
- dým - vznik oxidací organických látek

Aerosoly rozlišujeme podle koncentrací:

- velikosti a vlastnosti rozptýlených částic

Prach patří mezi nerozšířenější škodliviny působící na člověka. Rozsah účinku prachu je velmi široký a hodnocení závisí na původu, vlastnostech a velikosti prachu, koncentracích v ovzduší, na délce a podmínkách působení i na individuální vnímavosti člověka na prach (Jokl, 2002).

Jokl (2002) uvádí, že míra znečištění ovzduší prachem (koncentrace aerosolu) se vyjadřuje metodou hmotnostní nebo početní objemovou jednotkou vzduchu.

Prašnost se posuzuje podle metod:

- gravimetrická - zjištění hmotnosti koncentrací prachu vyjádřených v mg.m^3
- u vláknitých prachů je to početní - počet vláken na jednotku objemu vl.cm^{-3}

Expozice prašných aerosolů se hodnotí na základě zjištěných koncentrací s limitními koncentracemi. V pracovním prostředí je to vyjádřeno jako časově vážená průměrná koncentrace za pracovní směnu a přípustný expoziční limit – PEL (Jokl, 2002).

Jokl (2002) píše, že prach (pevné aerosoly) a kapalně aerosoly vytvářejí aerosolové mikroklima a jsou závažnými činiteli čistoty prostředí, které působí na člověka. Většina prachových částic je nositelem elektrického náboje, který vzniká třením o vzduch, třením mezi sebou, nebo působením pevných těles a absorpcí iontů v ovzduší. Pohyb částic je ovlivňován náboji v závislosti na intenzitě zemského a uměle vytvořeného elektrostatického pole.

Jokl (2002) uvádí, že termické síly rozlišujeme na jevy:

- termoprecipitace – jev který se projevuje na chladných stěnách za teplými trubkami rozvodů ústředního topení
- difuze – pohyb aerosolu v důsledku rozdílných koncentrací v prostoru
- sedimentace – částice prachu v ovzduší se usazují vlivem působení zemské přitažlivosti

Z hygienického hlediska jsou v ovzduší nejnebezpečnější částice kolem 1 μm . Kapalně aerosoly vznikají kondenzací vodní páry při poklesu teploty vzduchu pod rosný bod. Po svém vzniku aerosolové částice podléhají mnohým proměnám. Následek odpařování tekutiny nazýváme – koagulace částic – shlukování částic při vzájemných srážkách (Jokl, 2002).

Zdrojem prachu ve vnitřním prostředí jsou různé spalovací procesy. Lidé na pracovištích víří prach manipulací a zvyšuje se tak množství suspendovaných částic v prostředí (Karmanová a Provazník, 2000).

Pevi (2017) uvádí, že podle skupenství rozlišujeme aerosoly na kapalně (mlha - vodní páry) a tuhé. Aerosoly jsou charakterizovány podle velikosti částic a koncentrací (fyzikální, chemické, biologické vlastnosti).

Pevi (2017) uvádí, že z hlediska působení na člověka dělíme prach na toxický a na prach bez toxického účinku. Prach toxický hodnotíme společně s plyny a párami s toxickým účinkem. Prachy bez toxického účinku rozdělujeme na:

- prachy s převážně fibrogenním účinkem (např. křemen, gama, oxid uhličitý)
- prachy s možným fibrogenním účinkem (např. slída, saze, svářečské dýmy)
- prachy s převážně nespecifikovaným účinkem (např. mramor, hnědé uhlí, škvára)
- prachy s dráždivým účinkem – textilní (např. bavlna, konopí, hedvábí), živočišné (např. peří, vlna, srst), rostlinné (např. čaj, káva, mouka), prachy ze dřeva (např. tvrdá dřeva), jiné prachy (např. epoxidované pryskyřice, prach sklolaminátů, PVC)
- minerální vláknité prachy – přírodní minerální (např. azbest), umělá minerální vlákna (např. keramická, skleněná)

Jokl (1991) uvádí, že aerosoly vstupují do interiéru, jak z venkovního prostředí (provoz na komunikacích, stavební činnost, větrné eroze, nedokonalé spalovací procesy – např. popílek), tak vznikem uvnitř budov v důsledku lidské činnosti (počet a činnost uživatelů v prostoru). Koncentrace aerosolu v interiéru závisí na větrání venkovního ovzduší.

Vliv na zdraví

Šváblová a kol. (2013) se domnívá, že hlavním traktem vstupu aerosolů do organismu jsou dýchací cesty, ale může docházet i k expozici pokožky a spojivkového vaku. Částice o velikosti kolem 2,5 μm se ze 20 % zadrží v nose. Částice o velikosti 9 μm se v nose zachytí z 90 % o velikosti 1 μm a projdou dál.

U mechanického působení aerosolů na pokožku a spojivky, dochází k dráždivým účinkům a ke změnám kůže, spojivek a sliznice v závislosti na chemickém složení částic, jejich množství, velikosti, tvaru, hloubce působení a individuální reakci (Šváblová a kol., 2013).

Švábová a kol. (2013) píše, že prachové částice mohou způsobovat tato poškození:

- dráždivý účinek, zánět kůže, sliznice, spojivek
- alergie, záchvaty, dušnosti, astma, ekzémy
- tvorba plicních fibróz tj. zvýšené bujení vaziva v plicích
- toxické účinky při vdechování chemických látek
- bakteriální, plísňové infekce
- karcinogenní účinky

Šimůnková (1994) uvádí, že v plicích se zachytí asi 50 % částic o velikosti 1 μm a zbytek 40 % o velikosti 0,2 až 0,5 μm . Čím jsou částice menší, tím hlouběji pronikají a zachycují se v lidském organismu.

Preventivní opatření

Šenk (2012) píše, že pracoviště s výskytem prachu a škodlivin v pracovním prostředí musí být řešeno tak, aby bylo co nejvíce omezeno usazování prachu na plochách stěn, stropů a na konstrukcích. Vybavení pracovišť musí umožňovat snadnou údržbu, čištění prostorů a provádění úklidových prací.

Karmanová a Provozník (2000) se domnívá, že pravidelným úklidem pracovišť, lze předejít akumulaci prachu. Zejména velmi malé částice ovlivňují morbiditu a mortalitu zaměstnanců (nemoci respiračního traktu).

Pevi (2017) uvádí, že ochrana před prachem vychází ze specifík prachu. Opatření se může lišit v případě prachu vláknitého, dráždivého a prachu s fibrogenním účinkem.

- technické opatření - uzavření zdrojů prašnosti, místní odsávání, srážení prachu vodou, větrání pracoviště, ředění prašnosti, izolace pracovníka, např. kabinou od prostředí se škodlivou látkou

- technologické opatření - změna technologie na takovou, při níž prach nevzniká nebo dochází ke snížení
- organizační opatření – odstraňování usazeného prachu a minimalizace prašnosti, např. odsávání, úklid na mokro
- individuální opatření – používání OPP dle povahy prachu např. respirátory, masky, polomasky s různými filtry
- preventivní opatření – pravidelné preventivní prohlídky na pracovištích s výskytem fibrogenního, toxického, karcinogenního prachu

Aerosoly v interiéru odstraníme zásahem do jejich zdroje, do ovzduší a nebo na člověka. Při zásahu máme tyto možnosti: změnit způsob technologie, mísit sypký materiál s jinými látkami, uzavřít zdroj (např. pevný kryt, kapalná clona) a nebo odstranit zdroj alergenů. Změna technologie bývá nejúčinnějším opatřením (Jokl, 1988).

Jokl (1988) uvádí, že pokud odstraňujeme aerosoly do ovzduší, máme tyto možnosti:

- omezit šíření aerosolů v budově - konstrukční úpravy
- přivést dostatečné množství čerstvého vzduchu - přívod a odvod vzduchu
- filtrovat ovzduší - vzduchotechnické filtry
- používat koagulace aerosolových částic - rozprašování kapek kapalin
- nanášet adhezivní filmy - PVC rohože
- ionizovat vzduch - pracují na zvýšené sedimentaci aerosolových částic
- použít čističku vzduchu - propírají znečištěný vzduch a pracují na bázi vodního elektrostatického a výměnného filtru

Čističky vzduchu neplní funkci větrání, pouze čistí vzduch (Jokl, 2002).

2.4 Vybrané výrobní technologie

2.4.1 Laminační provoz

Kompozity jsou materiály složené ze dvou nebo více složek, které se liší fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Jedna část je tvořena spojitou maticí – pryskyřice a další části tvoří nespojitě výtzuže – skleněná vlákna. Spojením jednotlivých složek vznikne zcela nový materiál s unikátními vlastnostmi. Principem vláknového vyztužení je to, že vlákna mají o jeden až dva řády vyšší pevnost a tuhost při vnějším namáhání a adheze mezi oběma komponenty umožňuje přenos veškerého napětí z nepevné matrice do vláken. Oproti tradičním materiálům vynikají kompozity svojí nízkou hmotností a možností vytvořit si a navrhnout jakýkoliv výrobek. Kompozity se nejčastěji využívají v leteckém (např. trupy) automobilovém (např. nárazníky), stavebním (např. nosné konstrukce), sportovním (např. lyže) a chemickém (např. potrubí) průmyslu (Kratochvíl a kol., 2005).

Představení vstupních surovin

Nenasycené polyesterové pryskyřice

Pod pojmem nenasycené polyesterové pryskyřice označujeme lineární nenasycené polyestery, které polymerizují řetězovým mechanismem, obvykle ve styrenu, méně často methyl – methakrylátu, vinyltoluenu nebo dialkylftalátu. Nenasycené polyestery se připravují polykondenzací směsí nenasycených a nasycených dikarboxylových kyselin s možností anhydridů a diolů. Radikálovou kopolymerizací dvojích vazeb v řetězcích polyesteru dojde se styrenem k vytvrzení a vzniku sesíťované struktury. Nevyztužené nenasycené pryskyřice se využívají jako zalévací hmoty (např. výroba syntetického kamene, lité podlahy, tmely, lepidla).

Pryskyřice vyztužené skleněnými vlákny slouží k výrobě (např. zásobníky, střešní krytiny) (Prokopová, 2007).

Vinylesterové pryskyřice

Využívají se pro náročnější a přesnější výrobu kompozitů s kombinací skleněných či uhlíkových výtzuží, kde je požadavek na náročnější namáhání, jak po stránce mechanické

tak chemické. Skládají se ze surovin bisfenolu, dianu a kyseliny akrylové. Během procesu dochází k alkalické kondenzaci, následně k esterifikaci a výsledkem je řetězec zakončený vinylovými vazbami, při kterých dochází dojde k rychlé radikálové polykondenzační reakci (Jančář, 2003).

Tvrdidla

Pryskyřice se vytvrzují za pomoci polyadících sloučenin s aktivním vodíkovým atomem na bázi epoxidových skupin. Jako tvrdidla nejčastěji používáme polyamidy, polythioly, anhydridy polykarboxylových kyselin a pryskyřic obsahující reaktivní methylové skupiny, jako jsou fenol - močovino – a melaminoformaldehydové pryskyřice. Vlivem primárních a sekundárních alifatických a cykloalifatických polyamidů a vícefunkčních thiolů a thiokyselin, dochází k vytvrzování pryskyřice již za běžných teplot. Při aplikaci dochází k rychlému vytvrzení během pár minut a k úplnému během několika dnů. Proces se dá urychlit zvýšením teploty nebo změnou výrobního poměru (Ducháček, 2006).

Skelné výztuže

Distriplast (2017) uvádí, že základem skleněných vláken je silikát, který patří mezi nejpoužívanější vyztužující materiály. Sklo má dobrou odolnost vůči ohni a mnoha chemikáliím a má dostatečně vysokou pevnost v tahu a nízký modul pružnosti. Výrobky ze skla laminátu jsou extrémně pevné a mají nízkou hmotnost. O vhodnosti skla rozhoduje konstrukce skleněné tkaniny a výrobní technologie.

Skelné rohože jsou vyráběny z neorientovaných skelných pramenů o délce 50 mm, spojených emulzním pojivem. Využití pro výrobu sklolaminátových výrobků určených pro průmyslové využití. Metodou ručního kladení, kontinuální laminace, vinutí či lisování (Distriplast, 2007).

Roving se skládá z paralelně sdružených pramenů skelných vláken navinutých bez zákrutu. Nejčastěji obsahuje 400 – 1600 elementárních vláken. Při dosažení požadované vlastnosti dochází k dělení jednotlivých pramenů. Využití pro výrobu stříkaných laminátů (Distriplast, 2007).

Skelné tkaniny se vyrábějí ze skelných rovingových pramenců o různé délkové hmotnosti. Nejčastější vazbou tkaniny je vazba plátňová. U speciálních pevnostních laminátů se používá nižší gramáž a využívá se vazby keprové nebo saténové. Skelné tkaniny obsahují lubrikační přísady na bázi organických silanů, které jsou kompatibilní s polyesterovými a vinylesterovými pryskyřicemi (Distriplast, 2007).

Znečišťující látky

Tuhé znečišťující látky (prašný aerosol) vyvolávají změnu funkce i kvalitu řasinkového epitelu v horních dýchacích cestách. Můžou vyvolávat hypersekreci bronchiálního hlenu a snižují samočisticí schopnost dýchacího systému.

Největší nebezpečí představují nejjemnější prachové podíly, které setrvávají v horních vrstvách troposféry mnoho dní, ve stratosféře řadu let. Z hygienického hlediska jsou nejnebezpečnější částice menší než 0,2 μm , které mohou vnikat hluboko do dýchacích cest (Píša, 2013).

Příznaky a zdravotní ohrožení mohou způsobovat na kůži alergii poleptání nebo popálení. Na oční spojivky můžou působit mechanicky a dráždivě. Většina nejedovatých prachů je škodlivá pro horní cesty dýchací. Vede k bronchitidám a jejich následkům.

Velké prachové částice větší než 10 μm v prostředí rychle sedimentují. Zachycují se už v horních cestách dýchacích a většinou jsou vykašlávány nebo se dostanou do trávicího traktu.

Respirabilní frakce menší než 5 μm setrvávají v ovzduší po dlouhou dobu. Pronikají do plicních alveol, kde jsou pohlcovány okolními buňkami. Část je zde deponována nebo proniká do krve a lymfy (Píša, 2013).

Organické těkavé látky mají dráždivý účinek na sliznici (oči, dýchací, zažívací ústrojí) a rovněž je znám jejich narkotický účinek, vedoucí až ke křečím. Nebezpečné je i chronické působení v menších koncentracích. Další skutečností je případný obsah toxických, karcinogenních a teratogenních látek (Píša, 2013).

2.4.2 Nástřík polyuretanu

Pěnový polyuretan (PUR) se vyrábí průmyslovým vysokotlakým směřováním dvou základních komponentů a to isokyanátu a polyolu. Polyuretan je izolační látkou s nejkompexnějším a energeticky nejnáročnějším výrobním procesem (Chaloupka, 2009).

PUR představuje skupinu polymerů, u kterých dochází k reakcím s vícefunkčními isokyanáty a polyalkoholy. Reakcí vznikají urethany – estery kyseliny karbamové. Různé kombinace polyisokyanátů a polyalkoholů umožňují vyrobit nejrůznější produkty s různými vlastnostmi. Mezi základní suroviny pro přípravu polyuretanů patří polyisokyanáty, polyoly, extendery (prodlužovače řetězců) a katalyzátory. Statistika uvádí, že 95 % polyuretanů je založeno na aromatických polyisokyanátech, z toho nejvíce dominují diisokyanatoluen a diisokyanatodifenylmethan. Tyto směsi se nejčastěji využívají pro výrobu měkkých pěn a elastomerů. Směs 4,4 – diisokyanatodifenylmethan se využívá pro přípravu elastomerů na bázi polotvrde a tvrdé pěny (Mleziva, 1993).

Polyuretan je tvrdá nebo polotuhá makromolekulární pěna s více jak 95 % podílem uzavřených buněk a díky tomu je hmota prakticky nenasákavá a tudíž i hydroizolační. V surovém stavu je polyuretan systém dvou tekutých složek, jejichž smísením podle přesně stanovených podmínek ve speciálním technologickém zařízení vznikne hmota s mikroskopickou buněčnou strukturou. Vedle hydroizolační schopnosti má polyuretan velmi dobré tepelně izolační vlastnosti a adhezi. Je vysoce odolný k agresivnímu prostředí, zředěným kyselinám a alkáliím, benzínu, naftě, minerálním olejům a biologickým vlivům. Je tvarově a rozměrově stálý, má trvalou tepelnou odolnost od -200 °C do + 140 °C a nedochází u něj k sublimaci (Píša, 2015).

Isokyanáty obsahují isokyanátovou funkční skupinu (1 dusík, 1 uhlík, 1 kyslík) a mohou obsahovat i více isokyanátových skupin. Isokyanáty se dvěma isokyanátovými skupinami nazýváme diisokyanáty. K výrobě polyuretanu se používají diisokyanáty v reakcích s polyoly (EBOZP, 2010).

Představení vstupních surovin

Polyuretanová pěna

Je to směs pojiv polyether/polyester polyolů, aminových katalyzátorů, povrchově aktivních látek, aditiv, vody a nadouvadel (Sinpol, 2018).

Tvrdidlo (tužidlo) pro polyuretanovou pěnu

Je to směs pojiv, které urychlují vytvrzování a obsahují 4,4' - methyldifenyl diisokyanát, 4,4 - methyldifenyl diisokyanát, oligomery, difenylmethan - 2,4' diisokyanát (Sinpol, 2018).

Znečišťující látky

Freony v purech představují potencionální problém pro životní prostředí - ovzduší, kdy vázané rozpínavé plyny v pórech PU pěny pomalu unikají a doba rozkladu se odhaduje v řádu v několika desítek let. Zatížení pracovního prostředí a riziko ohrožení zdraví se při výrobě můžou vyskytnout (Sinpol, 2018).

Isokyanáty jsou látky zdraví škodlivé při vdechování a mohou vyvolat senzibilaci, alergickou dermatitidu. Mohou vyvolat podráždění očí, dýchacích cest a pokožky. Symptomy na dýchacích cestách se mohou objevovat během několika hodin po nadměrné expozici. Největším nebezpečím pro dýchací cesty jsou páry a aerosoly (Sinpol, 2018).

Vzhledem k vysoké reaktivitě jsou isokyanáty nebezpečné pro živé tkáně. Expozice na lidský organismus působí inhalačně nebo dotekem, může vyústit v syndrom hypersenzitivity plic (EBOZP, 2010).

2.5 Ochrana ovzduší

Cílem ochrany ovzduší je předcházení a snižování úrovně znečištění, tak aby nedocházelo k trvalému poškození lidského zdraví a životního prostředí (Zákon č. 201/2012, 2012).

Vysoudil (2002) píše, že kvalita ovzduší se odvíjí od úrovně znečištění vnějšího ovzduší a působí na lidské zdraví, vegetaci a ekosystémy. Ochrana ovzduší představuje nejenom problematiku samotného znečištění, ale i jeho ochranu před znečištěním. Hlavním zdrojem znečišťování je lidská činnost, při které dochází k vypouštění škodlivých látek do ovzduší.

Strategie omezování a snižování výroby je zásadním krokem ke zlepšení kvality ovzduší (Jelínek, 2005).

Fildán (2005) uvádí, že mezi základní cíle ke zlepšení úrovně znečištění řadíme:

- zlepšení a udržení kvality ovzduší na územích s překračováním imisních limitů
- řízení a plnění imisních limitů kvality ovzduší
- snižování objemu vypouštěných znečišťujících látek od zdrojů znečišťování
- snižování výroby, dovozu a vývozu používaných látek ohrožujících nebo poškozujících ozonovou vrstvu a klimatického systému Země
- plnění mezinárodních závazků
- ochrana životního prostředí před světelným znečištěním

Efektivní působení systému ochrany lze charakterizovat jako dosažení požadované environmentální účinnosti a efektu při co nejnižším přímém a nepřímém nákladu (Štěpánek 1999).

Ochrana čistoty ovzduší (1981) se domnívá, že ochranu ovzduší může představovat, jak územní celek, prostor či tak závažný zdroj nebo seskupení zdrojů znečišťování ovzduší včetně bezprostředního okolí, jako jsou města, průmyslová aglomerace až po celý kontinent či zeměkouli. Ochrana ovzduší souvisí s neustálým rozvojem výroby a vyžaduje vytvářet účinné postupy k omezení emisí ze zdrojů zejména v oblastech, kde koncentrace znečištění ovzduší dosahují kritických hodnot a mají zásadní vliv na poškození jednotlivých složek v prostředí.

Ochrana ovzduší můžeme označit za neustálenou, protože nemá jasnou strukturu a prolíná se s řadou oborů (Hůnová a Janoušková, 2004).

Ochrana ovzduší je založená na kombinaci přístupu emisního limitu a poplatkového systému. Poplatkové sazby za vypouštěné škodliviny vycházejí z rozsahu a struktury zdroje znečišťování ovzduší (Tošovská, 2010).

Ochrana ovzduší spadá i do výrobní sféry, kdy objekt využívá technologii odsávání, popř. filtraci škodlivých těkavých látek či zplodin. Právní úprava a zákony stanovují povinnost omezovat a předcházet znečišťování a snižovat množství vypouštěných znečišťujících látek do ovzduší (Veber a Srpová, 2008).

Tuháček a Jelínková (2015) uvádí, že zákon rozděluje zdroje znečištění do dvou kategorií:

- mobilní - dopravní prostředky, různé stavební stroje se spalovacími motory, přenosná nářadí se spalovacími motory
- stacionární – různé spalovací a technologické zařízení, patří sem lomy, skládky paliv a odpadů

Tuháček a Jelínková (2015) uvádí, že přípustnou úroveň znečišťování ovzduší nám určují emisní limity pro jednotlivé znečišťující látky vnášené do ovzduší ze stacionárního zdroje. Přípustná úroveň znečištění je určena:

- emisními limity
- emisními stropy
- technickými podmínkami provozu
- přípustnou tmavostí kouře

Následně rozlišujeme:

- obecné emisní limity – jsou stanovené pro znečišťující látky a jejich skupiny
- specifické emisní limity – stanovují předpis nebo povolení stacionárního zdroje

Zákon o ochraně ovzduší neřeší jen zjišťování a vyhodnocování úrovně znečištění, ale také stanovuje pravidla, jako jsou jednorázová měření emisí prostřednictvím autorizované osoby či následné ověřování správnosti kontinuálním měřením emisí (Tuháček a Jelínková, 2015).

Mezi základní právní předpisy v oblasti ochrany ovzduší řadíme Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a Zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech. Tyto dva zákony jsou doplněny o prováděcí předpisy v podobě nařízení vlády a vyhlášek MŽP (MŽP, 2015).

„Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, stanoví zejména práva a povinnosti provozovatelů zdrojů znečišťování ovzduší, nástroje ke snižování množství látek, které znečišťují ovzduší, působnost správních orgánů a opatření k nápravě a sankce. Zákon č. 201/2012 Sb. byl novelizován Zákonem č. 64/2014 Sb. (s účinností od 1. 5. 2014) a Zákonem č. 87/2014 Sb. (s účinností od 1. 6. 2014)“ (MŽP, 2015).

„Zákon č. 73/2012 Sb., upravuje práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně ozonové vrstvy Země a klimatického systému Země před nepříznivými účinky regulovaných látek a fluorovaných skleníkových plynů. Prováděcím právním předpisem k Zákonu č. 73/2012 Sb. je Vyhláška č. 257/2012 Sb., o předcházení emisních látek, které poškozují ozonovou vrstvu, a fluorovaných skleníkových plynů, Vyhláška č. 415/2012 Sb. - o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení Zákona o ochraně ovzduší; změna 155/2014 Sb. a 406/2015 Sb., Vyhláška č. 193/2013 Sb. – o kontrole klimatizačních systémů, Vyhláška č. 194/2013 Sb. – o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie, Vyhláška č. 34/2016 Sb. – o čištění, kontrole a revizi spalinové cesty“ (MŽP, 2015).

Předpisy EU

Mnoho povinností v oblasti ochrany ovzduší má svůj základ v předpisech vycházející z Evropské unie. Mezi nejdůležitější uvádíme rámcovou směrnici 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. Dalším důležitým předpisem je směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích.

Z hlediska ochrany ozonové vrstvy je zásadní nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1005/2009 ze dne 16. září 2010 o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, v platném znění, a nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 517/2014 ze dne 16. dubna 2014 o fluorovaných skleníkových plynech a o zrušení nařízení (ES) č. 842/2006 (MŽP, 2015).

Metodické pokyny:

MŽP je vrcholným orgánem státní správy v oblasti ochrany ovzduší. K zajištění metodického vedení podřízených orgánů ochrany ovzduší spadá (ČIŽP, krajské úřady, obecní úřady) a vydává ve Věstníku MŽP metodické pokyny (MŽP, 2015).

3. Metodická část

3.1 Podstata vlastní práce

Pro výzkumnou část diplomové práce byla zvolena výrobní společnost USSPA, s.r.o. Cílem práce je analyzovat kvalitu ovzduší za zvolené časové období ve výrobním procesu masážních vířivek. Vytvořit a aplikovat základní metodiku analýzy, zmapování a srovnání vybraných zdrojů znečišťování ve výrobním procesu s daty z předešlých let. Z autorizovaných měření je třeba analyzovat a určit časový vývoj naměřených koncentrací a provést metodiku posouzení dat s platnými emisními limity. Po zhodnocení navrhnout opatření pro zlepšení kvality ovzduší a snižování dopadů na životní prostředí. Formulovat environmentální koncept stavu ovzduší ve specifickém výrobním sektoru.

3.2 Informace o společnosti

Česká rodinná společnost USSPA, s.r.o. byla založena v roce 1995 Ing. Petrem Kolářem a jeho dcerou Ing. Kateřinou Kadlecovou. Hlavní sídlo firmy je v Dolní Dobrouči na Ústeckoorlicku, kde se nachází také výrobná, která leží ve středu obce táhnoucí se mělkým údolím severojižním směrem.

Své showroomy má v Praze, v Brně a v Dolní Dobrouči. Firma, která začínala původně montáží vířivek z dovážených skořepin a komponentů od amerického producenta, se postupně vypracovala v uznávaného výrobce s vlastním designem a vývojem.

Dnes je jedničkou na českém trhu a řadí se mezi tři přední výrobce. Z celosvětového hlediska v oboru spa si česká společnost USSPA, s.r.o., vydobyla respekt díky vysoké kvalitě, výjimečnému designu, inovaci a zodpovědnému přístupu ke klientům. Samozřejmostí je poprodejní péče, kompletní servis, včetně služeb o víkendech a svátcích.

Firma má za sebou úspěšnou generační výměnu ve vedení společnosti, kdy v roce 2011 přešlo vedení z otce na dceru. USSPA za svou dvacetiletou historii přinesla celou řadu inovací, které posouvají celý obor kupředu. Je držitelem několika patentů a certifikátů kvality a získala mnoho prestižních ocenění v ČR i v zahraničí.



Obrázek č. 2 – USSPA, s.r.o., Zdroj: (Usspa, 2018)

Export tvoří 60% produkce a vyváží se do více než 20 zemí světa. Firma zaměstnává 64 zaměstnanců a ve Španělsku má vlastní dceřinou společnost. K dvacátému výročí založení společnosti představila na trhu novou generaci privátních spa plnou unikátních inovací v oblasti designu a technologií (Usspa, 2018).



Obrázek č. 3 – Zastoupení USSPA po světě, Zdroj: (Usspa, 2018)

Co je „spa“

Slovo „spa“ vyjadřuje termální lázeň spojenou s vodou. Je to prostor, kde se uživatel cítí přirozeně, pohodlně a naprosto uvolněně. Místo, kde uživatel obnoví síly a načerpá energii.

Podstata pozitivního účinku je založena na hydroterapii, která vychází z vztlaku vody, optimální teploty vody (37 – 39 °C) a cíleného proudění vodních a vzduchových trysek. Výsledkem je dlouhotrvající celkové prokrvení, prohřátí a uvolnění. V oborové praxi se lze setkat s názvy jako masážní vířivka, masážní bazén, vířivý bazén, jacuzzi, hottube, koupací vana atd. (Usspa, 2018).

Hlavní výrobní produkty společnosti

USSPA vyrábí ucelený sortiment vířivek pro každé použití – privátní spa, termální bazény swim spa a profesionální vířivky pro komerční provoz s celoročním provozem. Výroba je zakázková dle přání a specifik zákazníka (Usspa, 2018).



Obrázek č. 4 – USSPA / privat model Persea IN, Zdroj: (Usspa, 2018)

3.3 Popis studovaných pracovišť vnitřního prostředí

Cílem analýzy měření bylo posouzení výrobních pracovišť - výroba spa, laminace, truhlárna a zjištění skutečných koncentrací prachu a chemických škodlivin v pracovním prostředí u pracovníků společnosti USSPA, s.r.o. v Dolní Dobrouči.

Popis pracoviště laminace a PU

Laminační prostor o rozměrech 100 x 50 x 6 m je rozdělen na několik výrobních částí ve kterých probíhají různé výrobní činnosti – příprava skořepin, samotná laminace, ořez skořepin a nástřik PU (dle požadavků a výrobního příkazu). Pracovníci připravenou a upnutou skořepinu přesunou do uzavřeného laminačního boxu o rozměrech 12 x 6 x 3 m, kde dochází k nanášení jednotlivých technologických vrstev (pryskyřice a skleněného rovingu) pomocí laminovacího stroje.

Nanesenou pryskyřici na výlisku pracovníci pomocí ručních válečků zarovnávají a válečkují do finální podoby.

Po laminaci se skořepina přesune na sousední pracoviště, kde probíhá proces vytvrzení a zrání. Vyzrálá skořepina je převezena do uzavřeného boxu nástřiku PU o rozměrech 12 x 6 x 3 m, kde dojde k zaizolování. Proces aplikace PU probíhá pomocí dvou vstupních surovin a směšovací pistole. V konečné fázi se na pracovišti provádí ořez na požadovaný rozměr a zabroušení pomocí ořezávacího zařízení.

Jedná se o jednosměnný provoz s pracovní dobou od 7:00 do 15:45, s přestávkami 15 a 30 minut. Z pracovní doby tráví pracovníci přibližně 5 hodin v prostorách laminovacího boxu a přibližně 1 hodinu v boxu nástřiku PU, zbytek tvoří přípravné, ořezávací a manipulační práce. Výrobní denní produkce činí 1 až 4 skořepiny v závislosti na výrobní specifikaci a velikosti.

Popis pracoviště výroby spa

Po laminaci a ořezu se skořepiny přesunou na pracoviště výroby spa o rozměrech 80 x 30 x 3 m, kde probíhají výrobní operace – rozkreslení vrtaných otvorů, vyvrtání, broušení otvorů pro trysky, osazení trysek a rozvodů vodních a vzduchových hadic, osazení řídicí a ovládací technologie. V konečné fázi probíhá kompletace a testování výrobků.

Jedná se o jednosměnný provoz s pracovní dobou od 7:00 do 15:45, s přestávkami 15 a 30 minut. Celou pracovní dobu 8 hodin tráví pracovníci v prostorách výroby spa. Výrobní produkce se odvíjí od výrobních zakázek a velikosti výrobku.

Popis pracoviště truhlárny

Prostor pracoviště truhlárny o rozměrech 60 x 30 x 3 m je rozdělen na několik výrobních částí, ve kterých probíhají různé strojní a ruční operace – lepení, kompletace rámu, desek a montáž. Opracované Thermowoodové smrkové dřevo „*mrtvé dřevo*“ se používá pro obložení masážních vířivek a k doplňkům k výrobkům.

Jedná se o jednosměnný provoz s pracovní dobou od 7:00 do 15:45, s přestávkami 15 a 30 minut. Celou pracovní dobu 8 hodin tráví pracovníci v prostorách truhlárny. Výrobní produkce se odvíjí od výrobních zakázek a specifik zákazníků.

Zařazení výrobních pracovišť do kategorie

Tabulka č. 2 – Zařazení výrobních pracovišť do kategorie, Zdroj: (autor)

Pracoviště	Laminace	Nástřík PU	Výroba spa	Truhlárna
Kategorie práce	3	3	2	3
Technologie				
Druh výroby	Laminace masážních vířivek	Laminace, nástřík PU	Výroba a kompletace masážních vířivek	Truhlárna - strojní a ruční opracování dřeva
Pracovní zařazení	Dělník laminace	Dělník laminace	Dělník výroby spa	Dělník truhlárny
Škodliviny	TOC, prach ²	Diisokyanáty	Prach ² , TOC	Prach ¹
Zdroje rizikových faktorů				
Stříkací zařízení	VENUS - GUSMER MVP	FUTURA EUROPE SRL AP 20 - 150	Pneumatické, elektrické brusky a vrtačky	Formátovací pila, spodní fréza, čtyřstranná fréza, svislá pila, pásová bruska, sponkovačka, lis,
Zajištění ochrany pracovníků				
Osobní ochranné pomůcky	Ochranný oblek TYVEK, celoobličejová maska 3M, ochranné rukavice, pracovní oděv a obuv, ochranné brýle případně ochranný štít, ochrana sluchu, respirátor	Ochranný oblek TYVEK, celoobličejová maska 3M, ochranné rukavice, pracovní oděv a obuv, ochranné brýle případně ochranný štít, ochrana sluchu, respirátor	Pracovní oděv a obuv, ochranné brýle případně ochranný štít, ochranné rukavice, respirátor, ochrana sluchu, obličejová maska 3M (lepení)	Pracovní oděv a obuv, ochranné brýle případně ochranný štít, ochranné rukavice, ochrana sluchu
Režimové opatření	Střídání pracovníků	Střídání pracovníků	Střídání pracovníků	Střídání pracovníků

Větrání pracovišť a odtah škodlivin

Větrání na pracovištích je řešeno jak přirozeně (vrata, okna, dveře) tak nucené (nucený odtah škodlivin VZT). Na pracovišti laminace a PU je instalován nucený přívod a odvod vzduchu z prostoru, kde probíhá nanášení jednotlivých vstupních surovin. Na tomto pracovišti se ještě nachází mobilní odsávací zařízení využívané při ořezu výrobků na požadovaný rozměr. Pracoviště výroby spa je vybaveno centrálním odsáváním. V truhlárně mají jednotlivé stroje vlastní nucené odsávání, které je svedeno do centrálního VZT a poté do briketovacího zařízení.

Specifikace znečišťujících látek

Tabulka č. 3 - Specifikace jednotlivých škodlivých látek na pracovištích, Zdroj: (autor)

Profese	Škodlivina
Dělník laminace a PU	Styren
	Aceton
	Toluen
	Ethanol
	Cyklohexan
	MEK
	THF
	4,4' - MDI
	Prach ²
Dělník výroby spa	Styren
	Aceton
	Toluen
	Ethanol
	Cyklohexan
	MEK
	THF
	4,4' - MDI
	Prach ²
Dělník truhlárny	Prach ²

3.4 Technický popis zdrojů znečišťování venkovního ovzduší

3.4.1 Laminace

Tabulka č. 4 - Identifikační údaje zdroje znečišťování ovzduší, Zdroj: (autor)

Název zdroje	Laminace
Kategorie zdroje	Vyjmenovaný stacionární zdroj znečišťování ovzduší
Popis zdroje	Výroba kompozitů za použití kapalných nenasyčených polyesterových pryskyřic s obsahem styrenu s projektovanou spotřebou organických rozpouštědel od 0,6 t/rok dle kódu 9.19. přílohy č. 2 Zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší
Zeměpisné souřadnice zdroje laminace	N 49° 59' 47,007" E 16° 29' 41,828"
Výška komínu/výduchu [m]	8
Průřez v koruně komínu, průřez výduchu [m ²]	0,315
Průměrná rychlost plynů v [m/s]	8
Průměrná teplota plynů [°C]	22
Časový režim vypouštění emisí	pracovní dny, celoročně
Emise znečišťujících látek	TOC
Současný specifický emisní limit [mg/m ³]	85
Hmotnostní koncentrace [mg/m ³]	17
Hmotnostní tok [g/hod]	140,73

Technický popis zdroje laminace

Zdrojem znečištění je v souladu se Zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší laminovna, která je určena pro nanášení laminovacích hmot. Je tvořena vlastním prostorem pro laminování a vzduchotechnickým systémem s odlučováním znečišťujících látek. Pro nanášení laminovacích hmot je určena část místnosti s odsávacím potrubím. V dalších prostorech místnosti probíhá pouze manipulace s výrobky. Pro doplnění čerstvého vzduchu do prostoru laminovny, jako náhradu za vzduch odsátý, je použit stacionární horkovzdušný ohřívač IH/AR 100. Ohřívač je vybaven hořákem pro spalování zemního plynu, jmenovitý instalovaný výkon je 105 kW.

Vzduch z laminovny je přiváděn a odváděn vzduchotechnikou - potrubím. Vzduchotechnické potrubí je připojeno ke stacionárnímu horkovzdušnému ohřívači, včetně regulačních klapek, tlumících vložek a ostatního příslušenství. Vlastní potrubí je převážně čtyřhranné, vyrobené z pozinkovaného plechu. Spalinové potrubí hořáku je vyrobeno z nerezového plechu s tepelnou izolací. Hlavní část přívodního vzduchotechnického systému laminovny je tvořena teplovzdušným agregátem IH/AR 100, který je umístěn ve venkovním prostředí pod střechou laminovny. Vzduch, znečištěný přestříky laminovacích hmot, je odsáván z pracovního prostoru laminovny přes suchý dvoustupňový odlučovací systém, umístěný ve vzduchotechnickém potrubí. Čerstvý vzduch je nasáván pomocí potrubí s protidešťovými žaluziemi a proudí přes filtry do agregátu, dále prochází přes tepelný výměník, ve kterém je ohříván na požadovanou teplotu a ventilátory je vyfukován vyústkami do laminovny. Nástřik laminovací směsi je prováděn nanášecí pistolí. Na pracovišti probíhají následující operace:

- nástřik laminovací hmoty prostřednictvím laminovací pistole
- vyválněčkování nastříkané hmoty na plastovou skořepinu
- uvolnění organických látek z výrobku
- přesun výrobku k dalším operacím

Výstupem z technologie je laminovaný produkt - skořepina vířivky. V případě předmětného zdroje dochází rovněž k fugitivním emisím.

Zařízení sloužící k omezování emisí

Odlučovací systém je umístěn v odsávacím potrubí vzduchotechniky. Jedná se o suchý dvoustupňový filtr pro odlučování pevných i kapalných látek. Dodavatelem jednotlivých částí dvoustupňového filtru je společnost České filtry s.r.o. První stupeň je tvořen filtrační rohoží z polyesterových vláken, jedná se o přířez typu S 4282 s filtrační třídou F5. Ve druhém stupni prochází vzdušina papírovým skládaným filtrem, který zachycuje i ty nejjemnější částice. Na celou odsávací plochu je umístěna předfiltrační rohož Novolin, aby se usnadnila údržba a prodloužily se intervaly čištění. Pro záchyt těkavých organických látek je osazen filtr, který je tvořený patronami s aktivním uhlím. Aktivní uhlí typu SILCARBON SC 40 je do systému dodáváno vždy nové, dodavatelem je společnost ALFA SYSTÉM, s.r.o.

Tabulka č. 5 - Parametry záchytu odlučovacího systému, Zdroj: (autor)

Instalovaný el. výkon ventilátoru	4,8 kW
Osvětlení	1,1 kW
Počet suchých filtrů	9
Hmotnost náplně aktivního uhlí	207 kg

Aktivní uhlí je průmyslově vyráběný uhlíkatý produkt s pórovitou strukturou a velkým vnitřním povrchem. Může absorbovat široké spektrum látek, tzn. že látky jsou poutány k vnitřnímu povrchu a toto se označuje jako adsorpce.

Objem pórů aktivního uhlí je všeobecně větší než $0,2 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$. Vnitřní povrch je větší než $400 \text{ m}^3 \cdot \text{g}^{-1}$, šířka pórů je v rozmezí 0,3 - 1000 nm. Asi při 300-násobném zvětšení pod mikroskopem lze rozeznat při aktivním uhlí vyrobeném z kokosových skořápek celulární strukturu původního organického materiálu. Molekulární struktura aktivního uhlí se podobá struktuře grafitových destiček širokých několik atomů. Tvoří stěnu molekulárních otvorů tj. aktivního uhlí. Hexagonální kruh uhlíkových atomů je často přerušen a tyto nepravidelnosti poskytují možnosti pro reakce na místech, kde je uhlíkový kruh přerušen (Piša, 2013).

Adsorpční kapacita instalovaného uhlíkového filtru (patrony s aktivním uhlím) je výrobcem deklarována na cca 5 kg zachyceného styrenu na jednu patronu s aktivním uhlím o hmotnosti 23 kg. To znamená, že 207 kg náplně aktivního uhlí pojme celkem cca 45 kg styrenu.

Tabulka č. 6 - Technická specifikace aktivního uhlí, Zdroj: (autor)

Vzhled	Tvarované uhlí (pelety), granulované uhlí
Hustota po setřesení	450 +/- 25 kg/m ³
Průměr granulí	cca 4 mm
Obsah vody při balení/ASTM D 2867/	max. 6 %
Specifický povrch/DIN 66 132/	cca 1100 m ² /g
Jodové číslo/AWWA B 600/	min. 1050 mg/g
Adsorpce CCl ₄ /ASTM D 3467/	min. 70 %
Adsorpce benzenu při 288 g/m ³ (20 °C)	45 +/- 3 %
32 g/m ³	38 +/- 3 %
3,2 g/m ³	24 +/- 3 %
0,3 g/m ³	15 +/- 3 %



Obrázek č. 5 – Aktivní uhlí, Zdroj: (Silcarbon, 2010)

Vstupy do technologie

Zpracovávané suroviny

Na zdroji znečišťování ovzduší jsou používány následující látky.

Tabulka č. 7 - Charakteristika vstupních surovin, Zdroj: (autor)

Surovina	Obsah org. těkavých látek [%]	Poznámka
Polylite 440 - M705	44 (styren)	Nenasycená polyesterová pryskyřice
Luperox K1	95	UP tvrdidlo (nenasycené polyestery)
Polylite 440 - M888	45 (styren)	Nenasycená polyesterová pryskyřice
Aropol M 105 TB	40 (styren)	Pryskyřice rozpuštěná ve styrenu
Norpol colourpaste	50	Barevná pasta
Stříkací roving	0	Pevná látka, ve vodě vytvářející suspenzi pojiv a skla
Norpol peroxide 18	100	Iniciátor polymerace
Norpol peroxide 1	100	Iniciátor polymerace
Hydrex 100-lv 33600-25	36	Laminační pryskyřice

Paliva

Pro provoz horkovzdušného ohřivače IH/AR 100 se jako palivo využívá zemní plyn dodávaný z veřejné distribuční sítě.

Zemní plyn je spalován v ohřivači vzduchu za účelem ohřátí čerstvého vzduchu, který je nasáván do laminovny. Ohřívání vzduchu probíhá zejména v zimních obdobích tak, aby v laminovně byla ideální teplota pro provoz technologie. Odpadní teplo z hořáku pro spalování zemního plynu (jmenovitý instalovaný výkon 105 kW) není dále využíváno

a odchází komínem o průměru 0,180 m a výšce 7,8 m.

Zemní plyn je bezbarvý, hořlavý plyn, lehčí než vzduch s kterým vytváří výbušné směsi schopné iniciace otevřeným ohněm, žhnoucími předměty, elektrickou jiskrou nebo obdobnými zdroji. Jeho vlastnosti jsou dány především převažujícím množstvím metanu ve složení zemního plynu.

Zemní plyn nemá výrazné toxické vlastnosti, není jedovatý. Mírně dráždí sliznice a horní cesty dýchací. Nejvyšší přípustná koncentrace zemního plynu v pracovním ovzduší je 1 % objemu (Píša, 2013).

Mechanismus vedlejších reakcí

Při provozu zařízení dochází k polymeraci, během které dochází k zabudování podstatné části styrenu do polymerní sítě kompozitů. Menší zbytkové množství je uvolňováno do ovzduší.

3.4.2 Nástřík polyuretanu

Tabulka č. 8 - Identifikační údaje zdroje znečišťování ovzduší, Zdroj: (autor)

Název zdroje	Nástřík polyuretanu
Kategorie zdroje	Vyjmenovaný stacionární zdroj znečišťování ovzduší
Popis zdroje	Výroba a zpracování ostatních syntetických polymerů a výroba kompozitů, s výjimkou kompozitů vyjmenovaných jinde dle 6.5. přílohy č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší
Zeměpisné souřadnice zdroje nástřík polyuretanu	N 49° 59' 47,068" E 16° 29' 41,495"
Výška komínu/výduchu [m]	2
Průřez v koruně komínu, průřez výduchu [m ²]	0,267
Průměrná rychlost plynů v [m/s]	1,5
Průměrná teplota plynů [°C]	21
Časový režim vypouštění emisí	pracovní dny, celoročně
Emise znečišťujících látek	TOC
Současný specifický emisní limit [mg/m ³]	50
Hmotnostní koncentrace [mg/m ³]	19
Hmotnostní tok [g/hod]	25,33

Technický popis zdroje nástříku polyuretanu

Zdrojem znečištění je v souladu se Zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, pracoviště nástříku polyuretanu, na kterém probíhá nanášení tepelné izolace na sklolaminátové skořepiny bazénů.

Nástřík polyuretanu je rozdělen na dvě základní fáze:

- nástřík polyuretanu na menší modely spa - poprášení
- vychází se ze specifikace výrobku, provádí se kompletní nástřík a zaizolování rozvodů a skořepiny - instalace spa do šachty

Zařízení sloužící k omezování emisí

Pro odloučení škodlivin z odpadního vzduchu je využívána kompaktní jednotka KS BD s dvoustupňovou filtrací. Tato filtrační jednotka je vyrobena z hliníkových rámových profilů, opláštění je z pozinkovaného plechu. Vzdušina je z pracovního prostoru přes filtrační jednotku odsávána pomocí ventilátoru o výkonu 3000 m³/hod.

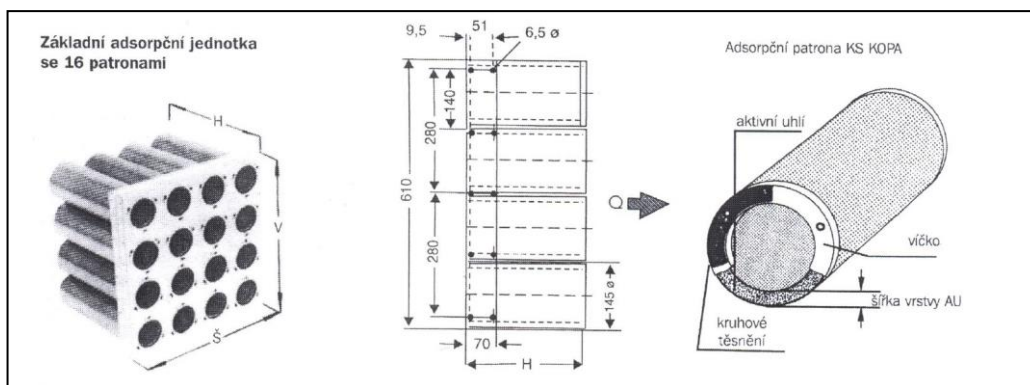
První stupeň filtrace je tvořen kapsovými filtry KS PAK 85 ve třídě filtrace F7. Tento filtr slouží k odloučení jemného prachu, který by znehodnotil mikropóry aktivního uhlí. Druhý stupeň filtrace tvoří adsorpční patrony KS KOPA 450 naplněné aktivním uhlím. Patrony jsou usazené v ukládacích rámech, které jsou pevně ukotveny v jednotce. Samotná patrona je složena z dvou válců s rozdílnými průměry, zhotovenými ze speciálního děrovaného plechu v eloxovaném provedení. Meziprostor, který vyplývá z rozdílných průměrů válců, udává šířku vrstvy aktivního uhlí. Na setřásacím zařízení se aktivní uhlí optimálně naplní do tohoto meziprostoru. Uzavřená patrona je opatřena těsněním, které zaručuje plynotěsné usazení na základním rámu.

Tabulka č. 9 - Technické parametry adsorpční jednotky KS KOPA 16, Zdroj: (KS, 2002-2017)

Označení filtru	KS KOPA 16
Rozměr jednotky	610 x 610 x 457 mm
Průměr patrony (vnější)	145 mm
Průtočné množství vzduchu	max. 3000 m ³ /hod
Tlaková diference	130 Pa
Počet patron	16 ks
Množství aktivního uhlí v jednotce	32 kg

Tabulka č. 10 - Technické parametry patrony KS KOPA 450, Zdroj: (KS, 2002-2017)

Technická data	m.j.	KS KOPA 450
Průtočné množství	m ³ /h	do 190
Tlaková ztráta	Pa	do 130
Průměr patrony (vnější)	mm	145
Délka patrony	mm	450
Náplň aktivního uhlí	kg	2
Hmotnost patrony včetně AU	kg	3,85
Adsorpční kapacita pro C _x H _y	%	max. 25%



Obrázek č. 6 - Adsorpční jednotka KS KOPA 450, Zdroj: (KS, 2002-2017)

Oba stupně filtrace jsou standardně opatřeny revizními dvířky pro kontroly a snadné výměny filtrů. Na sekci kapsových filtrů je jednotka opatřena diferenciálním manometrem se šikmou trubicí pro signalizaci tlakové ztráty a včasné výměny filtrů.

Vstupy do technologie

Zpracovávané suroviny

Na zdroji znečišťování ovzduší jsou používány následující látky.

Tabulka č. 11 - Charakteristika vstupních surovin, Zdroj: (autor)

Surovina	Poznámka
Sinpol S2-30	Polyuretanová pěna
Ongronat CR 30-20	Tvrdidlo pro polyuretanovou pěnu

Mechanismus vedlejších reakcí

Jde o chemický proces s izotermickou reakcí, kde po smíchání komponentů - polyolu a izokyanátu, dochází k vytvoření polyuretanu.

Paliva

Při provozu zdroje nejsou využívána žádná paliva.

3.5 Měření vnitřního prostředí a jejich specifika

Pro potřeby této práce jsem se zaměřil na vybraná pracoviště, ve kterých jsou zaměstnanci vystaveni škodlivinám (TOC, prach¹, prach², diisokyanáty) a které svou měrou nejvíce znečišťují ovzduší a lidské zdraví. Data byla čerpána z jednotlivých měřících protokolů (Empla AG spol. s.r.o.).

Klimatické a mikroklimatické podmínky

Teplota, rychlost větru (proudění) a relativní vlhkost byla měřena multifunkčním přístrojem Testo 435-2 a barometrický tlak barometrem.

Větrání pracoviště a odtah škodlivin

Větrání je na pracovištích přirozené (vrata, okna, dveře) a nucené (nucený odtah škodlivin, VZT). V truhlárně mají jednotlivé stroje vlastní nucené odsávání, které je svedeno do centrální VZT. V laminovně a na pracovišti PU je instalován nucený přívod a odvod vzduchu v prostoru, kde probíhá odděleně nanášení pryskyřic a PU. Pracoviště výroby spa je vybaveno centrálním odsáváním.

3.5.1 Odběr vzorků a stanovení škodlivin

Odběr vzorků byl proveden za využití osobní odběrové aparatury Airchek Sampler 224-PCXR4 firmy SKC v dýchací zóně pracovníků. Kalibrace odběrové aparatury před a po měření byla provedena digitálním průtokoměrem TSI 4146 S/N. Měření bylo provedeno dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ze dne 12. 12. 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.

Stanovení koncentrace prachu

Záchyt prachových částic byl realizován pomocí odběrové aparatury na membránové filtry. Po kondicionaci na standardní obsah vlhkosti bylo zachyceno množství prachu vyhodnoceno gravimetrickou metodou.

Stanovení diisokyanátů

Diisokyanáty z plynné fáze jsou zachyceny na filtr ze skelných vláken impregnovaných roztokem 1- (2 – pyridyl) piperazinu. Dochází k reakčnímu záchytu za vzniku příslušných derivátů. Vzniklé deriváty jsou spolu s nezreagovaným deprivatizačním činidlem kvantitativně extrahovány s využitím směsného rozpouštědla. Vlastní stanovení derivátů je prováděno pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie stanovené na reverzní fázi za použití gradientové eluce. K detekci separovaných analytů je využíván fluorescenční detektor.

Stanovení těkavých organických látek

Organické látky byly pomocí osobní odběrové aparatury odebrány na sorpční trubičky plněné aktivním uhlím. Po desorpci sirouhíkem byly stanoveny metodou plynové chromatografie s plamenoionizační detekcí event. s hmotností detekcí.

3.6 Měření vnějšího prostředí a jejich specifika

Pro potřeby této práce byly použity ty zdroje, které svou měrou nejvíce znečišťují ovzduší a lidské zdraví. Data byla čerpána z jednotlivých měřících protokolů (Empla AG spol. s.r.o.).

3.6.1 Zdroj laminace

Klimatické podmínky

Teplota byla měřena rtuťovým teploměrem, rychlost větru anemometrem a barometrický tlak barometrem.

Měřicí metody a postup

Odběry vzorků a analytické metody

Odběr a stanovení těkavých organických látek (tři jednorázové odběry)

Organické látky byly pomocí standardní odběrové soupravy tvořeny odběrovou sondou, čerpadlem, regulačním prvkem a plynoměrem. Byly odebrány na sorpční trubičky plněné aktivním uhlím. Po desorpci sirouhlíkem byly stanoveny metodou plynové chromatografie s plamenoionizační detekcí. Koncentrace jednotlivých analyzovaných látek byly dále přepočteny a vyjádřeny jako TOC – celkový organický uhlík.

Měření stavu nosného plynu – stanovení komplementárních veličin

Měření teploty nosného plynu

- Měření teploty nosného plynu bylo provedeno pomocí kalibrované teplotní sondy spojené s elektronickým přístrojem v rovině průřezu měření.
- Střední termodynamická teplota nosného plynu byla určena z naměřených hodnot teploty v jednotlivých bodech měření.

Měření tlaků nosného plynu a výpočet rychlosti

- Statický tlak p_0 a diferenční tlak Δp ve zvoleném místě v rovině průřezu měření byly změřeny Prandtlovou sondou ve spojení s elektronickým přístrojem TESTO.
- Jejich střední hodnoty byly určeny z měření v jednotlivých bodech. S pomocí těchto změřených údajů byla vypočtena střední rychlost proudění.

Měření střední rychlosti proudění nosného plynu

- Měření rychlosti proudění vzdušiny bylo provedeno rychlostní sondou ve spojení s elektronickým přístrojem. Jeho střední hodnota byla určena z měření v jednotlivých bodech.

Měření objemového průtoku nosného plynu

- Objemový průtok byl vypočten ze střední rychlosti proudění vzdušiny a plochy průřezu potrubí.

Stanovení těkavých organických látek (kontinuální měření)

Suma organických látek byla stanovena pomocí kontinuálního analyzátoru uhlovodíků (C_xH_y). Měřené hodnoty byly zaznamenány a zpracovány měřicí ústřednou. Kalibrace analyzátoru byla provedena na plynný standart – propan. Koncentrace kalibračního plynu je certifikována pro normální podmínky.

Měření stavu nosného plynu – stanovení komplementárních veličin

Měření teploty nosného plynu

- Měření teploty nosného plynu bylo provedeno pomocí kalibrované teplotní sondy spojené s elektronickým přístrojem v rovině průřezu měření.
- Střední termodynamická teplota nosného plynu byla určena z naměřených hodnot teploty v jednotlivých bodech měření.

Měření tlaků nosného plynu a výpočet rychlosti

- Statický tlak p_0 a diferenční tlak Δp ve zvoleném místě v rovině průřezu měření byly změřeny Prandtlovou sondou ve spojení s elektronickým přístrojem TESTO.
- Jejich střední hodnoty byly určeny z měření v jednotlivých bodech. S pomocí těchto změřených údajů byla vypočtena střední rychlost proudění.

Měření tlaku nosného plynu

- Statický tlak p_0 ve zvoleném místě v rovině průřezu měření byl změřen tlakovou sondou ve spojení s elektronickým přístrojem. Jeho střední hodnota byla určena z měření v jednotlivých bodech.

Měření střední rychlosti proudění nosného plynu

- Měření rychlosti proudění vzdušiny bylo provedeno rychlostní sondou ve spojení s elektronickým přístrojem v rovině průřezu měření. Střední rychlost měření byla určena z naměřených hodnot rychlostí v jednotlivých bodech.

Měření objemového průtoku nosného plynu

- Objemový průtok byl vypočten ze střední rychlosti proudění vzdušiny a plochy průřezu potrubí.

Parametry měřicího místa

Tabulka č. 12 - Parametry měřicího místa zdroje laminace, Zdroj: (autor)

Měřicí místo		Laminovna	Jednotka
Hydraulický průměr	d_H	0,558	m
Rozměr potrubí	d	0,63 x 0,50	m
Plocha potrubí	A	0,315	m^2
Minimální délka rovného úseku potrubí	L_{min}	5,58	m
Skutečná délka rovného úseku potrubí	l	5,70	m
Rovný úsek před měřicím místem	l	4,00	m
Rovný úsek za měřicím místem	l	1,70	m
Počet měřicích přímek	n	1	-
Počet měřicích bodů	n_{dia}	4	-

Použité přístroje a vybavení

Tabulka č. 13 - Přístrojová technika použitá při měření (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor)

Přístroj	Výrobce
Barometr UZ 0004	Brüel & Kjaer, D
Elektronický přístroj TESTO 454 s teplotní, tlakovou a rychlostní sondou	Testo, SRN
Bubnový plynoměr PL 0,1	Spektrum, ČR
Prandtlova sonda	Klimacentrum, ČR
Membránové čerpadlo GAST, model MOA P 101 - CD	GAST, USA
Anemometr C – metr 65405	Metra, ČR
Plynový chromatograf CHROM 5 s FID	LP Praha, ČR

Tabulka č. 14 - Přístrojová technika použitá při měření (kontinuální měření), Zdroj: (autor)

Přístroj	Výrobce
Vyhřívané vedení plynů PTFT/VAS	Hillesheim, SRN
Analyzátor C _x H _y , typ FID 2010-T	TESTA, SRN
Barometr UZ 0004	Brüel & Kjaer, D
Elektronický přístroj TESTO 454 s teplotní, tlakovou a rychlostní sondou	Testo, SRN
Prandtlova sonda	Klimacentrum, ČR
Anemometr C – metr 65405	Metra, ČR

Způsob realizace měření

Na odtahu z laminovny byly realizovány tři jednorázové odběry pro stanovení těkavých organických látek (TOC) v letech 2007 až 2015. Od roku 2016 došlo ke změně způsobu měření a přechodu na kontinuální měření pro stanovení koncentrací sumárního organického uhlíku (TOC).

Odběry vzorku a stanovení vybraných faktorů zdroje byly provedeny v souladu se Zákonem o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., v platném znění, ustanoveními odpovídající ČSN a zkušební Ekologickou laboratoří EMPLA. Měření a odběry vzorků byly realizovány pracovníky firmy EMPLA AG spol. s.r.o., Hradec Králové. Následné stanovení vybraných faktorů bylo provedeno v akreditované zkušební laboratoři č. 1110, EMPLA AG spol. s.r.o., Hradec Králové.

Podmínky měření

Tabulka č. 15 - Podmínky měření zdroje laminace, Zdroj: (autor)

Měřicí místo		Laminovna	Jednotka
Atmosférický tlak	p_a	99100	Pa
Teplota okolí	T_a	15	°C
Tlakový rozdíl	Δp	250	Pa
Průměrná teplota vzdušiny	T	22	°C
Průměrná rychlost vzdušiny	v	7,8	m/s
Průtočné množství pm	V_{pm}	8845	m ³ /h
Průtočné množství np	V_{np}	8028	m ³ /h

Tabulka č. 16 - Rozšířená nejistota měření (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor)

Látka	Mez. stanovitelnosti [mg/vz.]	Rozšířená nejistota [%]
Styren	0,005	20
Aceton	0,005	20

Poznámka: Rozšířená nejistota měření zahrnuje odběr a stanovení znečišťujících látek a je uvedena jako součin standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k = 2$, což při normálním rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí 95 %.

Tabulka č. 17 - FID analyzátor uhlovodíků (kontinuální měření), Zdroj: (autor)

	Meřící rozsah [ppm]	Mez. stanovitelnosti [ppm]	Rozšířená nejistota [%]
C _x H _y	0 - 1000	1	5

Poznámka: Rozšířená nejistota měření zahrnuje odběr a stanovení znečišťujících látek a je uvedena jako součin standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k = 2$, což při normálním rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí 95 %.

3.6.2 Zdroj nástřiku PU

Klimatické podmínky

Teplota byla měřena rtuťovým teploměrem, rychlost větru anemometrem a barometrický tlak barometrem.

Měřící metody a postup

Odběry vzorků a analytické metody

Stanovení těkavých organických látek

Suma organických látek byla stanovena pomocí kontinuálního analyzátoru uhlovodíků (C_xH_y). Měřené hodnoty byly zaznamenány a zpracovány měřicí ústřednou. Kalibrace analyzátoru byla provedena na plynný standard – propan. Koncentrace kalibračního plynu je certifikována pro normální podmínky.

Měření stavu nosného plynu – stanovení komplementárních veličin

Měření teploty nosného plynu

- Měření teploty nosného plynu bylo provedeno pomocí kalibrované teplotní sondy spojené s elektronickým přístrojem v rovině průřezu měření.
- Střední termodynamická teplota nosného plynu byla určena z naměřených hodnot teploty v jednotlivých bodech měření.

Měření tlaků nosného plynu a výpočet rychlosti

- Statický tlak p_0 a diferenční tlak Δp ve zvoleném místě v rovině průřezu měření byly změřeny Prandtlovou sondou ve spojení s elektronickým přístrojem TESTO.
- Jejich střední hodnoty byly určeny z měření v jednotlivých bodech. S pomocí těchto změřených údajů byla vypočtena střední rychlost proudění.

Měření tlaku nosného plynu

- Statický tlak p_0 ve zvoleném místě v rovině průřezu měření byl změřen tlakovou sondou ve spojení s elektronickým přístrojem. Jeho střední hodnota byla určena z měření v jednotlivých bodech.

Měření střední rychlosti proudění nosného plynu

- Měření rychlosti proudění vzdušiny bylo provedeno rychlostní sondou ve spojení s elektronickým přístrojem v rovině průřezu měření. Střední rychlost měření byla určena z naměřených hodnot rychlostí v jednotlivých bodech.

Měření objemového průtoku nosného plynu

- Objemový průtok byl vypočten ze střední rychlosti proudění vzdušiny a plochy průřezu potrubí.

Parametry měřicího místa

Tabulka č. 18 - Parametry měřicího místa zdroje nástřiku PU, Zdroj: (autor)

Měřicí místo		Nástřik PU	Jednotka
Hydraulický průměr	d_H	0,506	m
Rozměr potrubí	d	0,69 x 0,40	m
Plocha potrubí	A	0,276	m ²
Minimální délka rovného úseku potrubí	L_{min}	5,06	m
Skutečná délka rovného úseku potrubí	l	3,60	m
Rovný úsek před měřicím místem	l	2,70	m
Rovný úsek za měřicím místem	l	0,90	m
Počet měřicích přímek	n	1	-
Počet měřicích bodů	n_{dia}	4	-

Použité přístroje a vybavení

Tabulka č. 19 - Přístrojová technika použitá při měření, Zdroj: (autor)

Přístroj	Výrobce
System pro sběr dat TRM 16-J	TESO Praha, ČR
Vyhřívané vedení plynů PTFT/VAS	Hillesheim, SRN
Analyzátor C_xH_y , typ FID 2010-T	TESTA, SRN
Barometr UZ 0004	Brüel & Kjaer, D
Elektronický přístroj TESTO 454 s teplotní, tlakovou a rychlostní sondou	Testo, SRN
Prandtlova sonda	Klimacentrum, ČR
Anemometr C – metr 65405	Metra, ČR

Způsob realizace měření

Na odtahu z polyuretanu bylo provedeno kontinuální měření TOC a výsledky byly zpracovány do půlhodinových průměrů. Dále bylo na měřicím místě provedeno měření doplňkových veličin (tlak, teplota, rychlost).

Podmínky měření

Tabulka č. 20 - Podmínky měření zdroje nástřiku PU, Zdroj: (autor)

Měřicí místo		Nástřik PU	Jednotka
Atmosférický tlak	p_a	99600	Pa
Teplota okolí	T_a	19	°C
Tlakový rozdíl	Δp	0	Pa
Průměrná teplota vzdušiny	T	21	°C
Průměrná rychlost vzdušiny	v	1,5	m/s
Průtočné množství pm	V_{pm}	1490	m ³ /h
Průtočné množství np	V_{np}	1360	m ³ /h

Rozšířená nejistota a platnost měření

Tabulka č. 21 - FID analyzátor uhlovodíků, Zdroj: (autor)

	Meřicí rozsah [ppm]	Mez stanovitelnosti [ppm]	Rozšířená nejistota [%]
C_xH_y	0 - 1000	1	5

Poznámka: Rozšířená nejistota měření zahrnuje odběr a stanovení znečišťujících látek a je uvedena jako součin standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k = 2$, což při normálním rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí 95 %.

3.7 Statistická analýza získaných údajů – vnitřní prostředí

Odběry vzorků a stanovení škodlivin byly popsány v předchozí kapitole. Výběr pracovišť byl zvolen záměrně s cílem statisticky analyzovat škodliviny a možné vlivy vůči životnímu prostředí a lidskému zdraví.

Předmětem měření a posouzení byly pracoviště: výroba spa, nástřik PU, laminace a truhlárna.

Odběry vzorků v jednotlivých letech byly provedeny dle běžného pracovního tempa a běžného provozu na pracovištích.

Laminace – škodliviny: TOC, prach²

Osobní odběr probíhal v dýchací zóně pracovníka během nanášení pryskyřice a válečkování . Vzorek byl odebírán jako průměrný.



Obrázek č. 7 – Umístění měřicího místa – laminace, Zdroj: (autor)

Nástřík PU – škodliviny: diisokyanáty

Osobní odběr probíhal v dýchací zóně pracovníka během zapěňování rozvodů a nástřiku na sklolaminátové skořepině – nástřík a přistříknutí polyuretanové izolace. Vzorek byl odebírán jako průměrný.



Obrázek č. 8 – Umístění měřicího místa – nástřík PU, Zdroj: (autor)

Výroba spa – škodliviny: prach², TOC

Osobní odběr probíhal v dýchací zóně pracovníka během vrtání a zabrušování otvorů do sklolaminátové skořepiny pomocí pneumatických vrtaček a brusek. Vzorek byl odebírán jako průměrný.



Obrázek č. 9 – Umístění měřicího místa – výroba spa, Zdroj: (autor)

Osobní odběr probíhal v dýchací zóně pracovníka během lepení spojů – trysek a motorů. Lepidlo se nanáší pomocí štětce. Vzorek byl odebírán jako průměrný.



Obrázek č. 10 – Umístění měřicího místa – výroba spa, Zdroj: (autor)

Truhlárna – škodliviny: prach¹

Osobní odběr probíhal v dýchací zóně pracovníka během strojního a ručního opracování dřeva. Vzorek byl odebírán jako průměrný.



Obrázek č. 11 – Umístění měřicího místa – truhlárna, Zdroj: (autor)

Časové snímky u jednotlivých měřených odběrů na pracovištích

Jedná se o jednosměnný provoz s pracovní dobou od 7:00 do 15:45, s přestávkami 15 a 30 minut. Celou pracovní dobu 8 hodin tráví pracovníci prostorách laminace, nástřik PU, ve výrobě spa a na truhlárně. Výrobní produkce se odvíjí od výrobních zakázek a specifik zákazníků.

Tabulka č. 22 – Časový snímek pracovníků ve firmě USSPA, s.r.o. (výrobní norma v letech 2010 a 2016),
Zdroj: (autor)

Dělník - laminace	Čas (min.)
Příprava skořepin	60
Laminace – stříkání a válečkování	310
Ořez skořepin	30
Dělník – nástřik PU	Čas (min.)
Nástřik PU po laminaci	20
Kompletní zaizolování (PUR)	60
Přestávka	30
Dělník – výroba spa	Čas (min.)
Vrtání otvorů do skořepiny	60
Zabroušení vyvrtaných otvorů	45
Osazování trysek	180
Lepení (plumbing) trysek	200
Lepení (plumbing) motorů	90
Přistříknutí komponentů PUR	10
Přestávka	30
Dělník - truhlárna	Čas (min.)
Strojní a ruční opracování *	255
Lepení	45
Kompletace a montáž	180
Přestávka	30
* Strojní opracování – zkracovací pila, fréza, čtyřstranná fréza, formátovací pila, pásová bruska	

Výsledky měření

Tabulka č. 23 – Naměřené koncentrace v roce 2010, Zdroj: (autor)

Odběrové místo	Škodlivina	Čas [min]	Zachycené množství [mg]	Objem prosáté vzdušiny [m ³]	Koncentrace škodlivin [mg/m ³]
Laminace	Styren	156	13,691	0,076	176,612
	Aceton		3,908		51,669
	Prach ²	22	< 0,2	0,047	< 3,8
Nástřík PU	Toluen	66	0,121	0,032	3,6
	Ethanol		0,063		1,145
	Cyklohexan		0,162		4,682
	MEK		1,391		41,160
	Styren		0,375		10,28
	Aceton		0,121		3,697
	THF		0,988		26,192
	4,4'-MDI		0,1188	0,035	2,5222
Výroba spa	Prach ²	55	< 0,2	0,123	< 1,6
	MEK	163	10,210	0,077	118,881
	THF		14,325		168,501
Truhlárna	Prach ¹	204	3,4	0,388	8,1

Hodnoty koncentrací uvedené v tabulce vycházejí z naměřených hodnot v roce 2010 a platí pro klimatické a mikroklimatické podmínky měření < výsledky pod mezi stanovitelnosti použité metody. Hodnoty v tabulce reprezentují zjištěné skutečnosti během měření škodlivin na pracovištích v roce 2010, které bylo nutné dále laboratorně analyzovat a přepočítat podle podmínek měření a postupu měřicí skupiny EMPLA na celosměnové koncentrace.

Tabulka č. 24 – Naměřené koncentrace v roce 2016, Zdroj: (autor)

Odběrové místo	Škodlivina	Čas [min]	Zachycené množství [mg]	Objem prosáté vzdušiny [m ³]	Koncentrace škodlivin [mg/m ³]
Laminace	Styren	159	13,703	0,077	177,961
	Aceton		3,903		50,688
	Prach ²	25	< 0,2	0,050	< 4,0
Nástřík PU	Toluen	65	0,119	0,034	3,5
	Ethanol		0,045		1,324
	Cyklohexan		0,164		4,824
	MEK		1,395		41,029
	Styren		0,374		11,0
	Aceton		0,125		3,676
	THF		0,888		26,118
	4,4'-MDI	0,1098	0,033	3,3273	
Výroba spa	Prach ²	59	< 0,2	0,117	< 1,7
	MEK	165	10,112	0,085	118,965
	THF		14,319		168,459
Truhlárna	Prach ¹	203	3,2	0,396	8,1

Hodnoty koncentrací uvedené v tabulce vycházejí z naměřených hodnot v roce 2016 a platí pro klimatické a mikroklimatické podmínky měření < výsledky pod mezí stanovitelnosti použité metody. Hodnoty v tabulce reprezentují zjištěné skutečnosti během měření škodlivin na pracovištích v roce 2016, které bylo nutné dále laboratorně analyzovat a přepočítat podle podmínek měření a postupu měřicí skupiny EMPLA na celosměnové koncentrace.

Klimatické a mikroklimatické podmínky při měření

Teplota, rychlost větru (proudění) a relativní vlhkost byla měřena multifunkčním přístrojem Testo 435-2 a barometrický tlak barometrem.

Tabulka č. 25 – Klimatické podmínky, Zdroj: (autor)

Rok	Doba měření	Teplota vzduchu [° C]	Rychlost větru [m/s]	Atmosférický tlak [Pa]	Oblačnost
2010	6	6,5	0,2 – 0,8	98200	Zataženo
2016	6	16,5	0,8 – 2,0	99600	Polojasno

Tabulka č. 26 – Mikroklimatické podmínky, Zdroj: (autor)

Místo měření	Rok	Doba měření	Teplota vzduchu [° C]	Vlhkost Rh [%]	Rychlost proudění [m/s]
Laminace	2010	6	19,6	44,1	0,10
	2016	6	19,8	44,3	0,11
Nástřik PU	2010	6	20,3	44,9	0,11
	2016	6	20,2	45,5	0,08
Výroba spa	2010	6	20,1	45,7	0,07
	2016	6	19,8	46,9	0,08
Truhlárna	2010	6	20,2	45,1	0,06
	2016	6	20,8	45,5	0,08

Přepočtené koncentrace

Tabulka č. 27 – Celosměnové koncentrace, Zdroj: (autor)

Profese (dělník)	Škodlivina	Celosměnové koncentrace škodlivin [mg/m ³] 2010	Celosměnové koncentrace škodlivin [mg/m ³] 2016
Laminace	Styren	121,189	121,692
	Aceton	34,463	34,761
	Prach ²	< 0,2	< 0,3
Nástřík PU	Toluen	0,7	0,6
	Ethanol	0,335	0,231
	Cyklohexan	0,923	0,841
	MEK	7,402	7,149
	THF	4,689	4,551
	4,4'-MDI	0,115	0,0798
Výroba spa	Styren	0,19	0,2
	Aceton	0,079	0,081
	Toluen	0,09	0,1
	Ethanol	0,021	0,029
	Cyklohexan	0,099	0,106
	MEK	75,675	75,785
	THF	106,545	106,613
	4,4'-MDI	0,0718	0,0729
	Prach ²	< 0,28	< 0,4
Truhlárna	Prach ¹	4,6	4,5

Hodnoty koncentrací uvedené v tabulce celosměnové koncentrace platí pro standardní podmínky: 20 °C, 101,3 kPa. Při výpočtu celosměnové koncentrace byly použity naměřené

hodnoty koncentrace na pracovišti a nulová koncentrace za dobu nepřítomnosti pracovníků na pracovišti. Pokud byla stanovená koncentrace pod mezí stanovitelnosti použité metody, byla pro výpočet použita právě tato mez.

Celková nejistota měření a mez stanovitelnosti

Tabulka č. 28 – Celková nejistota měření a mez stanovitelnosti, Zdroj: (autor)

Látka	Mez stanovitelnosti [mg/vz.]	Celková nejistota [%]
Prach	0,2	20
4,4'-MDI	0,00004	17
Toluen	0,002	18
Ethanol	0,005	16
Cyklohexan	0,005	22
MEK	0,005	25
Styren	0,005	18
Aceton	0,005	25
THF	0,005	22

Uvedená nejistota je nejistota stanovení a je vyjádřena v souladu s interním dokumentem měřící skupiny na hladině významnosti $U = 95 \%$ pro koeficient rozšíření $k = 2$.

3.8 Statistická analýza získaných údajů – vnější prostředí

Předmětem měření a posouzení bylo stanovení vybraných emisních parametrů dosahovaných během výrobních operací na pracovišti laminace.

Měření a odběry vzorků byly realizovány pracovníky firmy EMPLA AG spol. s r.o., Hradec Králové. Následné stanovení vybraných faktorů bylo provedeno v akreditované zkušební laboratoři č. 1110, EMPLA AG spol. s r.o., Hradec Králové.

3.8.1 Zdroj laminace

Na odtahu z laminovny byly realizovány tři jednorázové odběry pro stanovení těkavých organických látek (TOC) v letech 2007 až 2015. Odebrané vzorky z měření byly předány k analýze do akreditované zkušební laboratoře EMPLA, kde došlo ke zpracování a vyhodnocení.

Od roku 2016 došlo ke změně způsobu měření a přechodu na kontinuální měření pro stanovení koncentrací sumárního organického uhlíku (TOC). Naměřené hodnoty byly zaznamenávány a zpracovávány měřicí ústřednou spojenou s počítačem. Z okamžitých hodnot byly vypočteny půlhodinové průměry.

Provoz v době měření

Odběry vzorků v jednotlivých letech byly provedeny dle běžného pracovního tempa a normálního provozu.

Tabulka č. 29 - Plocha a spotřeba vstupních surovin a jednotlivé časové odběry při měření, Zdroj: (autor)

Rok	Zpracovaná plocha výrobku (m ²)	Spotřeba vstupních surovin [kg]	1. odběr [hod]	2. odběr [hod]	3. odběr [hod]
2007	41,6	246	7:30 9:30	9:30 11:30	11:30 13:30
2008	57,5	252	8:00 10:00	10:00 12:00	12:00 14:00
2009	65,42	284,6	8:00 10:00	10:00 12:00	12:00 14:00
2010	56,6	255	8:00 9:30	9:30 11:00	11:30 13:00
2011	66	295	8:00 9:30	10:00 11:30	12:00 13:30
2012	43,5	191	8:00 9:30	10:00 11:30	11:30 13:00
2013	57	250	8:00 9:30	10:00 11:30	11:30 13:00
2014	37	163	8:30 10:00	10:00 11:30	12:00 13:30
2015	49,5	220	8:00 9:30	10:00 11:30	11:30 13:00
			Kontinuální měření		
2016	55	244	8:00 – 14:00		

Klimatické podmínky při měření

Teplota byla měřena rtuťovým teploměrem, rychlost větru anemometrem a barometrický tlak barometrem.

Tabulka č. 30 – Klimatické podmínky zdroje při měření, Zdroj: (autor)

Rok	Doba měření	Teplota vzduchu [° C]	Rychlost větru [m/s]	Atmosférický tlak [Pa]	Oblačnost
2007	6	5	0,2 – 1,0	98400	Zataženo
2008	6	10,5	1,6 – 4,0	98200	Zataženo
2009	6	6,5	0,2 – 0,8	98200	Zataženo
2010	6	15	0,2 – 0,4	99800	Zataženo
2011	6	21	1,0 – 1,5	98600	Zataženo
2012	6	7,5	0,8 – 1,9	98900	Polojasno
2013	6	7,5	0,4 – 0,9	99200	Jasno
2014	6	13	0,4 – 1,0	99000	Zataženo
2015	6	15,5	0,2 -1,0	99100	Polojasno
2016	6	19,5	0,9 – 1,8	99700	Polojasno

Naměřené hodnoty

Tabulka č. 31 – Laminace – naměřené koncentrace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor)

Rok	Škodlivina	Průměrný čas odběru [min.]	Průměrné zachycené množství [mg]	Průměrný objem prosáté vzdušnin [m ³]	Průměrné koncentrace škodlivin [mg/m ³]
2007	Styren	120	0,51	0,063	7,62
	Aceton	120	0,658	0,063	9,85
2008	Styren	120	0,025	0,048	0,52
	Aceton	120	0,193	0,048	4,82
2009	Styren	120	0,086	0,210	0,41
	Aceton	120	1,2	0,210	5,80
2010	Styren	90	0,126	0,1813	0,73
	Aceton	90	1,304	0,1813	7,35
2011	Styren	90	0,065	0,148	0,36
	Aceton	90	0,960	0,148	5,64
2012	Styren	90	0,009	0,180	0,06
	Aceton	90	0,668	0,180	4,04
2013	Styren	90	0,005	0,032	0,18
	Aceton	90	0,401	0,032	11,98
2014	Styren	90	0,005	0,040	0,13
	Aceton	90	0,212	0,040	4,91
2015	Styren	90	0,005	0,038	0,15
	Aceton	90	0,276	0,038	6,85

Hodnoty koncentrací uvedené v tabulce platí pro podmínky měření a reprezentují zjištěné skutečnosti během měření škodlivin, které bylo nutné dále laboratorně analyzovat a přepočítat podle postupu měřicí skupiny EMPLA. Uvedený průměr byl vypočten jako

časově vážená střední hodnota z naměřených hodnot.

Tabulka č. 32 – Laminace – naměřené průměrné koncentrace (kontinuální měření), Zdroj: (autor)

Rok	Naměřené průměrné koncentrace TOC [mg/m³]
2016	17

Uvedené hodnoty koncentrací platí pro normální podmínky, tlak 101325 Pa, teplota 0 °C, vlhký plyn. Uvedený průměr byl vypočten z okamžitých hodnot půlhodinových průměrů.

Přepočtené hodnoty

Tabulka č. 33 – Laminace – přepočtené průměrné koncentrace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor)

Rok	Průměrný čas odběru [min.]	Přepočtené průměrné koncentrace TOC [mg/m³]
2007	120	13,11
2008	120	5,34
2009	120	6,21
2010	90	8,08
2011	90	3,83
2012	90	2,56
2013	90	7,60
2014	90	3,17
2015	90	4,38

Uvedené hodnoty platí pro podmínky měření.

Koncentrace emisí, hmotnostní tok a měrná výrobní emise

Tabulka č. 34 - Laminace – přepočtené průměrné koncentrace (kontinuální měření), Zdroj: (autor)

Rok	Měřicí místo	Měřená škodlivina	Průměrné koncentrace C [mg/m³]	Hmotnostní tok M [g/hod]	Měrná výrobní emise E [g/kg]
2016	Laminace	TOC	17	140,73	3,51

Uvedené hodnoty koncentrací platí pro normální podmínky, tlak 101325 Pa, teplota 0 °C, vlhký plyn.

3.8.2 Zdroj nástřiku PU

Předmětem měření a posouzení bylo stanovení vybraných emisních parametrů dosahovaných během výrobních operací na pracovišti nástřiku PU.

Měření, odběry vzorků byly realizovány pracovníky firmy EMPLA AG spol. s.r.o., Hradec Králové. Následné stanovení vybraných faktorů bylo provedeno v akreditované zkušební laboratoři č. 1110, EMPLA AG spol. s.r.o., Hradec Králové.

Na odtahu z nanášecího boxu nástřiku polyuretanu bylo realizováno kontinuální měření pro stanovení koncentrací sumárního organického uhlíku (TOC). Naměřené hodnoty byly zaznamenávány a zpracovávány měřicí ústřednou spojenou s počítačem. Z okamžitých hodnot byly vypočteny půlhodinové průměry.

Provoz v době měření

Autorizované měření z jednotlivých posuzovaných let bylo provedeno dle běžného pracovního tempa a normálního provozu.

Tabulka č. 35 – Nástřík PU – plocha a spotřeba vstupních surovin a jednotlivé časové odběry při měření, Zdroj: (autor)

Rok	Zpracovaná plocha výrobku (m²)	Spotřeba vstupních surovin [kg]	Odběr [hod]
2015	39	56	8:00 – 14:00
2016	42	60	8:00 – 14:00

Tabulka č. 36 – Klimatické podmínky zdroje nástřiku PU při měření, Zdroj: (autor)

Rok	Doba měření	Teplota vzduchu [° C]	Rychlost větru [m/s]	Atmosférický tlak [Pa]	Oblačnost
2015	6	16	0,7 – 1,9	99100	Polojasno
2016	6	17	0,8 – 2,0	99600	Polojasno

Naměřené hodnoty

Tabulka č. 37 – Nástřík PU – naměřené průměrné koncentrace, Zdroj: (autor)

Rok	Naměřené průměrné koncentrace TOC [mg/m³]
2015	17
2016	19

Uvedené hodnoty platí pro normální podmínky, tlak 101325 Pa, teplota 0 ° C, vlhký

plyn. Uvedený průměr byl vypočten z okamžitých hodnot půlhodinových průměrů.

Koncentrace emisí, hmotnostní tok a měrná výrobní emise

Tabulka č. 38 – Nástřík PU – přepočtené průměrné koncentrace, Zdroj: (autor)

Rok	Měřicí místo	Měřená škodlivina	Průměrné koncentrace C [mg/m³]	Hmotnostní tok M [g/hod]	Měrná výrobní emise E [g/kg]
2015	Nástřík PU	TOC	15	24,72	2,39
2016	Nástřík PU	TOC	17	25,33	2,53

Uvedené hodnoty v tabulkách platí pro podmínky měření.

3.9 Porovnání naměřených hodnot s platnými limity

Vnitřní prostředí

Tabulka č. 39 – Porovnání naměřených hodnot s platnými limity – vnitřní prostředí, Zdroj: (autor)

Profese (dělník)	Škodlivina	Celosměnové koncentrace škodlivin [mg/m ³] 2010	Celosměnové koncentrace škodlivin [mg/m ³] 2016	PEL [mg/m ³]	NPK-P [mg/m ³]
Laminace	Styren	121,189	121,692	100	400
	Aceton	34,463	34,761	800	1500
	Prach ²	< 0,2	< 0,3	5,0	-
Nástřik PU	Toluen	0,7	0,6	200	500
	Ethanol	0,335	0,231	1000	3000
	Cyklohexan	0,923	0,841	700	2000
	MEK	7,402	7,149	600	900
	THF	4,689	4,551	150	300
	4,4'-MDI	0,115	0,0798	0,05	0,1
Výroba spa	Styren	0,19	0,2	100	400
	Aceton	0,079	0,081	800	1500
	Toluen	0,09	0,1	200	500
	Ethanol	0,021	0,029	1000	3000
	Cyklohexan	0,099	0,106	700	2000
	MEK	75,675	75,785	600	900
	THF	106,545	106,613	150	300
	4,4'-MDI	0,0718	0,0729	0,05	0,1
	Prach ²	< 0,28	< 0,4	5,0	-
Truhlárna	Prach ¹	4,6	4,5	5,0	-

Porovnání naměřených hodnot vychází z Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. Jednotlivé hodnoty měřených let ve vnitřním prostředí nám vyjadřují a ukazují překročení přípustného expozičního limitu (PEL) a to u pracovišť: laminace – styren, nástřík PU - 4,4'-MDI, výroba spa - 4,4'-MDI.

Vnější prostředí

Tabulka č. 40 - Porovnání naměřených hodnot s platnými emisními limity - laminace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor)

Zdroj znečišťování	Laminace				
Škodlivina	Součet škodlivin (styren,aceton) - TOC				
Rok	Měrná výrobní emise – součet škodlivin [g/m ²]	Emisní limit [g/m ²]	Naměřené průměrné koncentrace C ₁ [mg/m ³]	Přepočtené průměrné koncentrace C ₂ [mg/m ³]	Emisní limit [mg/m ³]
2007	27,06	30			
2008	6,06	30			
2009	5,63	30			
2010	8,71	30			
2011			3,83	4,26	85
2012			2,56	2,83	85
2013			7,60	8,37	85
2014			3,17	3,50	85
2015			4,38	4,83	85
C ₁	Obvyklé provozní podmínky				
C ₂	Teplota 0 ° C, tlak 101325 Pa, vlhký plyn				
Rok	Hmotnostní tok [g/hod]	Průměrná teplota [°C]	Průměrný tlak [Pa]	Měrná výrobní emise [kg/t]	
2007	140,69	21	98550		
2008	43,61	22	98330		
2009	46,19	22	98350		
2010	70,57	22	10000		
2011	33,91	23	98850	0,81	
2012	32,37	22	99100	0,82	
2013	68,10	22	99400	2,155	
2014	27,68	22	99150	1,357	
2015	38,78	21	99300	2,908	

Tabulka č. 41 - Porovnání naměřených hodnot s platnými emisními limity - laminace (kontinuální měření),
Zdroj: (autor)

Zdroj znečišťování	Laminace	
Škodlivina	TOC	
Rok	Naměřené průměrné koncentrace C ₁ [mg/m ³]	Emisní limit [mg/m ³]
2016	17	85
C ₁	Teplota 0 ° C, tlak 101325 Pa, vlhký plyn	
Hmotnostní tok	140,73	g/hod
Měrná výrobní emise	3,51	g TOC/kg
Průměrná teplota	22	°C
Průměrný tlak	99900	Pa

Tabulka č. 42 - Porovnání naměřených hodnot s platnými emisními limity – nástřik PU (kontinuální měření),
Zdroj: (autor)

Zdroj znečišťování	Nástřik PU		
Škodlivina	TOC		
Rok	Naměřené průměrné koncentrace C ₁ [mg/m ³]	Přepočtené průměrné koncentrace C ₂ [mg/m ³]	Emisní limit [mg/m ³]
2015	17	15	50
2016	19	17	
C ₁	Teplota 0 ° C, tlak 101325 Pa, vlhký plyn		
C ₂	Hodnoty platí pro podmínky měření		
	2015	2016	
Hmotnostní tok	24,72	25,33	g/hod
Měrná výrobní emise	2,39	2,53	g TOC/kg
Průměrná teplota	16	17	°C
Průměrný tlak	99100	99600	Pa

Porovnání naměřených hodnot s platnými limity vychází z Vyhlášky MŽP č. 415/12 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení Zákona o ochraně ovzduší. Jednotlivé hodnoty vnějšího prostředí z měřených let nám vyjadřují a ukazují průběh růstu a poklesu znečišťujících látek a rozdílnosti způsobu měření v závislosti na výrobní produkci firmy. V průběhu měřených let nedošlo ani u jednoho posuzovaného zdroje k překročení emisního limitu.

4. Zhodnocení výsledku

Posouzení a navržení opatření ke zlepšení

Vnitřní prostředí

V jednotlivých letech bylo provedeno měření škodlivin v pracovním prostředí – prachu a chemických škodlivin a to na pracovištích - laminace, nástřík PU, výroba spa a truhlárna.

Porovnání naměřených hodnot vychází z Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. Jednotlivé hodnoty měřených let nám vyjadřují a ukazují překročení přípustného expozičního limitu (PEL) a to u pracovišť: laminace – styren, nástřík PU - 4,4'-MDI, výroba spa - 4,4'-MDI.

Laminace

Na pracovišti laminace – styren došlo při nástříku pryskyřice a následném válečkování k překročení přípustného expozičního limitu (PEL). Z tabulky je patrné, že naměřené hodnoty jsou stabilní a nevykazují zlepšující se stav.

Pracoviště laminace je zařazeno dle kategorizace práce do kategorie 3. Proto je nezbytně nutné na tomto pracovišti používat předepsané osobní ochranné pomůcky a dodržovat veškerá nařízení a rozhodnutí vycházející ze zařazení práce do kategorie.

Tabulka č. 43 - Pracoviště – laminace, kde došlo k překročení přípustného expozičního limitu (PEL), Zdroj: (autor)

Profese (dělník)	Škodlivina	Celoseměnové koncentrace škodlivin [mg/m ³] 2010	Celoseměnové koncentrace škodlivin [mg/m ³] 2016	PEL [mg/m ³]	NPK-P [mg/m ³]
Laminace	Styren	121,189	121,692	100	400

Navržené opatření

Expozice chemickými škodlivinami u pracovníků je třeba i nadále snižovat primární cestou a to technickými opatřeními – účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin, údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT, stavebními úpravami pracoviště, kde dochází k nanášení pryskyřic (umístění nádob s používanými přípravky), zlepšením uzavíratelnosti posuvných dveří do nanášecího boxu s cílem předcházení a zamezení expozic u ostatních pracovníků.

Pracoviště nástřik PU a výroba spa - 4,4'-MDI

Tabulka č. 44 - Pracoviště – nástřik PU a výroba spa, kde došlo k překročení přípustného expozičního limitu (PEL), Zdroj: (autor)

Profese (dělník)	Škodlivina	Celosměnové koncentrace škodlivin [mg/m ³] 2010	Celosměnové koncentrace škodlivin [mg/m ³] 2016	PEL [mg/m ³]	NPK-P [mg/m ³]
Nástřik PU	4,4'-MDI	0,115	0,0798	0,05	0,1
Výroba spa	4,4'-MDI	0,0718	0,0729	0,05	0,1

Z tabulky je patrné, že na pracovišti nástřiku PU v letech 2010 došlo k překročení přípustné expoziční hodnoty (PEL) a navíc byla překročena hodnota nejvyšší přípustné koncentrace (NPK–P). Překročení nastalo vlivem zavedení nového pracoviště nástřiku PU, kde probíhal zkušební test a technické a kapacitní možnosti zařízení a ověření deklarovaných vstupních surovin od dodavatelů. V roce 2016 je viditelné, že hodnoty nepatrně klesají, ale i přesto došlo k překročení přípustného expozičního limitu (PEL) na obou pracovištích.

Pracoviště nástřiku PU je zařazeno dle kategorizace práce do kategorie 3. Proto je nezbytně nutné na tomto pracovišti používat předepsané osobní ochranné pomůcky

a dodržovat veškerá nařízení a rozhodnutí vycházející ze zařazení práce do kategorie.

Pracoviště výroba spa je zařazeno dle kategorizace práce do kategorie 2. Proto je nezbytně nutné na tomto pracovišti používat předepsané osobní ochranné pomůcky a dodržovat veškerá nařízení a rozhodnutí vycházející ze zařazení práce do kategorie.

Navržené opatření

Expozice chemickými škodlivinami u pracovníků je třeba i nadále snižovat primární cestou a to technickými opatřeními – účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin, údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT. Pěnění menšího rozsahu (přistříhávání rozvodů – pracoviště výroba spa) je třeba provádět pouze v prostorách k tomu přizpůsobených a vybavených – stříkací box PU. Zlepšení uzavíratelnosti posuvných dveří do nanášecího boxu s cílem předcházení a zamezení expozic u ostatních pracovníků.

Na ostatních pracovištích byly koncentrace prachu a ostatních chemických látek nižší než (PEL). Na pracovišti truhlárny byly koncentrace prachu nižší než (PEL), ale je nutné zaměřit se a provádět pravidelný úklid pracoviště (včetně pravidelné údržby odsávacího zařízení, aby nedocházelo k sekundárnímu vzniku prašnosti vířením již vzniklého prachu (popřípadě ke snížení účinnosti lokálního odsávání).

Vnější prostředí

V jednotlivých letech bylo provedeno na základě rozhodnutí KÚ Pardubického kraje autorizovaná měření škodlivin ve vnějším prostředí – vypouštěných emisí ze zdrojů pracovišť (laminace, nástřik PU).

Porovnání naměřených hodnot s platnými limity vychází z Vyhlášky MŽP č. 415/12 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení Zákona o ochraně ovzduší. Jednotlivé hodnoty z měřených let nám vyjadřují a ukazují průběh růstu a poklesu znečišťujících látek v závislosti na výrobní produkci firmy. V průběhu měřených let nedošlo ani u jednoho posuzovaného zdroje k překročení emisního limitu.

Laminace

Na zdroji znečišťování laminace – TOC nedošlo v letech 2007 - 2010 k překročení platného emisního limitu. V jednotlivých letech se vycházelo ze součtu měrné výrobní emise a součtu škodlivin a srovnání platného emisního limitu pro dané období. Rok 2007 reprezentuje zkušební provoz bez technického zařízení sloužícího k omezování emisí (aktivní uhlí). Naměřená hodnota je na hraně s platným emisním limitem. Dále je z tabulky patrné, že naměřené hodnoty mají stabilní tendenci, které byly způsobeny poklesem výrobní produkce a zlepšením technologické vybavenosti pracoviště.

Tabulka č. 45 - Naměřené hodnoty v letech 2007 - 2010 na zdroji znečištění - laminace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor)

Zdroj znečišťování	Laminace	
Škodlivina	Součet škodlivin (styren,aceton) - TOC	
Rok	Měrná výrobní emise – součet škodlivin [g/m ²]	Emisní limit [g/m ²]
2007	27,06	30
2008	6,06	30
2009	5,63	30
2010	8,71	30

Na zdroji znečišťování laminace – TOC nedošlo v letech 2011 - 2015 k překročení platného emisního limitu. V jednotlivých letech se vycházelo z naměřených průměrných koncentrací a následného přepočtu na průměrné koncentrace a srovnání platného emisního limitu pro dané období. Z tabulky je patrné, že naměřené hodnoty představují stabilizační tendenci s mírným výkyvem. Je to dáno uzpůsobením a lepším plánováním výroby v závislosti na situaci na trhu. V neposlední řadě proběhla modernizace stříkacího boxu a zařízení sloužícího k omezování emisí (aktivní uhlí).

Tabulka č. 46 - Naměřené hodnoty v letech 2011 - 2015 na zdroji znečištění - laminace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor)

Zdroj znečišťování	Laminace		
Škodlivina	Součet škodlivin (styren,aceton) - TOC		
Rok	Naměřené průměrné koncentrace C ₁ [mg/m ³]	Přepočtené průměrné koncentrace C ₂ [mg/m ³]	Emisní limit [mg/m ³]
2011	3,83	4,26	85
2012	2,56	2,83	85
2013	7,60	8,37	85
2014	3,17	3,50	85
2015	4,38	4,83	85

Na zdroji znečišťování laminace – TOC nedošlo v roce 2016 k překročení platného emisního limitu. Vycházelo se z naměřených průměrných koncentrací a následného přepočtu na průměrné koncentrace a srovnání platného emisního limitu pro dané období. Z tabulky je patrné, že naměřené hodnoty představují nepatrný nárůst v porovnání s předešlými lety. Je to dáno změnou a způsobem měření, kdy se z původního způsobu třech jednorázových odběrů se přešlo vlivem nařízení ČIŽP na kontinuální měření. Dalším faktorem je nárůst výroby v daném roce.

Tabulka č. 47 - Naměřené hodnoty v roce 2016 na zdroji znečištění - laminace (kontinuální měření), Zdroj: (autor)

Zdroj znečišťování	Laminace	
Škodlivina	TOC	
Rok	Naměřené průměrné koncentrace C ₁ [mg/m ³]	Emisní limit [mg/m ³]
2016	17	85

Navržené opatření

Expozice emisí a imisí je třeba i nadále snižovat primární cestou a to technickými opatřeními – účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin (potencionální možnost fugitivních emisí), údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT. Dále sledovat trend a možnosti změny vstupních surovin a technologií s cílem předcházet a snižovat možné dopady vůči životnímu prostředí a lidskému zdraví.

Nástřík PU

Na zdroji znečišťování nástřiku PU – TOC nedošlo v měřených letech k překročení platného emisního limitu. Vycházelo se z naměřených průměrných koncentrací a následného přepočtu na průměrné koncentrace a srovnání platného emisního limitu pro dané období. Z tabulky je patrné, že naměřené hodnoty představují nepatrný nárůst v porovnání s předešlými lety. Je to dáno nárůstem výroby v jednotlivých letech. Z přepočtených hodnot je viditelné, že pokud poroste produkce výroby, bude nezbytně nutné řešit vznikající potenciální situaci nějakým technickým způsobem nebo změnou vstupních surovin, tak aby nedošlo k překročení emisního limitu.

Tabulka č. 48 - Naměřené hodnoty v roce 2016 na zdroji znečištění– nástřík PU (kontinuální měření), Zdroj: (autor)

Zdroj znečišťování	Nástřík PU		
Škodlivina	TOC		
Rok	Naměřené průměrné koncentrace C ₁ [mg/m ³]	Přepočtené průměrné koncentrace C ₂ [mg/m ³]	Emisní limit [mg/m ³]
2015	17	15	50
2016	19	17	

Navržené opatření

Expozice emisí a imisí je třeba i nadále snižovat primární cestou a to technickými opatřeními – účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin (potencionální možnost fugitivních emisí), údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT. Dále sledovat trend a možnosti změny vstupních surovin a technologií s cílem předcházet a snižovat možné dopady vůči životnímu prostředí a lidskému zdraví.

5. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo posoudit kvalitu ovzduší za zvolené časové období ve výrobním procesu masážních vířivek.

V teoretické části práce jsou obecně popsány základní pojmy definující ovzduší a pracovní prostředí. Dále jsou představeny chemické zdroje znečišťování, rizika a dopady na zdraví a vlivy na životní prostředí. V neposlední řadě je zde zmíněna související legislativa k jednotlivým zdrojům znečišťování.

V praktické části práce je představena společnost zabývající se výrobou a prodejem masážních vířivek, její historie a lokace, výrobní portfolio, jednotlivé pracoviště a zdroje znečištění a jejich výrobní a technická specifika.

Pomocí osobních znalostí daného výrobního prostředí a příslušných dat autorizovaných skupin se provedlo analytické posouzení a hodnocení kvality ovzduší za zvolené časové období s následujícími výsledky.

Ve vnitřním prostředí firmy se posuzovaly rizikové faktory na pracovištích laminace, nástřik PU, výroba spa, truhlárna s následujícími výsledky a doporučeními. Porovnání naměřených hodnot vychází z Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.

Pracoviště laminace je zařazeno dle kategorie práce a škodlivin - aceton, styren do kategorie 3. Z výsledných měřených hodnot z jednotlivých let je patrné, že u škodliviny styrenu došlo při nástřiku pryskyřice a následnému válečkování k opakovanému překročení přípustného expozičního limitu (PEL). Naměřené hodnoty činily v roce 2010 – 121,189 mg/m³, 2016 – 121,692 mg/m³. Z hodnot je patrné, že jsou stabilní a nevykazují zlepšující se stav v porovnání s přípustným expozičním limitem (PEL), který činí 100 mg/m³. Výsledné hodnoty z jednotlivých měřených let u acetonu a prachu jsou limitně plněny a nevykazují zhoršující se stav.

Toto pracoviště patří ke špičce ve svém oboru, co se týče technického vybavení. Proto, z mého pohledu, navrhuji i nadále snižovat expozice chemických škodlivin

u pracovníků a to technickým opatřením, jako např. účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin, údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT, stavebními úpravami pracoviště, kde dochází k nanášení pryskyřic (umístění nádob s používanými přípravky), zlepšení uzavíratelnosti posuvných dveří do nanášecího boxu s cílem předcházení a zamezení expozic u ostatních pracovníků.

Pracoviště nástřik PU je zařazeno dle kategorie práce a škodlivin - toluen, ethanol, cyklohexan, MEK, THF, 4,4'-MDI do kategorie 3. Z výsledných měřených hodnot z jednotlivých let je patrné, že u škodliviny 4,4'-MDI došlo při nástřiku polyuretanu v letech 2010 k překročení limitu a to s výsledkem 0,115 mg/m³. Kdy přípustné expoziční hodnoty (PEL), které činí 0,05 mg/m³. Navíc byla překročena hodnota nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P), která činí 0,1 mg/m³. Překročení nastalo vlivem zavedení nového pracoviště nástřiku PU, kdy probíhal zkušební test a technické a kapacitní možnosti zařízení a ověření deklarovaných vstupních surovin od dodavatelů. V roce 2016 je viditelné, že hodnoty nepatrně klesají, ale i přesto došlo k překročení přípustného expozičního limitu (PEL). Výsledné hodnoty z jednotlivých měřených let u ostatních škodlivin jsou limitně plněny a nevykazují zhoršující se stav.

Posuzované pracoviště patří k novým pracovištím, které po technické stránce splňují současné požadavky na daný provoz. I přesto bych doporučil i nadále snižovat expozice chemických škodlivin u pracovníků a to technickým opatřením, jako např. účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin, údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT. Pěnění menšího rozsahu provádět pouze v prostorách k tomu přizpůsobených a vybavených – stříkací box PU. Zlepšení uzavíratelnosti posuvných dveří do nanášecího boxu s cílem předcházení a zamezení expozic u ostatních pracovníků.

Pracoviště výroba spa je zařazeno dle kategorie práce a škodlivin – styren, aceton, toluen, ethanol, Cyklohexan, MEK, THF, Prach², 4,4'-MDI do kategorie 2. Z výsledných měřených hodnot z jednotlivých let je patrné, že u škodliviny 4,4'-MDI došlo při nástřiku polyuretanu k překročení limitu a to s výsledkem 2010 - 0,0718 mg/m³, 2016 - 0,0729 mg/m³, kdy přípustné expoziční hodnoty (PEL) činí 0,05 mg/m³. Výsledné hodnoty z jednotlivých měřených let u ostatních škodlivin jsou limitně plněny a nevykazují zhoršující se stav.

Posuzované pracoviště patří k těm starším, kde neustále probíhají technické, kvalitativní a zlepšující se změny pracovního prostředí. Doporučil bych i nadále snižovat expozice chemických škodlivin u pracovníků a to technickým opatřením, jako např. účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin, údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT. Pěnění menšího rozsahu (přistříhávání rozvodů – pracoviště výroba spa) provádět pouze v prostorách k tomu přizpůsobených a vybavených – stříkáč box PU.

Pracoviště truhlárna je zařazeno dle kategorie práce a škodlivin – prach¹ do kategorie 3. Výsledné hodnoty z jednotlivých měřených let u posuzované škodliviny jsou limitně plněny a nevykazují zhoršující se stav. Nicméně je nutné zaměřit se a provádět pravidelný úklid pracoviště (včetně pravidelné údržby odsávacího zařízení, aby nedocházelo k sekundárnímu vzniku prašnosti vířením již vzniklého prachu (popřípadě ke snížení účinnosti lokálního odsávání).

V jednotlivých letech bylo provedeno autorizované měření škodlivin ve vnějším prostředí na základě rozhodnutí KÚ Pardubického kraje a to vypouštěných emisí ze zdrojů pracovišť (laminace, nástřik PU) s následujícími výsledky a doporučeními. Porovnání naměřených hodnot s platnými limity vychází z Vyhlášky MŽP č. 415/12 Sb., o přípustné úrovni znečištění a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. Jednotlivé hodnoty z měřených let nám vyjadřují a ukazují průběh růstu a poklesu znečišťujících látek v závislosti na výrobní produkci firmy.

Na zdroji znečištění laminace – TOC nedošlo v letech 2007 - 2010 k překročení platného emisního limitu posuzovaného formou měření třech jednorázových odběrů. V jednotlivých letech se vycházelo ze součtu měrné výrobní emise a součtu škodlivin a srovnání platného emisního limitu pro dané období. Rok 2007 reprezentuje zkušební provoz bez technického zařízení sloužícího k omezování emisí (aktivní uhlí). Naměřené hodnota 27,06 g/m² je na hraně s platným emisním limitem, který činí 30 g/m². Dále je patrné, že naměřené hodnoty od roku 2008 - 6,06 g/m², 2009 - 5,63 g/m², 2010 - 8,71 g/m² mají stabilní tendenci, která byla způsobena poklesem výrobní produkce a zlepšením technologické úrovně vybavenosti pracoviště.

Na zdroji znečišťování laminace – TOC nedošlo v letech 2011 - 2015 k překročení platného emisního limitu posuzovaného formou měření třech jednorázových odběrů. V jednotlivých letech se vycházelo z naměřených průměrných koncentrací a následného přepočtu na průměrné koncentrace a srovnání platného emisního limitu pro dané období, který činí 85 mg/m³. Naměřené hodnoty v letech 2011 - 4,26 mg/m³, 2012 - 2,83 mg/m³, 2013 - 8,37 mg/m³, 2014 - 3,50 mg/m³, 2015 - 4,83 mg/m³, představují stabilizační tendenci s mírným výkyvem. Je to dáno uzpůsobením a lepším plánováním výroby v závislosti na situaci na trhu. V neposlední řadě proběhla modernizace stříkacího boxu a zařízení sloužícího k omezování emisí (aktivní uhlí).

Na zdroji znečišťování laminace – TOC nedošlo v roce 2016 k překročení platného emisního limitu posuzovaného formou kontinuálního měření. Vycházelo se z naměřených průměrných koncentrací a následného přepočtu na průměrné koncentrace a srovnání platného emisního limitu pro dané období, který činí 85 mg/m³. Naměřená hodnota 17 mg/m³ představuje nepatrný nárůst v porovnání s předešlými lety. Je to dáno změnou a způsobem měření, kdy se z původního způsobu třech jednorázových odběrů přešlo vlivem nařízení ČIŽP na kontinuální měření. Dalším faktorem je nárůst výroby v daném roce.

V průběhu měřeného období nedošlo u posuzovaného zdroje k překročení emisního limitu a nevykazují zhoršující se stav. Doporučil bych expozice emisí a imisí i nadále snižovat primární cestou a to technickými opatřeními – účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin (potencionální možnosti vzniku fugitivních emisí), údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT. Dále sledovat trend a možnosti změny vstupních surovin a technologií s cílem předcházet a snižovat možné dopady vůči životnímu prostředí a lidskému zdraví.

Na zdroji znečišťování nástřiku PU – TOC nedošlo v měřených letech k překročení platného emisního limitu posuzovaného formou kontinuálního měření. Vycházelo se z naměřených průměrných koncentrací a následného přepočtu na průměrné koncentrace a srovnání platného emisního limitu pro dané období, který činí 50 mg/m³. Naměřené hodnoty v letech 2015 – 15 mg/m³, 2016 - 17 mg/m³, představují nepatrný nárůst v porovnání s předešlými lety. Je to dáno nárůstem výroby v jednotlivých letech.

Z přepočtených hodnot je viditelné, že pokud poroste produkce výroby, bude nezbytně nutné řešit vznikající potenciální situaci nějakým technickým způsobem nebo změnou vstupních surovin, tak aby nedošlo k překročení emisního limitu.

V průběhu měřených let nedošlo u posuzovaného zdroje k překročení emisního limitu a nevykazuje zhoršující se stav. Doporučil bych expozice emisí a imisí i nadále snižovat primární cestou a to technickými opatřeními – účinným systémem odsávání přímo od zdroje škodlivin (potencionální možnost vzniku fugitivních emisí), údržbou a pravidelnou výměnou filtrů VZT. Dále sledovat trend a možnosti změny vstupních surovin a technologií s cílem předcházet a snižovat možné dopady vůči životnímu prostředí a lidskému zdraví.

Imisní pozadí pro hodnocené škodliviny výrobního objektu firmy na území obce nejsou známy. Z hlediska charakteru a lokality lze laickým odhadem předpokládat, že hlavním dopadem na imisní pozadí zájmového území ve vztahu k nejbližším objektům obytné zástavby má vliv právě posuzované výrobní technologie laminace. Největší imisní zátěž představuje aceton a styren a může pocitově a pachově ovlivňovat obyvatele přílehlé obytné zástavby. Dalším zdrojem, který může mít vliv na imisní pozadí, je narůstající lokální emise z dopravy, což v menší míře může ovlivňovat a být spojováno s imisní situací a produkcí firmy.

Lze konstatovat, že se mi podařilo naplnit a splnit cíle práce, které byly uvedeny v kapitole 2. Vědecké hypotéza a cíle práce.

Provedená analýza kvality ovzduší ve výrobě masážních vířivek poukazuje na následující závěrečné shrnutí a vyhodnocení výsledků stanovených hypotéz. První hypotéza poukazující na to, že měřené koncentrace u vybraných zdrojů znečištění nepřesahují dané normy, nebyla potvrzená. Výsledné hodnoty analýzy potvrzují, že v některých případech došlo k překročení stanovených hygienických limitů ve vnitřním prostředí. Druhá hypotéza poukazující na to, že měřená data nevykazují významný rostoucí trend, byla z části potvrzená. Výsledky statistické analýzy prokázaly, že některé výrobní úseky vykazují pokles u jednotlivých naměřených celosměnových koncentrací. U třetí hypotézy existuje významná souvislost mezi koncentracemi vybraných látek a charakterem

a umístěním provozu, byla potvrzena. Vychází ze specifík a umístění jednotlivých posuzovaných pracovišť, kdy do toho vstupuje více hodnotících a posuzujících faktorů. Pro získání podrobnějších výsledků u některých posuzovaných pracovišť by bylo zapotřebí provést hlubší analýzu vycházející z širší datové a časové řady.

V této diplomové práci jsem chtěl poukázat na to, jak lze vyrábět již tak specifický produkt i s ohledem na blízkou obytnou zástavbu situovanou v centru obce a na možné potenciaální dopady na životní prostředí a lidské zdraví.

6. Terminologický slovník

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

KÚ – Krajský úřad

Bronchitida – zánět průdušek

Bronchokonstrikce – zúžení průdušek, vznik u astmatu a některých alergií

Tracheitida – zánět průdušnice projevující se kašlem a pálením za hrudní kostí

prach¹ – prach s převážně dráždivým účinkem - prach z ostatních (nesenzibilizujících a nekarcinogenních) dřevin

prach² – prachy s převážně dráždivým účinkem - prach sklolaminátů

MEK – 2 – butanol, methylethylketon

THF – tetrahydrofuran

4,4' - MDI – difenylmethan – 4,4' - diisokyanát

VZT – vzduchotechnika

PU – polyuretan

TOC – těkavé organické látky vyjádřené jako celkový organický uhlík

KP – kategorie práce

ČHMÚ – Český hydrometeorologický měřicí ústav

SIVS – Systém integrované výstražné služby

ppm – množství emisí na jednotku v milionech v objemových poměrech

ppb - množství emisí na jednotku v miliardách v objemových poměrech

OZE - obnovitelné zdroje energie

ISKO- Informační systém kvality ovzduší

ÚÚG – Ústřední ústav geologický

POPs – peristentní organické látky

PEL – přípustný expoziční limit

NPK-P – nejvyšší přípustná koncentrace

7. Seznam použité literatury

Acot, P. 2005. Historie a změny klimatu: od velkého třesku ke klimatickým katastrofám. Praha. Karolinum. Praha. ISBN: 80-246-0869-3.

Air quality guidelines for Europe. c2000. 2nd ed. World Health Organization, Regional Office for Europe. Copenhagen. ISBN: 92-890-1358-3.

Andreovský, J., Henelová, V. (ed.). 2013. Příručka ochrany kvality ovzduší. Sdružení společností IREAS centrum. Praha. ISBN: 978-80-86832-77-7.

ASB-portal: Vnitřní prostředí budov [online]. 2015. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<https://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/vnitri-prostredi-budov>>

Bednář, J. 2003. Meteorologie: [úvod do studia dějů v zemské atmosféře]. Portál. Praha. ISBN: 80-717-8653-5.

Bencko, V., Lener, J., Cikrt, M. 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. 2. přepracované a doplněné vyd., v Grada Publishing 1. vyd. Grada. Praha. ISBN: 80-716-9150-X.

Bernatík, A., Nevrlá, P. 2005. Vliv havárií na životní prostředí. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. V Ostravě. ISBN: 80-866-3446-9.

Bowling, A. 2002. Research methods in health: investigating health and health services. 2nd ed. Open University Press. Philadelphia. ISBN: 03-352-0643-3.

Braniš, M., Hůnová, I. (ed.). 2009. Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší. Karolinum. V Praze. ISBN: 978-80-246-1598-1.

Brimblecombe, P. 1996. Air composition & chemistry. 2nd ed. Cambridge University Press. New York. ISBN: 05-214-5972-9.

ČHMÚ: Předběžné zhodnocení kvality ovzduší a rozptylových podmínek na území ČR rok 2016. [online]. 2017. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/Rocni_zprava_2016.pdf>

ČHMÚ: Atmosférická depozice na území ČR. [online]. 2015. Praha. [cit. 2018-02-17].
Dostupné

z:

<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/IX_depозice_CZ.html>

ČSÚ: Environmentální oblast [online]. 2014. Praha. [cit. 2018-02-16]. Dostupné
z: https://www.czso.cz/csu/czso/13-1134-07-2006-3_3_3_ovzdusi_

Distriplast: Produkty. [online]. 2007. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné
z: <<http://www.distriplast.cz>>

Ducháček, V. 2006. Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití. Vyd. 2., přeprac.
Vydavatelství VŠCHT. Praha. ISBN: 80-708-0617-6.

EBOZP: Isokyanáty. [online]. 2010. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné
z: <<http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Isokyan%C3%A1ty>>

EEA: Znečištění ovzduší. [online]. 2017. [cit. 2018-02-17]. Dostupné
z: <<http://www.eea.europa.eu/cs/themes/air/intro>>

Fildán, Z. 2005. Příručka pro oblast životního prostředí: chemické látky a přípravky, prevence závažných havárií, odpadové hospodářství, využívání a ochrana vod, ochrana ovzduší, obaly, integrovaná prevence. Vyd. 2. Zdeněk Fildán. Tachov.

Frouz, J., Moldan, B. (ed.). 2015. Příležitosti a výzvy environmentálního výzkumu. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. V Praze. ISBN: 978-80-246-2667-3.

Griffon [online]. 2018. Netherlands. [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: <www.griffon.eu>

Holoubek, I. 2005. Troposférická chemie. Masarykova univerzita. Brno. ISBN: 80-210-3656-7.

Hůnová, I., Janoušková, S. 2004. Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší. Karolinum. Praha. ISBN: 80-246-0796-4.

Chaloupka, K., Svoboda, Z. 2009. Ploché střechy: praktický průvodce. Grada. Praha. Stavitel. ISBN: 978-80-247-2916-9.

Chemické listy [online]. 2017. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2017_02_156-162.pdf>

Interan'82: analytická chemie ovzduší a vody. 1982. Dům techniky ČSVTS. Ústí nad Labem.

Jančář, J. 2003. Úvod do materiálového inženýrství polymerních kompozitů. Vysoké učení technické v Brně. Brno. ISBN: 80-214-2443-5.

Jelínek, J. (ed.). 2005. OECD Zpráva o politice, stavu a vývoji životního prostředí: Česká republika. Ministerstvo životního prostředí ČR. Praha. ISBN: 80-721-2351-3.

Jokl, M. 1991. Teorie vnitřního prostředí budov. 2. přeprac. vyd. ČVUT. Praha. ISBN: 80-010-0481-3.

Jokl, M. 2002. Zdravé obytné a pracovní prostředí. Academia. Praha. ISBN: 80-200-0928-0.

Jokl, M. 1988. Energetika envirosystémů budov. České vysoké učení technické. Praha.

KHS: Ovzduší a zdraví [online]. 2015. Liberec. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://www.khslbc.cz/odbory/hok/ovzdusi-zdravi.pdf>>

Klánová, K. 2013. Plísň v domě a bytě: odstraňování a prevence. Grada. Praha. ISBN: 978-80-247-4790-3.

Karmanová, H., Provazník, K. (ed.). 2000. Kvalita vnitřního prostředí. Fortuna. Praha. Místní orgány státní správy, životní prostředí a zdraví. ISBN: 80-707-1186-8.

Klaus, V. 2007. Modrá, nikoli zelená planeta: co je ohroženo: klima, nebo svoboda?. Dokořán. Praha. ISBN: 978-80-7363-152-9.

- Klima Rapid: Faktory ovlivňující kvalitu vnitřního prostředí [online]. c2010-2015. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://www.klimarapid.cz/factory-ovlivnujici-kvalitu-vnitriho-prostredi>>
- Kohoutek, R., Štěpaník, J. 2000. Psychologie práce a řízení. CERM. Brno. ISBN: 80-7080-568-4.
- Kratochvíl, B., Švorčík, V., Vojtěch, D. 2005. Úvod do studia materiálů. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha. ISBN: 80-708-0568-4.
- Kroupa, S. V. 2002. Sampling and physico-chemical analysis of precipitation: a review.: Environ. Pol.,. 120: 565-594.
- KS Klima-Service: Filtrační patrony KS KOPA s aktivním uhlím [online]. c2002-2017. Dobříš. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://www.ksklimaservice.cz/cz/filtracni-patrony-ks-kopa-s-aktivnim-uhlim>>
- Kukla, L. 2016. Sociální a preventivní pediatrie v současném pojetí. Grada Publishing. Praha. ISBN: 978-80-247-3874-1.
- Laurent, J. 1976. Analýza příčin a následků znečištění ovzduší a problematika jejich odstraňování. Praha.
- Máchal, A. 2000. Průvodce praktickou ekologickou výchovou: [metodická příručka pro začínající učitele a pedagogické pracovníky středisek ekologické výchovy]. Rezekvítek. Brno. ISBN: 80-902-9540-1.
- Miková, L. 1976. Životní prostředí a průmysl. Práce. Praha. Člověk a práce.
- Mleziva, J. 1993. Polymery - výroba, struktura, vlastnosti a použití. Sobotáles. Praha. ISBN: 80-901-5704-1.
- MV ČR: Co je potřeba pro optimální pracovní prostředí? [online]. 2009. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <www.mvcr.cz/soubor/optimalni-pracovni-prostredi-pdf.aspx>

MŽP: Legislativa a metodické pokyny [online]. 2015. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <www.mzp.cz/cz/legislativa_metodicke_pokyny_ovzdusi>

Narizení vlády č. 361/2007 Sb.: Narizení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. [online]. 2007. Česko. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>>

Ochrana čistoty ovzduší: sborník přednášek z konference, Praha 1981. 1981. Dům techniky ČSVTS. Praha.

Opplová, M. 1981. Průmysl a péče o životní prostředí. Praha.

Pevi: Prašnost na pracovišti II. [online]. 2017. Lanškroun. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://www.pevi.cz/zajimavosti-z-oboru/prasnost-na-pracovisti-ii.html>>

Píša, R. 2015. Provozní řád pro stacionární zdroje ovzduší: Nástřík polyuretanu. Pardubice.

Píša, R. 2013. Provozní řád pro stacionární zdroje ovzduší: Laminace. Pardubice.

Prokopová, I. 2007. Makromolekulární chemie. Vyd. 2., přeprac. Vydavatelství VŠCHT. Praha. ISBN: ISBN978-80-7080-662-3.

Prošek, P., Rein, F. 1982. Mikroklimatologie a mezní vrstva atmosféry. SPN. Praha.

Ptáček, R., Bartůněk, P. 2015. Lékař a pacient v moderní medicíně: etické, právní, psychologické a klinické aspekty. Grada Publishing. Praha. Edice celoživotního vzdělávání ČLK. ISBN: 978-80-247-5788-9.

Reichhold [online]. c2018. Česko. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <<http://www.reichhold.com/en/default.aspx?refresh=8320127>>

Silcarbon aktivkohle: Granulované aktivní uhlí [online]. c2010. Kostelec nad Labem. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://www.silcarbon.cz/granulovane.html>>

Sinpol: Systémy pro aplikaci nástříkem [online]. c2018. Starý Kolín. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://sinpol.cz/>>

SNB [online]. 2016. Přeštice. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <http://www.syndromnezdravychbudov.cz/?page_id=2>

Steenland, K., Savitz, D. A. 1997. Topics in environmental epidemiology. Oxford University Press. New York. ISBN: 01-950-9564-2.

SZÚ: Kategorizace prací [online]. 2007. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/kategorizace-praci>>

SZÚ: Prašnost na pracovišti [online]. 2007. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti>>

Šenk, Z. 2012. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci: prakticky a přehledně podle normy OHSAS. 2., aktualiz. vyd. ANAG. Olomouc. Práce, mzdy, pojištění. ISBN: 978-80-7263-737-9.

Šimůnková, P. 1994. Hygiena práce a pracovní lékařství. VAVA. Ostrava. ISBN: 80-7044-268-9.

Štěpánek, Z. 1999. Ekonomika a životní prostředí. Univerzita J.E. Purkyně. Ústí nad Labem. ISBN: 80-704-4268-9.

Švábová, K., Tuček, M., Nakládalová, M., Herle, P. (ed.). c2013. Pracovní lékařství pro všeobecné praktické lékaře. Raabe. Praha. Ediční řada pro všeobecné praktické lékaře. ISBN: 978-80-87553-74-9.

Tošovská, E. 2010. Makroekonomické souvislosti ochrany životního prostředí. C.H. Beck. V Praze. Beckova edice ekonomie. ISBN: 978-80-7400-308-0.

Tzb-info: Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov - mikroklimatické podmínky a větrání [online]. c2001-2018. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/5593-pozadavky-na-kvalitu-vnitriho-prostredi-budov-mikroklimaticke-podminky-a-vetrani>>

Tzb-info: Interní mikroklima v bytových domech [online]. c2001-2018. Praha. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11888-interni-mikroklima-v-bytovych-domech>>

Tuček, M., Cikrt, M., Pelclová, D. 2005. Pracovní lékařství pro praxi: příručka s doporučenými standardy. Grada. Praha. ISBN: 80-247-0927-9.

Tuháček, M., Jelínková, J. 2015. Právo životního prostředí: praktický průvodce. Grada. Praha. Právo pro každého (Grada). ISBN: 978-80-247-5464-2.

Usspa [online]. c2018. Dolní Dobrouč. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<https://www.usspa.cz/>>

Veber, J., Srpová, J. 2008. Podnikání malé a střední firmy. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Grada. Praha. Expert (Grada). ISBN: 978-80-247-2409-6.

Velox: Products [online]. 2015. Hamburg. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <<http://www.velox.com/products/>>

VŠCHT: Ochrana ovzduší [online]. 2014. Praha. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <<http://old.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/ovzdusi/viden.htm>>

Vyhláška č. 432/2003 Sb.: Vyhláška, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli. [online]. 2003. Česko. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-432>>

Vysoudil, M. 2002. Ochrana ovzduší. Univerzita Palackého. Olomouc. ISBN: 80-244-0400-1.

Zákon č. 258/2000 Sb.: Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. [online]. 2000. Česko. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>>

Zákon č. 201/2012 Sb.: Zákon o ochraně ovzduší. [online]. 2012. Česko. [cit. 2018-02-17].
Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>>

Zákoník práce: 2014 : redakční uzávěrka 14.10.2013. 2013. Sagit. Ostrava. ÚZ. ISBN:
978-80-7488-010-0.

8. Seznam obrázků a tabulek

8.1 Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Schéma procesu znečišťování ovzduší, Zdroj: (Braníš a Hůnová, 2009) ...	11
Obrázek č. 2 – USSPA, s.r.o., Zdroj: (Usspa, 2018)	57
Obrázek č. 3 – Zastoupení USSPA po světě, Zdroj: (Usspa, 2018)	58
Obrázek č. 4 – USSPA / privat model Persea IN, Zdroj: (Usspa, 2018)	59
Obrázek č. 5 – Aktivní uhlí, Zdroj: (Silcarbon, 2010).....	66
Obrázek č. 6 – Adsorpční jednotka KS KOPA 450, Zdroj: (KS, 2002-2017)	71
Obrázek č. 7 – Umístění měřicího místa – laminace, Zdroj: (autor)	84
Obrázek č. 8 – Umístění měřicího místa – nástřik PU, Zdroj: (autor).....	84
Obrázek č. 9 – Umístění měřicího místa – výroba spa, Zdroj: (autor)	85
Obrázek č. 10 – Umístění měřicího místa – výroba spa, Zdroj: (autor)	85
Obrázek č. 11 – Umístění měřicího místa – truhlárna, Zdroj: (autor)	86

8.2 Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Typy prostředí a jejich závazné předpisy pro hodnocení vnitřního prostředí, Zdroj: (Tzb-info, 2001-2018)	29
Tabulka č. 2 – Zařazení výrobních pracovišť do kategorie, Zdroj: (autor)	61
Tabulka č. 3 - Specifikace jednotlivých škodlivých látek na pracovištích, Zdroj: (autor) ..	62
Tabulka č. 4 - Identifikační údaje zdroje znečišťování ovzduší, Zdroj: (autor)	63
Tabulka č. 5 - Parametry zachytu odlučovacího systému, Zdroj: (autor).....	65
Tabulka č. 6 - Technická specifikace aktivního uhlí, Zdroj: (autor)	66
Tabulka č. 7 - Charakteristika vstupních surovin, Zdroj: (autor)	67
Tabulka č. 8 - Identifikační údaje zdroje znečišťování ovzduší, Zdroj: (autor)	69
Tabulka č. 9 - Technické parametry adsorpční jednotky KS KOPA 16, Zdroj: (KS, 2002-2017).....	70
Tabulka č. 10 - Technické parametry patrony KS KOPA 450, Zdroj: (KS, 2002-2017)	71
Tabulka č. 11 - Charakteristika vstupních surovin, Zdroj: (autor)	71

Tabulka č. 12 - Parametry měřicího místa zdroje laminace, Zdroj: (autor).....	76
Tabulka č. 13 - Přístrojová technika použitá při měření (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor).....	77
Tabulka č. 14 - Přístrojová technika použitá při měření (kontinuální měření), Zdroj: (autor)	77
Tabulka č. 15 - Podmínky měření zdroje laminace, Zdroj: (autor)	78
Tabulka č. 16 - Rozšířená nejistota měření (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor).....	78
Tabulka č. 17 - FID analyzátor uhlovodíků (kontinuální měření), Zdroj: (autor)	79
Tabulka č. 18 - Parametry měřicího místa zdroje nástřiku PU, Zdroj: (autor)	81
Tabulka č. 19 - Přístrojová technika použitá při měření, Zdroj: (autor).....	81
Tabulka č. 20 - Podmínky měření zdroje nástřiku PU, Zdroj: (autor).....	82
Tabulka č. 21 - FID analyzátor uhlovodíků, Zdroj: (autor)	82
Tabulka č. 22 – Časový snímek pracovníků ve firmě USSPA, s.r.o. (výrobní norma v letech 2010 a 2016), Zdroj: (autor).....	87
Tabulka č. 23 – Naměřené koncentrace v roce 2010, Zdroj: (autor)	88
Tabulka č. 24 – Naměřené koncentrace v roce 2016, Zdroj: (autor)	89
Tabulka č. 25 – Klimatické podmínky, Zdroj: (autor).....	90
Tabulka č. 26 – Mikroklimatické podmínky, Zdroj: (autor).....	90
Tabulka č. 27 – Celosměnové koncentrace, Zdroj: (autor).....	91
Tabulka č. 28 – Celková nejistota měření a mez stanovitelnosti, Zdroj: (autor)	92
Tabulka č. 29 - Plocha a spotřeba vstupních surovin a jednotlivé časové odběry při měření, Zdroj: (autor).....	94
Tabulka č. 30 – Klimatické podmínky zdroje při měření, Zdroj: (autor)	95
Tabulka č. 31 – Laminace – naměřené koncentrace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor)	96
Tabulka č. 32 – Laminace – naměřené průměrné koncentrace (kontinuální měření), Zdroj: (autor).....	97
Tabulka č. 33 – Laminace – přepočtené průměrné koncentrace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor).....	97
Tabulka č. 34 - Laminace – přepočtené průměrné koncentrace (kontinuální měření), Zdroj: (autor).....	98
Tabulka č. 35 – Nástřik PU – plocha a spotřeba vstupních surovin a jednotlivé časové	

odběry při měření, Zdroj: (autor).....	99
Tabulka č. 36 – Klimatické podmínky zdroje nástřiku PU při měření, Zdroj: (autor)	99
Tabulka č. 37 – Nástřik PU – naměřené průměrné koncentrace, Zdroj: (autor).....	99
Tabulka č. 38 – Nástřik PU – přepočtené průměrné koncentrace, Zdroj: (autor).....	100
Tabulka č. 39 – Porovnání naměřených hodnot s platnými limity – vnitřní prostředí, Zdroj: (autor).....	101
Tabulka č. 40 - Porovnání naměřených hodnot s platnými emisními limity - laminace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor).....	103
Tabulka č. 41 - Porovnání naměřených hodnot s platnými emisními limity - laminace (kontinuální měření), Zdroj: (autor).....	104
Tabulka č. 42 - Porovnání naměřených hodnot s platnými emisními limity – nástřik PU (kontinuální měření), Zdroj: (autor).....	105
Tabulka č. 43 - Pracoviště – laminace, kde došlo k překročení přípustného expozičního limitu (PEL), Zdroj: (autor)	106
Tabulka č. 44 - Pracoviště – nástřik PU a výroba spa, kde došlo k překročení přípustného expozičního limitu (PEL), Zdroj: (autor).....	107
Tabulka č. 45 - Naměřené hodnoty v letech 2007 - 2010 na zdroji znečištění - laminace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor).....	109
Tabulka č. 46 - Naměřené hodnoty v letech 2011 - 2015 na zdroji znečištění - laminace (tři jednorázové odběry), Zdroj: (autor).....	110
Tabulka č. 47 - Naměřené hodnoty v roce 2016 na zdroji znečištění - laminace (kontinuální měření), Zdroj: (autor)	111
Tabulka č. 48 - Naměřené hodnoty v roce 2016 na zdroji znečištění– nástřik PU (kontinuální měření), Zdroj: (autor).....	112

9. Přílohy

- 9.1 Příloha č. 1 – Zhodnocení a počet dnů kvality ovzduší a rozptylových podmínek v roce 2016, Zdroj: (ČHMÚ, 2017)
- 9.2 Příloha č. 2 – Rozdělení průměrných 24 hodinových koncentrací u PM₁₀ na městské a předměstské měřicí stanice AIM za rok 2016 v příslušném kraji, Zdroj: (ČHMÚ, 2017)
- 9.3 Příloha č. 3 – Roční průměrné koncentrace PM_{2,5} na měřicích stanicích AIM za rok 2016 v příslušném kraji, Zdroj: (ČHMÚ, 2017)
- 9.4 Příloha č. 4 – Počet 8 hodinových průměru O₃ ,kdy došlo k překročení imisního limitu, Zdroj: (ČHMÚ, 2017)
- 9.5 Příloha č.1 – Organizační struktura firmy USSPA, s.r.o., Zdroj: (Usspa, 2018)
- 9.6 Příloha č. 2 - USSPA I privat, nabídkový list modelu Virgo IN, Zdroj: (Usspa, 2018)
- 9.7 Příloha č. 3 - USSPA I swim, nabídkový list modelu Swim Spa XL, (Usspa, 2018)
- 9.8 Příloha č. 8 - Letecké snímky a umístění firmy USSPA v zástavbě RD, Zdroj: (Usspa, 2018)
- 9.9 Příloha č. 9 – Jednotlivé bezpečnostní listy posuzovaných přípravků a jejich vlastnosti, Zdroj: (Usspa, 2018)
- 9.9.1 Příloha č. 1 – BL přípravku NORPOL PEROXIDE 1, JOTUN PEROXIDE 1, Zdroj: (Velox, 2015)
- 9.9.2 Příloha č. 2 – BL přípravku POLYLITE® 440–M705, Zdroj: (Reichhold, 2018)
- 9.9.3 Příloha č. 3 – BL přípravku NORPOL PEROXIDE 18, Zdroj: (Velox, 2015)
- 9.9.4 Příloha č. 4 – BL přípravku HYDREX® 100–LV 33600–25, Zdroj: (Reichhold, 2018)

9.9.5 Příloha č. 5 – BL přípravku POLYLITE® 440–M888, Zdroj: (Reichhold, 2018)

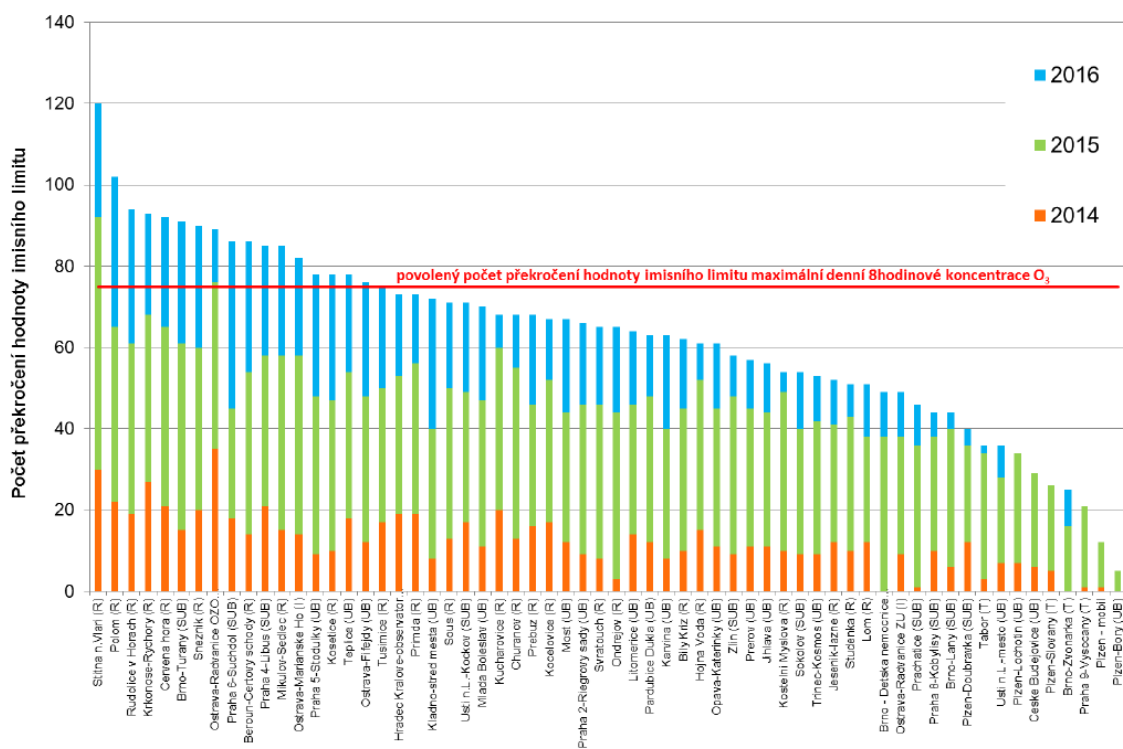
9.9.6 Příloha č. 6 – BL přípravku EFFAST TITE COLLA SPECIALE EXTRA RAPIDA BOT 1L*8L218, Zdroj: (Usspa, 2018)

9.9.7 Příloha č. 7 – BL přípravku GRIFFON PVC GEL BOT 500ML*12 PLCS, Zdroj: (Griffon, 2018)

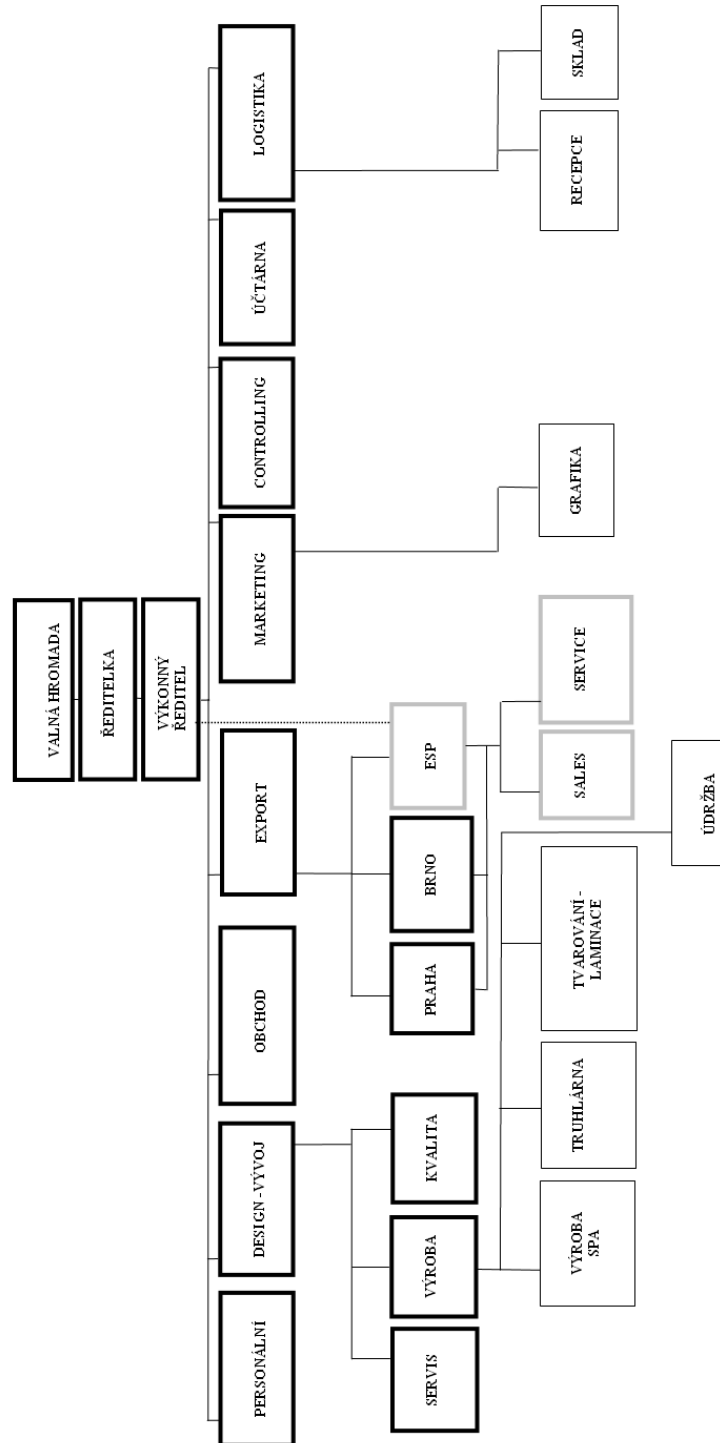
9.9.8 Příloha č. 8 – BL přípravku Polymeric MDI, Zdroj: (Sinpol, 2018)

9.9.9 Příloha č. 9 – BL přípravku SINPOL S2-40, Zdroj: (Sinpol, 2018)

9.4 Příloha č. 4 – Počet 8 hodinových průměru O₃, kdy došlo k překročení imisního limitu, Zdroj: (ČHMÚ, 2017)



9.5 Příloha č.5 – Organizační struktura firmy USSPA, s.r.o., Zdroj: (Usspa, 2018)



9.6 Příloha č. 6 - USSPA I privat, nabídkový list modelu Virgo IN, Zdroj: (Usspa, 2018)

VIRGO^{IN}



USSPA | privat

Columba[®] | Orion[®] | Virgo[®] | Taurus[®] | Farsaal[®] | Draco[®] | Lyra[®] | Aston | Noel | Benjamin



Zcela nový model s výjimečně řešeným interiérem. Partnerské uspořádání lehátek je předurčené k dokonalým chvílím relaxace ve dvou. Virgo[®] má přitom dostatek prostoru pro celou rodinu. Kromě dvou lehátek nabízí i oblíbené hluboké křeslo hned ve dvou provedeních a se dvěma různými masážními sestavami, lavicí s masáží XComplex[®] a ideálně řešené místo pro masáž přední strany stehen, které oceníte nejen po svém obilbeném běhání. Odpočívat nebo se zde společně bavit může až pět osob zároveň. Virgo[®] je dokonalá rodinná spa.

.....

STANDARDNÍ VYBAVENÍ

SPECIFIKACE MODELU

Rozměr skořepiny	210 x 210 x 87 cm
Rozměr s kabinětem	230 x 230 x 90,5 cm
Objem vody	1 370 l
Váha spa bez vody / s vodou	430 / 1 800 kg
Skořepina MassiveShell Construction / výběr barvy	ano / 12+
Počet míst celkem	6
Křesílka / lehátka / z toho lehátka iNwave	4 / 2 / 1

MASÁŽ

Počet trysek celkem	80
Vodní trysky / vzduchové trysky	66 / 14
TurboBoost systém	Personal
Boost Control [®] regulace	5

SPECIÁLNÍ TRYSKY

Pillow Jet	1
Extreme Jet	1
Volcano Jet	1

HYDROTHERAPEUTICKÉ SESTAVY

ShiatsuComplex [®]	1
FanComplex [®]	1
LegComplex [®]	2
HamamComplex [®]	1
XComplex [®]	1
FrontComplex [®]	1

standardní připojení - 400 V / 50 Hz, jistič 16 A,
proudový chránič IΔn = 0,03 A

ŘÍZENÍ A OVLÁDÁNÍ

Řídicí jednotka USSPA IntelliSmart	ano
Řídicí systém ISMB	ano
Ovládání přes aplikaci	USSPA SmartApp
Ovládání přes web (nutné připojit spa k internetu)	ano
Samodiagnostika s možností protokolu	ano
Sledování životnosti vybraných dílů	ano
Standardní úsporný režim	ano
iNvision display	ano
iNcontrol plozo tlačítka	4

TECHNOLIE

Masážní čerpadlo 1 / dual	1,5 / 0,37 kW + 5 HP
Masážní čerpadlo 2 / single	1,5 kW + 3 HP
Vzduchovač	1,2 kW
Inteligentní systém údržby vody iCM [®]	Automatický / Manuální
Tlaková filtrace Pressure Clean	ano
Ozonátor OzonePure	ano
Topení	6 kW Titanium Coil
Ochranný systém NordicSuperior [®]	ano
Izolace Thermoguard [®]	ano
Osvětlení Rainbow Light	ano

DALŠÍ STANDARDNÍ VÝBAVA

Mádlo	2 x Twinra [®]
Počítáčky / barva	4 / barva
Termokryt / výběr barev	ano / 8+
Kabinet / možnosti provedení	ano / 10+
Ochranné izolované dno kabinetu - Fan	ano
Dnový výpust	ano
Vlečkové dno skořepiny	ano

9.7 Příloha č. 7 - USSPA I swim, nabídkový list modelu Swim Spa XL, Zdroj: (Usspa, 2018)

Swim Spa XL



Nechte se inspirovat v galerii, klikněte [zde](#).

Swim Spa XL je větší... Nabízí více prostoru nejen pro plavání. Čisté linie jejího designu ladí s moderním minimalismem. Elegantní minimalistický vzhled zaručuje její nadčasovost a dokonalou funkčnost. Swim Spa XL je vybavena nejen silným protiproudem, standardní výbava zahrnuje také dálkové ovládání a duální osvětlení pro příjemnou atmosféru noční koupele; jednoduše vše pro dokonalý požitek, kdykoliv si vzpomenete. Swim Spa XL může být dodána samostatně nebo v jedinečném kompletu s Combi Spa. S tímto domácím lázeňským centrem dojde vaše vašeň pro vodu naplnění.

STANDARDNÍ VYBAVENÍ

rozměr skořepiny	550 x 250 x 134 cm
s kabinolam	550 x 250 x 134 cm
objem vody	10 200 litrů
váha spa bez vody / s vodou	960 / 11 150 kg
skořepina	MassiveShell Construction
izolace	PU
počet míst celkem	-
křesílka / lehátka	-
protiproud	at 3000 l / min
celkový počet trysek	21
protiproudové trysky Swim Jet	6
masážní vodní trysky	15
TurboBoost systém	-
Boost Control regulace	-
Air Control	1

DOPLŇKY	
madlo	1 / 2x Gymrail
Champagne Box	-
polštářky / barva	-
osvětlení / intenzita / barvné filtry	2 / 2 / 2
elektronický ovládací panel	SW 101 / LCD display
přídavný ovládací panel	-
dálkové ovládání	ano

TECHNICKÉ PARAMETRY

čerpadlo 1 / dual speed	0,37 / 1,5 kW + 5 HP
čerpadlo 2 / single speed	1,5 kW + 5 HP
čerpadlo 3 / single speed	1,5 kW + 5 HP
vzduchovač	-
tlačková filtrace	Pressure Clean
cirkulační Baby Pump	0,088 kW
ozonátor	OzonePure
topení	5,2 kW / bezkontaktní
operační a ochranný systém	FreezeProtection
termokryt / výběr barov	čtyřdílný / 8
dřevěný kabinet / provedení	ano / 2
ochranné dno – pan	-
standardní připojení	400 V / 50 Hz, jistič 16 A
proudový chránič	I _{Δn} = 0,03 A

9.8 Příloha č. 8 - Letecké snímky a umístění firmy USSPA v zástavbě RD, Zdroj: (Usspa, 2018)



9.9 Příloha č. 9 – Jednotlivé bezpečnostní listy posuzovaných přípravků a jejich vlastnosti, Zdroj: (Usspa, 2018)

9.9.1 Příloha č. 1 – BL přípravku NORPOL PEROXIDE 1, JOTUN PEROXIDE 1, Zdroj: (Velox, 2015)

9.9.2 Příloha č. 2 – BL přípravku POLYLITE® 440–M705, Zdroj: (Reichhold, 2018)

9.9.3 Příloha č. 3 – BL přípravku NORPOL PEROXIDE 18, Zdroj: (Velox, 2015)

9.9.4 Příloha č. 4 – BL přípravku HYDREX® 100–LV 33600–25, Zdroj: (Reichhold, 2018)

9.9.5 Příloha č. 5 – BL přípravku POLYLITE® 440–M888, Zdroj: (Reichhold, 2018)

9.9.6 Příloha č. 6 – BL přípravku EFFAST TITE COLLA SPECIALE EXTRA RAPIDA BOT 1L*8L218, Zdroj: (Usspa, 2018)

9.9.7 Příloha č. 7 – BL přípravku GRIFFON PVC GEL BOT 500ML*12 PLCS, Zdroj: (Griffon, 2018)

9.9.8 Příloha č. 8 – BL přípravku Polymeric MDI, Zdroj: (Sinpol, 2018)

9.9.9 Příloha č. 9 – BL přípravku SINPOL S2-40, Zdroj: (Sinpol, 2018)