

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zdravotně sociální fakulta

# **Znečištění ovzduší v Moravskoslezském kraji a ochrana obyvatelstva**

diplomová práce

Autor práce: Romana Pajurková, Bc.  
Studijní program: Ochrana obyvatelstva  
Studijní obor: Civilní nouzová připravenost

Vedoucí práce: doc. Dr. rer. nat. Friedo Zölzer  
Konzultant: Ing. Lenka Brehovská  
Datum odevzdání práce: 20. 5. 2013

## Abstrakt

Znečištění ovzduší je rozšířeným problémem v celém Moravskoslezském kraji a v tak osídlené aglomeraci navíc ovlivňuje mnoho životů. Škodliviny, které se zde ve vzduchu vyskytují mnohdy v několikanásobně překročeném limitu pro ochranu zdraví, jsou toxické životnímu prostředí i lidem, kteří v něm žijí, proto je důležité se z hlediska ochrany obyvatelstva tímto tématem zabývat.

Je třeba si ale stanovit, jak moc vlastně znečištěné ovzduší ovlivňuje zdraví obyvatel tohoto zatíženého kraje. Touto otázkou se zabývá hypotéza H1. Ve spolupráci s Oddělením ochrany ovzduší ČHMÚ v Ostravě a KHS Moravskoslezského kraje byly srovnány údaje o aktuálním znečištění  $PM_{10}$  částicemi a týdenní nemocnosti akutními respiračními onemocněními. Výsledky tohoto srovnání byly jednoznačné – pokud se zhoršuje stav ovzduší, nemocnost se nezlepšuje. Platí to také obráceně – když se kvalita ovzduší zlepšuje, ubývá i onemocnění akutními respiračními infekcemi v kraji, proto můžeme říci, že mezi znečištěním ovzduší a zdravotním stavem obyvatelstva je určitá souvislost.

Sami obyvatelé Moravskoslezského kraje se touto problematikou zřejmě sami zabývají dosti často. Hypotéza H2 totiž ukázala, že obecná informovanost o problematice je na vysoké úrovni. Pro tuto hypotézu byl sestaven dotazník, který odpovídá teoretické části této práce, a byl rozdán obyvatelům kraje s vysokou návratností, 87 %. Většina obecných otázek byla zodpovězena správně. Ukázalo se, že vědí, jaké jsou limity pro ochranu zdraví, co může znečištění zhoršovat, či jak se bránit proti zhoršené kvalitě ovzduší. Problém nastal až při otázce o zjišťování aktuální situace. Obzvláště v zimních měsících je opravdu potřeba zajímat se o aktuální data a pouze necelá pětina odpovídajících uvedla, že informace zjišťuje denně, proto byla hypotéza H2 potvrzena pouze částečně.

Protože bylo potvrzeno, že je v problematice znečištění často v sázce lidské zdraví, můžeme celou problematiku uchytit i z pohledu ochrany obyvatelstva. Jediným způsobem, jak se ale dá provést, je funkční varování v případě znečištěného ovzduší. Otázky varování byly zařazeny do stejného dotazníku a bylo zjišťováno, zda jsou obyvatelé varování v případě znečištění a jak. Speciální srovnávací metodou bylo také

zjišťováno, při jaké hodnotě znečištění PM<sub>10</sub> částicemi byli obyvatelé varováni. Ovšem nakonec nejzajímavější bylo procento obyvatel, kteří nebyli nikdy varováni. Bylo to celých 38 %, proto byla hypotéza H3 také potvrzena pouze částečně, protože obyvatelé jsou sice varováni, ale je to dostačující?

Po provedení analýzy problému byl připraven návrh řešení této situace v aplikaci na ORP Bohumín. Obyvatele kraje byli rozděleni na dvě skupiny. *Aktivní*, to je skupina osob, která má přístup k internetu a nevyužívá toho. Tuto skupinu je především důležité stále upozorňovat na to, že přístup k informacím mají a je jen otázkou několika minut denně se danou problematikou zabývat. Donutit je přemýšlet nad tím, co všechno mohou sami ovlivnit ve dnech velkého znečištění, a čemu se určitě vyvarovat. Byl proto vytvořen informační leták a samolepky, jejichž hlavním úkolem je upoutat pozornost a ukázat obyvatelstvu, kde se informace o aktuálním znečištění dají najít. Součástí tohoto letáku je také pár poznámek, u kterých byla v dotazníku menší informovanost.

Druhá skupina je pak *pasivní*, tzn. obyvatelé, kteří přístup k internetu nemají, či jej neumí využívat. Jsou to například děti, senioři, zdravotně či tělesně postižení občané, sociálně slabší skupiny apod. Bylo tedy nutné vymyslet postup, jak skupině aktivní zvýšit zájem o problematiku aktuálního stavu a pasivní skupině celou informaci zprostředkovat. Byl vytvořen systém otočné informační tabule, a návrh jejího umístění v ORP Bohumín v prostředí, kde se hromadí větší množství osob (náměstí, nádraží, sídliště, školy, hřiště apod.). Na takovou tabuli by se dala automaticky odesílat i hodinová aktuální data skrze síťovou komunikaci. Šlo by také opatřit tento systém výstražným varováním, ale jeho spuštění by muselo být omezeno určitou hranicí vzhledem k častému překračování limitů ve většině obcí kraje. Mohli bychom provést varování občanů prostřednictvím jednotky požární ochrany Sboru dobrovolných hasičů, obzvláště byla-li by vyhlášena smogová situace. Bylo by také možné využít systému varovných sirén, ale myslím, že by takový způsob varování mohl vyvolat zbytečnou paniku.

Následující návrhy řešení platí pro obě skupiny obyvatel. Na základě dostupných informací byla zobrazena mapa s vyznačením nízkoemisní zóny ORP Bohumín, byl popsán systém řešení z hlediska izolační zeleně, která brání prachovým částicím pronikat blíže do centra města. V povědomí občanů je ještě problém znečišťování

v Česko-Polském příhraničí, protože Polsko má jiné hodnoty pro vyhlášení regulace a jsou tak k vyšším hodnotám znečištění benevolentnější. Je tedy třeba občanům přiblížit některé organizace pro spolupráci z hlediska příhraničí. Bylo také zjišťováno, zda je připravován plán typové činnosti *dlouhodobá inverzní situace*, ale přestože dlouhodobá inverzní situace je v Moravskoslezském kraji zejména v zimních měsících jevem častým, podle HZS kraje nepředstavuje pro území regionu hrozbu, která by vyžadovala vyhlášení některého z krizových stavů. Proto není rozpracování operačního plánu zatím nutné.

Klíčovým řešením z oblasti ochrany obyvatelstva je tedy zpracování dílčích návrhů, které povedou k většímu cíli – tedy lepší informovanosti obyvatel a hlavně lepší možnosti varování. Nejlepší by samozřejmě bylo znečištění obecně snižovat, ale to není primárním úkolem ochrany obyvatelstva a je důležité zaměřit se na cíle, se kterými můžeme pracovat.

Avšak čas je hlavním aspektem pro postupné zlepšování z oblasti varování a informování obyvatel. Již bylo spuštěno mnoho projektů a návrhů řešení, ovšem bude trvat nějakou dobu, než budou zjevné první důkazy nápravy. Lidé v kraji jsou ke změnám k lepšímu obecně spíše skeptičtí, ale každý by měl vědět, že nic nelze uskutečnit ze dne na den a zadarmo. Z výsledků vyplývá, že obecná informovanost o problematice je dostatečná, avšak je také potřeba věnovat pozornost aktuální situaci, aby bylo možné zmenšit rizika na zdraví na co nejnižší úroveň. Nemyslím si, že se občané musí naučit smířit se s životem v takových podmínkách, ale měli by být trpěliví a samozřejmě sami přispívat ke zlepšení této situace. Stačí začít tím, že se budou o aktuálním znečištění sami informovat.

## **Abstract**

Air pollution is extensive problem throughout Moravian-Silesian Region and in addition impacts many lives in so settled agglomeration. Harmful substances that here aloft occur often in several fold go beyond limit for health protection, are toxic to environment and people who live there, therefore it is so important for protection of people to deal with this topic.

It is necessary to determine, how much actually air pollution affects the health of the people of the loaded region. Hypothesis H1 deals with question. In cooperation with the Department of Air Protection Hydro meteorological Institute in Ostrava and Regional hygiene station of Moravian-Silesian region, were compared data of the current PM10 pollution particles weekly morbidity and acute respiratory diseases.

The results of this comparison were clear – if condition of the air worsens, sickness does not improve. It also applies the other way round – when air quality is improving, declining disease and acute respiratory infections in the region. We can say that between air pollution and health status of the population is correlation.

People of Moravian-Silesian region, this issue seem to deal with ourselves quite often. Hypothesis H2 has shown, that the general awareness of the issue is at high level. For this hypothesis was created questionnaire, which corresponds to the theoretical part of this thesis, and was distributed to resident of region with high rate of return of 87 %. The most general questions were answered correctly. It turned out that they know what the limits for the protection of health are, what may worsen pollution, or how to protect against deterioration of air quality. The issue came to the question of determining current situation. Especially in the winter months is necessary to care about current data and only less than one-fifth of the said information that identifies daily, so H2 hypothesis was confirmed only partially.

Since it was confirmed that in the issue of pollution human health is often at stake, we can take hold of the issue from the perspective of protecting the population. The only way how to do it is functional warning in case of air pollution. Questions of the warnings were included in the same questionnaire and were examined, if the residents are warned in case of pollution and how.

Also it was investigated by a special comparative method, when residents were warned in which value of the PM10. But eventually most interesting is the percentage of residents who were never warned, it was 38 %, so the hypothesis H3 was also confirmed partly, because people are indeed warned, but is it enough?

After analyzing the problem was created proposal how to deal with this situation in ORP Bohumín case. Inhabitants of the region were divided into two groups. Active group, it is a group of people who have internet connection and do not use it. It is especially important to constantly draw attention to the fact, that they have access to information and it is only matter of few minutes per day. Make them think about what they can themselves do in days with major pollution and what to definitely avoid. It was therefore created information leaflet and stickers, whose main task is to attract attention and show the population, where information about current pollution can be found. Part of this leaflet is also notes, in which people were less informed in questionnaire.

The second group is passive then – residents who do not have internet access or they cannot use it. Among them are for example children, the elderly, disabled or physically handicapped, underprivileged groups etc. It was necessary to devise a procedure how to increase the interest of active group in the issue of the current state and a passive group to convey information. So it was created a system of rotating information board, and design its location in the ORP Bohumín in public areas, where accumulate a larger number of people (squares, railway station, schools, housing estates, playgrounds, etc.) On such a board could be automatically sent actual time data through network communication. It would be also appropriate add alarm warning system, but its execution would have to be limited to a certain level due to the frequent exceed in most municipalities in the region. There would be also possibility to benefit a warning to citizens through the fire protection of Volunteer firefighter. Especially if was declared by smog situation. Of course there is also the option to use warning sirens, but I think it such a way of warning could cause unnecessary panic.

The following suggestions are valid for both groups. It was displayed map of Low Emission Zone form information available in ORP Bohumín. System of isolation green spaces, which prevents dust particles penetrate closer to city center. The level of awareness is still the problem of pollution in the Czech-Polish border. Poland does not

have so strict limits as Czech Republic and they are more benevolent. Therefore it is necessary to bring citizens closer to some organizations in terms of border. It was also examined whether the type of activity plan prepared long-term inverse situation in the Region especially in the winter months is frequent phenomenon, according to HZS does not pose a threat to the region, which would require the declaration of emergency state. So developments of operational plan isn't necessary yet.

The key solutions in the field of protection of the population is therefore of partial proposals that will lead to a greater goal – better awareness of the population and mostly better option warning. The best thing would be constant reducing of pollution in general, but this is not the primary task of protecting the population and it is so important to focus on the objectives with which we work.

However, the time is main aspect for gradual improvement of the warning and informing the population. So far many projects have been running and proposals for solutions, but it will take some time before first evidence of correction. People in the region are rather skeptical to change for better, but everyone should know that nothing can take place from day to day and for free. The results showed that the general awareness of the issue is sufficient, but is also necessary to pay attention to the current situation in order to reduce the health risks to the lowest level. I am not sure that citizens must learn how to reconcile with living in conditions, but they should be patient, of course contribute to improve this situation by for example informing themselves about current pollution.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 20. 5. 2013

.....

Romana Pajurková



## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat konzultantce práce, Ing. Lence Brehovské za cenné rady a otevřený přístup při volbě tématu i v průběhu zpracování celé závěrečné práce. Také děkuji Mgr. Liboru Černikovskému a ostatním pracovníkům Ostravské pobočky ČHMÚ, kteří mi ochotně předávali informace potřebné k této práci. Další poděkování patří rodičům, Marcele a Romanovi, kteří mi umožnili věnovat se studiu, a také příteli, Jiřímu Turoňovi za psychickou podporu a ochotu vždy pomoci. Poslední poděkování patří kamarádu Martinu Mazurovi za nezištnou pomoc při překladu.

## **Obsah**

<b>1. Teoretická část.....</b>	<b>15</b>
1.1 Základní pojmy problematiky znečištění ovzduší.....	15
1.1.1 Ovzduší.....	15
1.1.2 Toxikologie znečišťujících látek .....	18
1.2 Látky znečišťující ovzduší v Moravskoslezském kraji .....	23
1.2.1 Oxid siřičitý .....	23
1.2.2 Oxidy dusíku .....	24
1.2.3 Ozón .....	26
1.2.4 Suspendované částice frakce - PM částice .....	27
1.2.5 Benzen .....	30
1.3 Vliv toxických látek v ovzduší na lidské zdraví .....	31
1.3.1 Lokální působení .....	31
1.3.2 Celkové působení .....	33
1.3.3 Výpočet zdravotních rizik .....	34
1.4 Meteorologické podmínky v ČR a jejich vliv na znečištění ovzduší.....	35
1.4.1 Tlak vzduchu a proudění .....	35
1.4.2 Teplota vzduchu, teplotní gradient .....	36
1.4.3 Déšť, sníh.....	37
1.4.4 Příkladové situace.....	38
1.5 Měření znečištění ovzduší.....	39
1.5.1 Imisní monitoring .....	39
1.5.2 Měření znečištění ovzduší v Moravskoslezském kraji .....	42
1.6 Zdroje znečišťujících látek a registry.....	42
1.6.1 Druhy zdrojů.....	42
1.6.2 Kategorie Registru emisí zdrojů znečišťujících ovzduší (REZZO) .....	43
1.7 Nástroje ke snižování úrovně znečištění a znečišťování ovzduší.....	43
1.7.1 Smogový regulační systém.....	43
1.7.2 Národní program snižování emisí České republiky .....	44
1.7.3 Programy zlepšování kvality ovzduší.....	44

1.7.4 Nízkoemisní zóny .....	45
1.7.5 Poplatek za znečišťování .....	45
1.8 Ochrana obyvatelstva v problematice znečištění ovzduší.....	45
1.8.1 Ministerstvo životního prostředí.....	46
1.8.2 Česká inspekce životního prostředí .....	47
1.8.3 Český hydrometeorologický ústav .....	47
1.8.4 Státní zdravotní ústav .....	49
1.8.5 Další nevládní organizace a projekty.....	49
1.8.6 Mezinárodní organizace .....	50
<b>2. Hypotézy a metodika výzkumu.....</b>	<b>51</b>
<b>3. Výsledky.....</b>	<b>53</b>
<b>4. Diskuze .....</b>	<b>78</b>
<b>5. Závěr .....</b>	<b>91</b>
<b>6. Seznam informačních zdrojů .....</b>	<b>94</b>
<b>7. Přílohy .....</b>	<b>99</b>

## **Seznam použitých zkratk**

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mikrogramů v metru krychlovém
AIM	Automatický imisní monitoring
AMS	Automatická měřicí stanice
ARI	Akutní respirační infekce
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
ČR	Česká republika
EPA	Enviromental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí)
EU	Evropská unie
GIS	Geografický informační systém
GRID	Global Resource Information Database (Informační databáze globálních zdrojů)
H <sub>2</sub> O	Voda
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Kyselina sírová
hPa	Hektopascal
HZS	Hasičský záchranný sbor
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Mezivládní panel o změnách klimatu)
ISKO	Informační systém kvality ovzduší
KHS	Krajská hygienická stanice
kW	Kilowatt
m <sup>2</sup>	Metr čtvereční
mg/m <sup>3</sup>	Miligramů v metru krychlovém
NO	Oxid dusnatý
NO <sub>2</sub>	Oxid dusičitý
NO <sub>x</sub>	Oxidy dusíku
O <sub>3</sub> -	Ozón

ORP	Obec s rozšířenou působností
PAH	Polyaromatické uhlovodíky
PM <sub>10</sub>	Particulated matter (částicová látka) se střední hodnotou aerodynamického průměru 10 μm
ppb	Parts per billion (částic na jeden bilion)
ppm	Parts per milion (částic na jeden milion)
PPS	Prognózní a signální systém
REZZO	Registr emisí zdrojů znečišťujících ovzduší
SMS	Short Message Service (sytém podporující odesílání krátkých textových zpráv na mobilní telefon)
SO <sub>2</sub>	Oxid siřičitý
SZÚ	Státní zdravotní ústav
tj.	To je
tzn.	To znamená
tzv.	Takzvaně
UNEP	United Nations Enviromental Programme (Ekologický program spojených národů)
USA	Spojené státy americké
UV	Ultra fialové
VOC	Těkavé organické látky
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)
WMO	World Meteorological Orgaization (Světová meteorologická organizace)

## **Úvod**

Znečištění ovzduší je v Moravskoslezském kraji již léta aktuálním tématem. Průmysl s sebou za tu dobu přinesl spoustu kladů – nové výrobky, pracovní příležitosti, celkový rozvoj ekonomiky kraje s přínosy i pro celou ČR. Rozsáhlá průmyslová výroba má ale veliký dopad na životní prostředí, jsou znečišťovány vody, půda i ovzduší. Lidé, kteří v kraji pracují, zde většinou i žijí a proto jim nejsou životní podmínky lhostejné. Obzvláště v posledních letech vzrostl zájem obyvatel Moravskoslezského kraje o tuto problematiku, zejména jedná-li se o znečištěné ovzduší. Obyvatelé na vlastní kůži cítí, jaký vliv na organismus má špatný vzduch. Mají dýchací obtíže, pociťují slabost a únavu, mají potíže s kardiovaskulárním aparátem. Také patřím mezi lidi, které zajímá, v jakém prostředí žijí a protože pocházím z tohoto kraje, bylo pro mne toto téma velice atraktivní.

V ČR je dnes již mnoho organizací, které se zabývají měřením znečištění, vlivem na zdraví a obecně výzkumem v této oblasti. Mým úkolem je zde propojení oblasti životního prostředí, toxikologie, meteorologie a hlavně ochrany obyvatelstva. V práci se nejdříve zabývám vlivem znečištění na zdravotní stav obyvatel – to proto, aby bylo jasně vidět, jaký účinek znečištěné ovzduší má. Tedy pokud je znečištěné ovzduší, stoupá nemocnost akutních respiračních infekcí v kraji. Zde porovnávám data z ČHMÚ spolu s daty ze SZÚ ČR. Mým druhým cílem bylo zjistit, jak jsou lidé v Moravskoslezském kraji informováni o dané problematice a jestli jsou varováni v případě extrémního znečištění.

Protože jev znečištěného ovzduší v kraji není zrovna výjimečnou situací, provádím návrh na zmírnění dopadů znečištění v kritických dnech a způsob varování a informování obyvatelstva. Samozřejmě, mnoho lidí již vlastní internet, mohou si zakoupit noviny či sledují televizi, ale z vlastních zkušeností vím, že i když je trojnásobně překročená hranice imisního limitu, venku vesele pobíhají děti a babičky obdařeny notným množstvím plných nákupních tašek v rukou si klidně mašírují po městě. V tom případě musí být přeci někde chyba.

## **1. Teoretická část**

### **1.1 Základní pojmy problematiky znečištění ovzduší**

#### **1.1.1 Ovzduší**

Atmosféra Země prošla v posledních několika desítkách miliónů let značnými změnami. Ovšem její složení je téměř neměnné. Obsahuje 21 % kyslíku, 78 % dusíku, méně než 1 % argonu, 0,03 % oxidu uhličitého a stopové množství dalších plynů, aerosolu a další neškodné přímíseniny (33).

Mnoho z těchto příměsí se ale vyskytuje v ovzduší vlivem působení celé škály lidské činnosti a v množství, které mnohonásobně převyšuje přirozené pozadí. Některé tyto látky (plynné, kapalné či pevné) jsou dokonce přírodě zcela cizí. Pokud je množství, koncentrace, složení nebo kombinace těchto látek přítomno ve vzduchu, mluvíme o znečištění ovzduší (33).

Nejvýznamnějším antropogenním zdrojem jsou spalovací procesy. Nejde pouze o spalování fosilních paliv (spalovací motory, výroby energie, domácí topeniště), velký vliv má také metalurgie, chemický průmysl, zemědělství, spalování odpadů a jiné procesy (33). Ochrana ovzduší znamená dle zákona předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťujících látek tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší a poškozujícím ekosystémy spolu s vytvořením předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí, které byly znečištěním postiženy (42).

#### **Smog**

Znečišťující látky tvoří plyny a pevné látky. Mezi plyny můžeme zařadit oxid siřičitý, oxidy dusíku, oxid uhelnatý, uhlovodíky, ozón a další sloučeniny. Další látky se mohou vázat na aerosolové částice. Nebo je přímo vytváří. Jsou to například aromatické uhlovodíky, sloučeniny těžkých kovů, různé anorganické soli, mikrobi, vlákna a spory mikroskopických hub, části těla roztočů, pyl (33).

Slovo smog je kombinací anglických smoke (kouř) a fog (mlha) (4). Poprvé byl tento pojem použit v Anglii jako pojmenování situace, která nastala ve chvíli, kdy do ovzduší unikaly sloučeniny síry vlivem spalování uhlí a zároveň byl ve vzduchu přítomen oblak vodní páry (12). Jednotlivé látky či jejich skupiny jsou vázány na určité lidské aktivity. Tak se vytváří specifické druhy smogu (4).

**Fotochemický (letní) smog** vzniká v důsledku působení fotochemických oxidantů, jako je ozón, nitráty, oxidy dusíku a uhlovodíky. Pokud jsou tyto látky přítomny ve vzduchu a působí na ně spaliny z motorů a UV záření, jejich aktivita sílí a ovzduší se zhoršuje (33). Tento typ smogu vzniká zejména ve městech, kde je hustý automobilový provoz při horkém letním počasí a intenzivním slunečním záření. Příznivě na vznik letního smogu působí bezvětrí, protože spodní vrstva atmosféry není promíchávána. Hlavní složkou jsou výfukové plyny obsahující oxidy dusíku a zbytky organických sloučenin. V takové situaci vzniká ozón působením slunečního záření, který sám dráždí dýchací cesty a navíc reaguje s organickými sloučeninami a tak vytváří další dráždivé produkty (14).

**Redukční (zimní) smog** pak vzniká působením prachových částic, oxidu siřičitého a oxidu uhelnatého. Výrazný vliv na vznik smogu mají meteorologické podmínky (33). Nejlepší pro vznik smogu v zimním období je inverzní situace a vymizení cirkulace vzduchu tak, že se u zemského povrchu drží teplejší vrstva. Přízemní vrstva se nepromíchává, nefouká vítr. V takovém případě zůstávají spaliny ze všech zdrojů v přízemní vrstvě atmosféry, kde se vytváří dráždivé atmosférické prostředí a zvyšuje se pravděpodobnost vzniku infekčních onemocnění (14).

### **Emise**

Emisí nebo primárním znečištěním nazýváme vypouštění nebo únik znečišťujících látek do prostředí ze zdrojů znečištění. Emise pocházejí z různých zdrojů (dle třídění REZZO, viz dále) a jejich množství má klesající trend od zavedení emisních limitů daných vyhláškou Ministerstva životního prostředí číslo 117/1997 Sb. (33).



**Emisní limit** je nejvyšší přípustné množství znečišťující látky nebo jejich skupiny, které jsou vnášeny do ovzduší ze stacionárního zdroje. **Emisní strop** je nejvyšší přípustná koncentrace znečišťující látky, která je vnesena do ovzduší za kalendářní rok. Emisní limity a technické podmínky stanovuje Ministerstvo životního prostředí (42).

### **Imise**

Imise neboli *sekundární znečištění* je přítomnost znečišťujících látek v ovzduší nebo jejich vznik v ovzduší v důsledku fyzikálních a chemických pochodů. Množství imise je vyjadřováno jako koncentrace dané látky v  $\text{mg/m}^3$ ,  $\mu\text{g/m}^3$  či v jednotkách ppb (parts per billion) nebo ppm (parts per milion) (33).

Látky, které znečišťují přízemní část atmosféry, jsou měřeny pomocí sítě měřicích stanic. ČHMÚ provozuje tzv. automatický imisní monitoring (AIM), který zahrnuje desítky stanic v ČR a kde se měří koncentrace oxidu siřičitého, oxidů dusíku, prашného aerosolu různých velikostí, ozónu a dalších látek (33). Ministerstvo životního prostředí stanoví státní síť imisního monitoringu za účelem měření. Tuto síť zveřejňuje ve Věstníku Ministerstva životního prostředí (42).

Při hodnocení kvality ovzduší se porovnávají naměřené koncentrace imisí s denními a ročními imisními limity, které jsou platné pro území ČR. Tato data se statisticky zpracovávají, vyhodnocují a zveřejňují v ročenkách ČHMÚ i na internetových stránkách ČHMÚ (33).

**Imisní limit** je hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší, vyjádřena v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku vzduchu (17). Tento limit stanovuje zákon o ochraně ovzduší. Seznam imisních limitů dle tohoto zákona viz Tabulka 1 (42).

**Cílový imisní limit** je hodnota, která stanovuje úroveň znečištění ovzduší, která je určena za účelem omezení škodlivého působení na zdraví lidí a životní prostředí celkově, které je potřeba dosáhnout ve stanovené době dostupnými prostředky (17).

**Tabulka 1: Imisní limity pro látky znečišťující ovzduší v ČR**

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit (µg/m <sup>3</sup> )	Maximální počet překročení
Oxid siřičitý	1 hodina	350	24
	24 hodin	125	3
Oxid dusičitý	1 hodina	200	18
	1 kalend. rok	40	0
Oxid uhelnatý	maximální denní osmihodinový průměr	10 000	0
Benzen	1 kalend. rok	5	0
Částice PM <sub>10</sub>	24 hodin	50	35
	1 kalend. rok	40	0
Částice PM <sub>2,5</sub>	1 kalend. rok	25	0
Olovo	1 kalend. rok	0,5	0

*Zdroj: Zákon č. 201/2012 Sb. - o ochraně ovzduší a související předpisy*

### **Depozice**

Atmosféra má však několik vlastností, které pomáhají množství škodlivých látek v ovzduší redukovat. Jednou z těchto vlastností je proces jejího samočištění, což umožňuje depozice (ukládání) škodlivin na povrch vegetace, do půdy a do vody. Depozice atmosféry se vyjadřuje jako množství atmosférických příměsí na jednotku plochy povrchu země za jednotku času (33).

Mokrú depozice probíhá v důsledku vymývání škodlivin z atmosféry srážkami (děšť, námraza, rosa), suchá depozice se uskutečňuje při kontaktu prachových částic nebo plynů přímo s povrchem půdy, hornin, vegetace, živočichů a staveb. Český hydrometeorologický ústav provozuje měřicí stanice, kde se z týdenního odběru srážek zjišťuje množství škodlivin v nich obsažených. Poté se sestavují mapy depozice, tabulky, ročenky a statistiky určitého území (33).

### **1.1.2 Toxikologie znečišťujících látek**

#### **Obecné působení toxických látek v organismu**

Toxikologie je vědní obor, který se zabývá studiem toxických (nepříznivých) účinků xenobiotik (cizorodých chemických látek) a jejich směsí na živé organismy. Zkoumá schopnost xenobiotik vniknout do organismu, tam se distribuovat, metabolizovat a zbytky vylučovat z organismu. K identifikaci a stanovení množství

látky v organismu využívá toxikologie metody analytické a fyzikální chemie, navazuje na ekologii, zemědělství, botaniku, veterinární medicínu a další klinické obory, proto můžeme říci, že je oborem multidisciplinárním (29).

Schopnost látek působit na živé organismy toxicky nazýváme **toxicitou**. Chemická látka, která vykazuje toxické účinky, je nazývána **toxickou látkou**, **toxinem** (jde-li o látku produkovanou živými organismy) případně **toxikantem** (jedovatá látka, jed). Podle jedné z nejstarších definic dle Paracelsa jsou toxické látky definovány takto: „Všechny látky jsou jedy a závisí jen na dávce, kdy látka přestává být jedem.“ Dle této definice tedy mohou toxicky působit i látky s nízkou toxicitou, pokud jsou ovšem podávány v dostatečné dávce či jsou-li podávány po delší dobu nebo frekventovaně (29). Odpověď organismu na působení toxikantu je dána množstvím látky, která je metabolizována za jednotku času, její povahou a rychlostí detoxikace a vylučování z organismu (38).

**Riziko** v problematice toxikologie vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou se projeví nebezpečnost látky (toxicita) při definované expozici organismu dané chemické látky. Velikost rizika se stanovuje v procentech či na stupnici od 0 do 1. Nulové riziko tedy znamená, že organismus nebude vůbec poškozen a riziko 1 značí, že k poškození organismu dojde ve všech případech. Pokud známe kvantitativně vyjádřené riziko, můžeme jej nejen hodnotit, ale hlavně řídit. Je-li předmětem působení toxikantu člověk, hovoříme o **zdravotním riziku** (29).

**Expozice** je vystavení živého organismu účinku toxikantu, při níž dojde k jeho průniku do vnitřních částí daného organismu. Místa, kde dochází k průniku, nazýváme **brány vstupu**. Tou může být například gastrointestinální trakt, plíce, oční sliznice, kůže, žíla (intravenózní podání) apod. Zde se látka dále vstřebává, dochází k absorpci. Způsob průniku ovlivňuje výrazně její rychlost a rozsah. Zde se uplatňují nejrůznější mechanismy rozdělování molekul, difúze, ionizace a prostupů látek skrze různé druhy membrán v organismu (7). Pokud dochází k expozici skrze respirační systém (tedy v případě, že je látka ve vzduchu), toxikant téměř okamžitě přechází do krve bez detoxikace, protože to umožňuje rozsáhlá resorpční plocha plic. Tato plocha je velká cca 140 m<sup>2</sup> (38).

**Distribuce** neboli dodání látek do jednotlivých orgánů je důležitým předpokladem pro projev účinku toxikantu. Nejvíce se na systému distribuce podílí krevní řečiště, proto může vazebnost látky na bílkoviny krevní plazmy (převážně albuminy) ovlivnit její transport. Pokud je toxikant vázán na bílkoviny příliš silně, distribuce do cílových tkání se zpomaluje, snižuje se rychlost metabolismu a tím i odbourávání. Ovšem, dostane-li se do organismu další látka, která má větší afinitu (přitažlivost) k transportní bílkovině než první toxikant, vytěsňuje jej z vazby, uvolní jej do oběhu a tím zvýší jeho koncentraci a tím i toxický účinek (33). Distribuce je dále závislá na prokrvení jednotlivých tkání, na rozdělovacím koeficientu noxy mezi tkáně a krev, na polaritě a velikosti molekuly toxikantu, na stupni ionizace látky při konkrétním pH plazmy, proto nemůžeme předem vždy říci, jak se bude látka v organismu distribuovat, dokud neznáme konkrétní údaje (7).

**Eliminace/metabolismus** je proces, kterým organismus přetváří toxikant pomocí biochemických reakcí prostřednictvím biotransformace. Ta zahrnuje hydrolyzu, oxidaci, redukci, alkylaci, dealkylaci a konjugaci s kyselinami a je prováděna nejčastěji v játrech – jsou proto brána jako nejvýznamnější detoxikační orgán lidského organismu. Produkt, který vznikne při biotransformaci, nemusí mít vždy sníženou toxicitu nebo účinnost. Naopak často vznikají sloučeniny, které jsou účinnější než předchozí látka. Tento proces známe pod heslem *bioaktivace* nebo *letální syntéza* (33).

Pokud osoba zasažená toxikantem trpí poruchou jater, můžeme předpokládat sníženou biotransformaci, zvýšenou kumulaci škodlivých látek v organismu a s tím spojenou chronickou toxicitu látky (33).

**Exkrece** neboli vylučování probíhá především v ledvinách několika mechanismy. **Glomerulární filtrací** se vylučují látky, které jako volné molekuly, odcházejí spolu s filtrovanou vodou. Protože se koncentrace látky v plazmě nemění, neuvolňují se ani další molekuly látky z vazby na bílkoviny. Nevylučuje se zde tedy jen ten podíl látky, který je vázán na bílkoviny plazmy, a neprosteoupí stěnou glomerulu. **Tubulární sekrece** je aktivní vylučovací transportní proces, který má omezenou kapacitu. Zde není vazba na bílkoviny žádnou překážkou, protože tento mechanismus převádí samotnou volnou látku bez vody v odpovídajícím množství. Protože musí být zachován poměr mezi koncentrací volné a vázané látky, rychle se uvolňují další molekuly toxikantu

z vazby na bílkoviny. **Tubulární zpětná pasivní difuze** je důsledkem zvýšené koncentrace látek, vyloučených močí po zpětné reabsorbci velkého množství vody. Funguje u látek, které snadno prostupují biologickou membránou (neionizované a lipofilní). Oproti tomu **tubulární aktivní reabsorpce** je aktivní zpětný transport s kapacitou, která je limitována. Může být proto snížena látkami, které soupeří o stejný transportní mechanismus (33).

### **Kumulace látek v organismu**

Kumulace je pomalé hromadění toxikantu v organismu. Nebezpečím tohoto procesu je vznik **kumulativní intoxikace**. Při poruchách detoxikačních (játra) či eliminačních (ledviny, oběh) mechanismů se mohou kumulovat i látky, které se při normální funkci těchto orgánů odstraní rychle a bez obtíží. Proto se může kumulovat i látka, která běžně tuto schopnost nemá (33). Navíc existují tkáně, které jsou specifické schopností vázat na sebe toxikanty. Příkladem může být tuková tkáň – ta v době expozice organismu nebezpečné látce, látku pohlcuje a uchová. V době, kdy se začne tkáň tělem zpracovávat (kupříkladu začne hubnout), se spolu s tukem uvolňuje do organismu také toxikant. Nebezpečí hrozí v tom, že člověk může být časově vzdálen i roky od expozice a účinek nastává až nyní, proto je odhalení příčiny u takového stavu značně obtížné (7).

V ovzduší se vyskytuje mnoho látek, které mají z toxikologického hlediska kumulativní charakter. Jsou to například těžké kovy (olovo, arsen), anorganické i organické sloučeniny (včetně karcinogenů). Nejčastěji bývají navázány na prachové částice, které snadno pronikají i do nejnižších oblastí dýchacích cest, přecházejí do krve a kumulují se ve tkáních (18).

### **Průmyslová toxikologie**

Průmysl je jedním z nejzávažnějších zdrojů znečištění životního prostředí. Vznik a únik nebezpečných látek je otázkou vyspělosti technologických postupů, staré a technologicky méně náročné výroby jsou dlouhodobým zdrojem znečištění. Světový vývoj se ubírá směrem bezodpadovým – **cleaner production**, který využívá takové postupy, aby se vedlejší produkty ihned zpracovaly na jiné vhodné materiály. To

znamená velkou technologickou kázeň, dobré odborné znalosti a kreativní návrhy postupů pro zdokonalení výroby (33).

Průmyslová toxikologie tedy studuje látky, které produkuje chemický průmysl, jejich koncentraci v provozech a nebezpečnost. Stanovuje limity pro ochranu zdraví a navrhuje co největší minimalizaci poškození zdraví (29).

Každý průmyslový podnik si volí svou strategii pro ochranu životního prostředí. Tyto mohou být rozděleny do tří skupin. **Pasivní postoj** podnik vyjadřuje, pokud vykonává uložené úkoly a snaží se dodržovat předpisy a zákony. **Aktivní postoj** podniku znamená, že jsou sledovány nové techniky a podnik používá značnou část z obrátu na investice do rozvoje postupů tak, aby vyšel vstříc budoucím požadavkům. **Proaktivním postojem** potom nazýváme snahu podniku být „první v čele“ a přispívat k testování nových postupů a technik v oblasti ochrany životního prostředí. Předpovídá budoucí vývoj trhu a tomu se podřizuje. Hlavní myšlenkou těchto podniků je domněnka, že podobná opatření jsou nezbytná pro udržení vůdčího místa na trhu i do budoucna (5).

### **Toxikologie životního prostředí**

Toxikologie životního prostředí studuje znečištění životního prostředí (ovzduší, potravin, půdy a vody), chemickými látkami a jejich akutními i chronickými účinky na zdraví člověka a zvířat. Většina látek, která kontaminuje životní prostředí je produktem hospodářské činnosti člověka (likvidace odpadů, průmysl, zemědělství), proto má toxikologie životního prostředí mnoho společného s toxikologií průmyslovou (29).

**Ekotoxikologie** je součástí toxikologie životního prostředí, zaměřuje se však na studium vlivu toxických látek na dynamiku populace ve specifických ekosystémech. Mohou to být uzavřené malé oblasti, ale i kontinenty nebo celá Země. Aktuálním globálním problémem jsou zejména imise průmyslových plynů (SO<sub>2</sub>, oxidy dusíku, metan), kterými se zabývá hlavně klimatologie, ale zátěž působí také těžké kovy, pesticidy apod. Tyto látky tvoří dlouhodobou zátěž lidského organismu a o chronickém působení těchto látek víme zatím poměrně málo (29).

Škodlivou látku v prostředí rozeznáváme, dokud se koncentrace nebo množství nesníží pod hodnotu měřitelnou nebo přijatelnou, pokud se látka nezmění na netoxickou fyzikálními nebo metabolickými procesy (33).

Historicky se strategie v oblasti ochrany životního prostředí vyvíjela velice postupně. V poválečném období nastala éra absolutní ignorace vlivu lidské činnosti na životní prostředí. V průmyslové činnosti a výrobě vznikaly vedlejší produkty: znečištěný vzduch, voda a půda. Jak postupně docházelo k expanzi průmyslu, rostl blahobyt národa ale i škodliviny a odpady. Postupně se studiem, vzděláváním a výzkumem získávaly znalosti o negativních stránkách výrobní společnosti (5).

Poprvé s definicí čistší produkce přišla společnost Enviromental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí) v USA. Stala se tak směrodatnou pro činnosti s čistší produkcí jinde ve světě a je tak historickým mezníkem. Agentura definovala čistší produkci ve zprávě v roce 1986: „Čistší produkce znamená snížení množství odpadů a škodlivin unikajících do okolního prostředí. To platí pro škodliviny, které vznikají ve výrobě, jsou upraveny v zařízení pro čištění odpadních plynů a odpadních vod a skladovány či deponovány“ (5).

## **1.2 Látky znečišťující ovzduší v Moravskoslezském kraji**

### **1.2.1 Oxid siřičitý**

#### **Popis látky, vlastnosti**

Oxid siřičitý je bezbarvý plyn, jeho příprava se provádí rozkladem siřičitanů neoxidující kyselinou (uvolní se  $H_2SO_3$ , která se rozkládá dále na  $SO_2$  a  $H_2O$ . Ve velkém měřítku vzniká spalováním síry či oxidací sulfidů) (16). Velké množství sirných sloučenin obsahuje palivo. Všechny tyto sloučeniny, které palivo obsahuje, přechází do spalin (14). Může být považován za typický jed životního prostředí. V posledních letech jeho koncentrace v ovzduší klesá, což je způsobeno zavedením filtrů do průmyslových podniků i motorových vozidel (19).

### **Účinky na lidský organismus**

Oxid siřičitý má dráždivé účinky, alhydrid kyseliny siřičité přímo dráždí dýchací cesty (18, 19). Pokud je koncentrace SO<sub>2</sub> ve vzduchu vysoká, může způsobit zhoršení plicních funkcí a změnu vitální kapacity plic (18). Dále se jeho vliv stále více připisuje vzniku stenózující laryngotracheitidy u dětí, ovšem jednoznačná souvislost zde zatím nebyla jasně prokázána (19).

### **Limity, zdroje, ochrana před působením SO<sub>2</sub>**

Imisní limit hodinového průměru pro oxid siřičitý v ČR je 350 µg/m<sup>3</sup>. Tato hodnota přitom nesmí být překročena více než 24x za kalendářní rok. 24 hodinový průměr je pak stanoven na 125 µg/m<sup>3</sup>. Za rok nesmí být překročena více než 3x (18).

Zdrojem této látky v ČR je hlavně spalování fosilních paliv – uhlí a těžkých olejů, a tavení rud s obsahem síry (18). V ovzduší rychle přechází na kyselinu sírovou, ta pak způsobuje tvorbu zimního smogu a tvoří také základní složku kyselých dešťů (14).

Ochranou před působením SO<sub>2</sub> je izolace od znečištěného ovzduší. To bývá často problémem v zatížených oblastech, protože není snadné takové místo najít. Obecně však platí zásady nevycházet z domu, větrat krátce a intenzivně a sledovat situaci (11).

## **1.2.2 Oxidy dusíku**

### **Popis látky, vlastnosti**

Oxid dusnatý NO, je bezbarvá plynná látka, která se velice dobře slučuje s kyslíkem a to už za nízkých teplot, čímž vznikne nová molekula 2 NO<sub>2</sub>. Oxid dusičitý NO<sub>2</sub>, je také bezbarvá látka, která je ale stálá pouze za nižších teplot (16). Dá se říci, že oxidy dusíku vznikají reakcí kyslíku a dusíku ve vzduchu a množství, které při tom vznikne, je závislé na teplotě (14).

Dusičnany (nitráty) anorganické či organické jsou užívány v průmyslu (hnojiva, exploziva, konzervační látky), medicíně (vasodilatancia, antidiarhotika, součásti mastí) Dusitany (nitrily) se používají v průmyslu (30).



### **Účinky na lidský organismus**

Prostřednictvím respirační soustavy se oxidy dusíku mohou vstřebat, jsou-li přítomny ve vdechovaném vzduchu například v blízkosti cest (30). Nejnebezpečnějším oxidem dusíku z hlediska působení na lidské zdraví je NO<sub>2</sub>. Jeho expozice ovlivňuje plicní funkce a zhoršuje funkce imunitního systému (18). Díky jeho dobré rozpustnosti ve vodě se až 60 % absorbuje přímo v plicích, bylo však zjištěno, že pro akutní expozici je potřeba koncentrace překračující hodnotu 1880 µg/m<sup>3</sup> aby ovlivnila zdravého jedince a až 4000 µg/m<sup>3</sup> teprve způsobí zúžení průdušek. U nejcitlivějších astmatiků vyvolá problémy již koncentrace 200 µg/m<sup>3</sup>. Řada studií potvrdila, že zvýšená koncentrace NO<sub>2</sub> ve vzduchu způsobuje astmatické potíže u dětí a jejich následnou hospitalizaci. Ve výsledcích studií je ale problém oddělit účinek NO<sub>2</sub> od účinku ostatních toxikantů ve vzduchu, které mají za následek obdobné potíže (například PM částice), proto se tyto výsledky berou s určitou mírou rezervy (27).

### **Limity, zdroje, ochrana před působením NO<sub>x</sub>**

V ČR se měří oxidy dusíku jako NO<sub>2</sub>, kdy je hodinový průměr stanoven na 200 µg/m<sup>3</sup>. Tato hodnota nesmí být překročena více než 18x za kalendářní rok. Pro celoroční průměr je dána maximální hodnota 40 µg/m<sup>3</sup> (18). Roční koncentrace NO<sub>2</sub> v obydlených částech měst se pohybuje mezi 20-90 µg/m<sup>3</sup> (27). Limity NO<sub>x</sub> nejsou překračovány příliš často. V Moravskoslezském kraji došlo k překročení pouze na jediné měřící stanici. Může to být ale způsobeno tím, že v oblastech, kde by mohla být hodnota zvýšená (například u cest) se nenachází mnoho měřících stanic (18).

Hlavní zdroj emisí oxidu dusíku v ČR představuje silniční doprava a také spalovací procesy ve stacionárních zdrojích (18). Je dráždivou složkou spalin a také jedním z tvůrců zimního i letního smogu. V ovzduší přechází na kyselinu dusičnou a je složkou kyselých dešťů (14).

Ochranou před NO<sub>x</sub> je zdržování se emisních zón – místům u silnic a cest převážně je-li hlášena inverze či jiná nepříznivá meteorologická situace. Jako u všech ostatních toxikantů platí sledovat situaci a postupovat podle pokynů na stránkách dané obce či na serveru ČHMÚ (11).

### **1.2.3 Ozón**

#### **Popis látky, vlastnosti**

Ozón je sloučenina tří atomů kyslíku O<sub>3</sub>.. Je to radikál, který vzniká reakcí s dalšími součástmi chemických látek v ovzduší (NO<sub>x</sub>, organické látky – prekurzory) a působí jako silné oxidační činidlo. Rozlišuje se **stratosférický** ozón, který se nachází v ozónové vrstvě a chrání Zemi před slunečním zářením a ozón **troposférický**, který se nachází v tzv. dýchací zóně, a kde nám může ublížit, pokud se zde vyskytuje ve vyšších koncentracích. Protože vzniká druhotně, nedá se ovlivnit redukcí zdroje emise, jak se provádí u jiných škodlivin (například SO<sub>2</sub>) (28).

#### **Účinky na lidský organismus**

Ozón je velice účinný oxidant. Poškozuje dýchací soustavu, dráždí ji a způsobuje morfologické, biochemické a funkční změny, čímž zároveň snižuje obranyschopnost organismu, způsobuje poruchy dýchání, silné bolesti hlavy, závratě i horečky (18, 19). Výše uvedené potíže nastanou, je-li koncentrace ve vdechovaném vzduchu větší než 0,1 ppm. Pokud je koncentrace ještě vyšší, může vzniknout edém plic. Při chronické expozici způsobuje koncentrace 0,2 – 0,3 ppm změny v plicní tkáni, silné bolesti za hrudní kostí a může tak způsobit příznaky podobné akutnímu infarktu myokardu (19). Podle WHO se první příznaky (snížení funkce plic) vyskytnou při překročení průměrné hodinové koncentrace 160 µg/m<sup>3</sup> a jeho účinky mizí z 50 % do několika hodin a zbývajícím 50 % účinku může trvat až týden než úplně odezní (28).

### **Limity, zdroje, ochrana před působením O<sub>3</sub>**

V ČR je cílový imisní limit pro ochranu zdraví lidí jako maximální denní osmihodinový klouzavý průměr stanoven na 120 µg/m<sup>3</sup>. Koncentrace ozónu závisí zejména na aktivitě slunečního záření a na množství prekursoru ozónu v ovzduší. Nejméně zatížené lokality jsou ve městech, kde je ozón odbouráván chemickou reakcí s NO (18).

Ozón je látka sekundárně znečišťující, nemá tedy vlastní emisní zdroj. Jeho vznik je podmíněn mnoha faktory: slunečním zářením, komplikovanou soustavou fotochemických reakcí mezi oxidy dusíku, těkavými organickými látkami (uhlovodíky) a dalšími složkami atmosféry. Všechny tyto polutanty vznikají v souvislosti s automobilovou dopravou (18).

### **1.2.4 Suspendované částice frakce - PM částice**

#### **Popis látky, vlastnosti**

Mezinárodně užívaná zkratka pro prachové částice je PM a znamená particulated matter (částicová látka). Tyto částice tvoří popílek a zbytky nespálených látek. Jejich vznik závisí na použitém palivu a ochranné koncové technologii (14). PM částice se dají členit podle velikosti a podle toho, s jakými látkami se spojují. Velikost se označuje číslem, které udává jeho velikost v µm. Tedy například PM<sub>10</sub> znamená, že střední hodnota aerodynamického průměru dané částice je 10 µm (22).

#### **Interakce s dalšími látkami (benzo-a-pyren, těžké kovy)**

##### **Benzo-a-pyren**

Tato látka patří mezi polyaromatické uhlovodíky (PAH). Vzniká především nedokonalým spalováním fosilních paliv ve stacionárních i mobilních zdrojích (spalování nafty), při výrobě železa a koksů. Částice Benzo-a-pyrenu, hlavního zástupce PAH se navazují na PM<sub>2,5</sub> (sorbuje na povrchu částic) a přetrvávají v atmosféře dny až týdny, proto se mohou přenést na velmi velkou vzdálenost (18).

Téměř všechny PAH, včetně Benzo-a-pyrenu mají karcinogenní účinky na lidský organismus. Imisní limit v ČR pro Benzo-(a)-pyren je stanoven jako celoroční průměr na  $0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Například v roce 2010 byla největší roční průměrná koncentrace naměřena ve stanici Ostrava-Radvanice ( $7,2 \text{ ng}/\text{m}^3 = 0,0072 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), limit byl překročen 7 krát. Benzo-(a)-pyren je sledován pouze na 33 stanicích v celé ČR, z toho na 23 lokalitách roční průměrné koncentrace překročily limit ( $1 \text{ ng}/\text{m}^3 = 0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (18).

### **Těžké kovy**

Těžké kovy, které jsou přítomny jako polutanty v ovzduší, jsou olovo, kadmium, arsen. Ovšem žádný z těchto kovů nepřekročil v posledních letech v ČR stanovený cílový imisní limit (18).

### **Účinky látky na lidský organismus**

Suspendované částice mají na lidské zdraví velice významný negativní vliv. Zdravotní důsledky expozice těchto částic se projevují již při velice nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice koncentrace, která je bezpečná. Zdravotní rizika se velice liší – závisí na množství částic v ovzduší, velikosti, tvaru a chemickém složení (18).

Proto je jejich působení na lidský organismus velice rozmanité – mohou způsobovat zánětlivá onemocnění plicní tkáně, oxidativní stres organismu a snížení funkce imunitního systému (18). Částice ve vdechovaném vzduchu přímo dráždí dýchací cesty, mohou způsobovat změnu struktury i funkce plicního řasinkového epitelu, zvyšovat produkci hlenu a snižovat samočisticí funkci plic (22). Pokud se na ně naváží jiné částice (například polyaromatické uhlovodíky) způsobují karcinogenní pochody v plicní tkáni (14).

Je-li koncentrace těchto částic ve vzduchu výrazněji zvýšená, mohou přispívat ke kardiovaskulárním onemocněním, způsobovat akutní trombotické komplikace, snižovat plicní funkce a zvyšovat tak úmrtnost (18). Pokud je organismus frakcím vystavován dlouhodobě, může dojít k chronické obstrukční plicní nemoci s následným přetížením pravé srdeční komory a k selhávání oběhu (22).

Částice  $\text{PM}_{10}$  pronikají do dolních cest dýchacích, ale až na úroveň sklípků se nedostanou (22). Nejhorší účinky mají proto částice  $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{PM}_1$ , které se po vdechnutí

dostanou až do nejnižších částí dýchacího systému, plicních sklípků (18). Také na sebe mohou stejně dobře navázat perzistentní organické látky (i karcinogeny) a těžké kovy (18).

V plicích se nacházejí specializované buňky - makrofágy, které jsou schopny pohlcovat cizorodé látky. Při tomto procesu se uvolňují zvláštní látky, které způsobují zánětlivou reakci v tkáni plic a přestupují do krevního řečiště. Tam dojde k uvolňování volných radikálů v leukocytech, a vzniká tak oxidační stres. Oxidační stres ovlivňuje metabolismus tuků, vede k poškození tepenných stěn a má za následek zvýšené ukládání tuků do arterií, rozvíjí se tak ateroskleróza (20).

Z toho tedy vyplývá, že frakce nemají vliv pouze lokální v plicní tkáni, ale jejich spektrum je mnohem širší – způsobují kornatění tepen a zvyšují tak riziko infarktů, cévních mozkových příhod a dalších ischemických chorob (22).

### **Limity, zdroje, ochrana před působením PM částic**

V ČR je imisní limit vyjádřen jako  $PM_{10}$  pro 24hodinový průměr stanoven na  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hodnota nesmí být překročena více než 35x za kalendářní rok a celoroční průměr nesmí být vyšší než  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (18).

Hlavním zdrojem emisí suspendovaných částic v ČR jsou spalovací zdroje (průmyslové i domácí), doprava, fugitivní emise z průmyslu, báňská činnost a stavební práce. Tyto částice jsou hlavním problémem v oblasti ochrany ovzduší. Region Ostravsko-Karvinska je dlouhodobě nejvíce zatíženou oblastí v rámci České Republiky. Na koncentraci částic mají také značný vliv rozptylové podmínky a meteorologie. Vyšší poměr  $PM_{2,5}/PM_{10}$  na různých lokalitách kraje souvisí s velkým podílem průmyslových zdrojů v Ostravsko-Karvinské oblasti (18).

Jedinou ochranou před PM částicemi je prakticky co nejmenší styk s nimi. Tedy pokud se lze znečištěnému vzduchu vyhnout. To znamená zavřít okna a dveře, větrat pouze krátce a intenzivně, případně si pořídit polomasku proti venkovnímu znečištění. Protože nebylo zjištěno množství, které neuškodí, je pro obyvatelstvo rizikem i malé zvýšení hodnoty prашného aerosolu. Platí však, že čím vyšší hodnota frakce, menší velikost a delší expozice, tím je účinek horší (22, 28).

### **1.2.5 Benzen**

#### **Popis látky, vlastnosti**

Benzen je organická sloučenina charakteristické šestiúhelníkové vazby se zvláštní energetickou stabilitou. Všechny jeho vazby uhlík-uhlík jsou stejně dlouhé, čímž získává molekula pravidelný tvar. Prvky molekuly jsou schopné vázat na sebe prvky další, čímž vzniká nesčetné množství nových sloučenin (21).

#### **Účinky na lidský organismus**

Expozice benzenu způsobují nesčetné poruchy (18). Látka má nízkou akutní toxicitu, ale vyšší toxicitu chronickou. Působí hematotoxicky (poškozuje krev a krvetvorbu), genotoxicky (způsobuje přestavbu genetické informace buněk), imunotoxicky (brzdí imunitní odpověď organismu), karcinogenně. Karcinogenní účinek je v případě benzenu ten nejzávažnější – může způsobit například akutní leukémii, nádory jater, prsu a nosních dutin (22).

#### **Limity, zdroje, ochrana před působením benzenu**

Imisní limit benzenu pro celoroční průměr je maximum  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hlavním zdrojem v ČR je převážně automobilová doprava a spalovací procesy ve stacionárních zdrojích. Benzen, který obsahují výfukové plyny je většinou nespálený benzen z paliva. Vyšší koncentrace je způsobena průmyslovou činností (výrobou koksu a anilínu). V posledních letech byl limit několikrát překročen na stanici ČHMÚ Ostrava - Přívoz (18).

### **1.3 Vliv toxických látek v ovzduší na lidské zdraví**

Vliv látek toxických na lidský organismus, které se vyskytují v ovzduší, není zanedbatelný. Důsledky takového působení poté mohou být akutní nebo chronické. To záleží na množství, koncentraci, četnosti expozice a dalších vlivech. Níže se zaměříme na působení toxikantů v respiračním systému a dále na jejich celkový účinek (33).

#### **1.3.1 Lokální působení**

Respirační systém umožňuje svou velkou resorpční plochou rychlý vstup a prostup nejrůznějších látek do krve bez detoxikace, proto jsou plíce častým místem vstupu toxikantů do organismu (38, 33). Inhalace (vdechnutí) látek, které jsou rozpustné ve vodě, umožní rozpuštění hleny respiračního systému, a pohybem řasinek a obrannými reflexy je jejich velká část likvidována a odstraňována z těla. Tyto látky způsobují často dráždění dýchacích cest a stahy v dýchacích cestách. Pokud je překročeno množství látek v inhalovaném vzduchu, je překročena obranná schopnost horních cest dýchacích a toxikant pronikne do plicních sklípků. Tak může způsobit plicní edém (otok plic). Například páry kyseliny chlorovodíkové, chloru (38).

Látky, které jsou ve vodě méně rozpustné, nejsou zastaveny obrannou reakcí řasinek ani reflexy a působí tak přímo v plicních sklípcích. Rychlost vstřebávání v plicích závisí na prokrvení plicního řečiště. Jemné prachové částice mohou proniknout také až do plicních sklípků, vyvolávají proliferativní reakci. Například oxid křemičitý může vyvolat silikózu, křemičitan hořečnatý azbestózu (38).

#### **Akutní**

Akutní bronchitida je zánět průdušek způsoben buďto infekční či neinfekční příčinou (36). Uvádí se, že znečištění ovzduší sice nemusí vyvolat zánět, ale může jej zhoršit. Případné oslabení imunity způsobené častým vdechováním toxikantů v ovzduší vede ke snadšímu onemocnění akutní respirační infekcí (31). Látek, způsobujících akutní potíže v dýchacích cestách, je mnoho, ale ve většině případů jsou navázány na prachové částice (71).

### **Chronické**

Plicní fibrotizující procesy jsou definovány jako difuzní vazivová přestavba plicního parenchymu, která vede k destrukci fyziologické architektury plic a ztlustění stěny plicních sklípků, čímž dojde k jejich redukci. Je zde poté snížena difúze krevních plynů, zmenšená vitální kapacita plic a snížená efektivita dýchání. Rozvinutá plicní fibróza je ireverzibilní stav, ale procesy, které k ní vedou, jsou v různé míře ovlivnitelné. Toto onemocnění může být způsobeno účinkem škodlivých toxikantů v ovzduší, které přímo poškozují plicní epitel, například různě veliké prachové částice, oxid siřičitý, oxidy dusíku (24).

Chronická katarální laryngotracheitida je další onemocnění, kde se uvádí jako jedna z příčin prašnost prostředí. Toto onemocnění je zánětlivého charakteru a způsobují jej prachové částice s větším průměrem – PM<sub>10</sub> (20).

Chronická bronchitida je onemocnění charakteristické pro obyvatele průmyslových oblastí a jiných sektorů s množstvím exhalací znečišťujících ovzduší. Morfologicky jde o nehnisavý či hnisavý zánět, diagnóza je určena klinickým nálezem a anamnézou kašle s vykašláváním trvajícím nepřetržitě tři měsíce v roce po dobu dvou po sobě jdoucích let. Postihuje nejen velké větve respiračního stromu, ale také menší větve a průdušinky. Sliznice plic je při takovém onemocnění překrvená, ztlustělá otokem, infiltrovaná záněty a je zde přítomno větší množství hlenotvorných žlázek, než je obvyklé. Samozřejmě je porušena fyziologická funkce plic, organismus není dostatečně vyživován kyslíkem, klesá jeho saturace. To vede k dalším obtížím (36).

Citlivý epitel cylindrického charakteru, který je v plicích přítomen, se vlivem působení polutantů v ovzduší přeměňuje na dlaždicový mnohvrstevný (dlaždicová metaplazie). Další vystavování toxikantům může případně vyústit až v karcinom plic (36). Zevní vlivy jsou uváděny jako jedna z příčin nádorů plic (35). Zhoubné nádory jsou mnohem častější než nezhoubné. Jedna z příčin jeho vzniku je inhalace výfukových plynů a vdechování dalších chemických látek, které se do těla dostanou ze znečištěného ovzduší – oxidy dusíku, prachové částice a látky karcinogenního charakteru, které jsou na ně navázané (20).



Inhalace anorganických prachů může vést i k onemocněním, které nazýváme pneumokoniózy. Na inhalaci prachových částic reagují imunokompetentní buňky zánětem plic, což pokračuje v postižení plicního intersticia. Nejzávažnějšími druhy pneumokoniózy jsou silikóza a pneumokonióza uhlokopů. Příčina obou těchto onemocnění je inhalace minerálních prachů. Obě tyto nemoci se rozvíjejí postupně a mohou vyústit v plicní fibrózu, která se projeví ventilačními poruchami, snížením schopnosti plic plnit svou funkci. Léčba na tato onemocnění neexistuje (23).

### **1.3.2 Celkové působení**

Pokud se nezabrání častému vystavování znečištěnému ovzduší v případě probíhající chronické bronchitidy, může se tento stav dále rozvíjet jako celkové působení na organismus. Vzniká chronická obstrukční brochnopulmonální nemoc. Ta je charakteristická dušností, zmodráním okrajových částí těla, v krvi je snížen obsah kyslíku (hypoxémie) a zvýšené množství oxidu uhličitého (hyperkapnie). Postupně se vyvine selhávání pravé srdeční komory jako kompenzace nedostatku kyslíku v krvi a tkáních. Dále mohou na porušenou tkáň respiračního systému nasedat drobné infekce. Jako etiopatogeneze tohoto onemocnění je krom vlivu kouření uváděn také vliv siřičitých a jiných exhalátů v ovzduší – na ty totiž reaguje plicní tkáň stejně jako na cigaretový kouř – tvoří se hlen, přestavuje se epitel a snižuje se obranná funkce plic (36).

Celkové působení vdechovaných látek se může projevit až na úrovni kardiovaskulárního systému. Jisté studie ze zahraničí ukázaly, že krom pneumonií a jiných systémových zánětlivých onemocnění, má znečištění ovzduší také vliv na rozvoj aterosklerózy, což se může přímo vázat na kardiovaskulární úmrtnost. Viz výše - částice PM. Vznik aterosklerózy ale není jediný důsledek zvýšeného výskytu pevných škodlivin v ovzduší. Na podkladě zvýšené dráždivosti centrální nervové soustavy a reakce imunitního systému na znečištěné ovzduší se mohou objevit také přímo život ohrožující arytmie (fibrilace komor), dysfunkce srdečního endotelu, vyšší viskozita plasmy a zvýšení hodnoty C - reaktivního proteinu v krvi (37).

C - reaktivní protein je zánětlivý krevní marker, jehož hodnoty jsou zvýšeny při akutní fázi patologických stavů. Tvoří se v játrech a k jeho aktivaci dochází při zvýšené funkci nespecifické imunity v organismu (10).

Například na modelu králíků, kteří měli zvýšenou hodnotu lipidů v krvi, bylo zjištěno, že expozice inhalovanému prachu způsobuje tvorbu aterosklerotických plátů v cévách dokonce s predispozicí k poruchám celistvosti krevních cév. Tento výzkum je zatím v průběhu, ale již je jasné, jaká je jeho důležitost pro zdraví veřejnosti. Nejen u nás, v ČR, ale prakticky na celém světě vznikají emise v ovzduší při spalování fosilních paliv a dopravě (37).

### **1.3.3 Výpočet zdravotních rizik**

Zdravotní rizika se dají odhadnout/vypočítat metodickými postupy, kterými se zabývají společnosti na ochranu životního prostředí a zdraví. Například Americká agentura pro ochranu životního prostředí či Světová zdravotnická organizace se věnují výpočtům zdravotních rizik. V ČR se takovému výzkumu věnuje Ministerstvo zdravotnictví a Ministerstvo životního prostředí (27).

Zdravotní riziko můžeme definovat jako pravděpodobnost změny zdravotního stavu u exponovaných osob. Při hodnocení zdravotního rizika se postupuje podle těchto kroků:

1. Určení zdravotní nebezpečnosti – sleduje se látka, faktor nebo komplexní směs, která je schopná vyvolat nežádoucí zdravotní účinky.
2. Odhad dávkové závislosti – jak se intenzita, frekvence či pravděpodobnost účinku mění s dávkou.
3. Odhad expozice – zda (a do jaké míry) je vystavena populace působení sledované látky nebo faktoru v určitém prostředí. Sestavuje se expoziční scénář, představa, jakými cestami a jak je konkrétní populace exponována určité látce a v jaké dávce.
4. Charakterizace rizika – zde se spojují poznatky, které vyplývají ze všech kroků včetně nejistot, závažnosti a slabých stránek materiálů, které byly použity. Cílem je dospět ke kvantitativnímu vyjádření míry zdravotního rizika pro určitou lokalitu za dané situace (27).

## **1.4 Meteorologické podmínky v ČR a jejich vliv na znečištění ovzduší**

### **1.4.1 Tlak vzduchu a proudění**

Tlak vzduchu je síla, kterou tíha atmosféry působí na jednotku plochy zemského povrchu. Taková síla není stejná na všech místech Země - ovlivňuje ji rozdělení slunečního záření, rotace Země i charakter jejího povrchu. Protože tlak není rovnoměrný, musí existovat kompenzační mechanismus, který snižuje jeho rozdíly. Tímto mechanismem je proudění vzduchu - vítr. Tlak vzduchu lze měřit prostřednictvím barometrů a vyjadřuje se jednotkou hektopascal (hPa) (6).

Průměrný tlak vzduchu v ČR je vyjadřován tvarem dvojité vlny s hlavním maximumem kolem 11. hodiny, v létě 10. Druhé maximum tlaku je na jaře a v létě kolem půlnoci až první hodiny ranní, na podzim a v zimě tlak stoupá přibližně ve 23 hodin. Hlavní minimum tlaku je kolem 18. hodiny na jaře a v létě, přibližně v 17. hodinu na podzim, a v zimě přichází tlakové minimum už kolem 16. hodiny. Druhé, vedlejší minimum nastává mezi 4. a 6. hodinou - na jaře a v létě je to dříve, v zimě později. Denní tlakové rozdíly jsou zapříčiněny hlavně přitažlivostí Slunce a denním teplotním cyklem. Hodnoty tlaku vzduchu se v ČR pohybují nejčastěji v rozmezí 967 hPa až 1057 hPa (6).

Proudění vzduchu v atmosféře je z největší části dáno polem atmosférického tlaku, které lze zobrazit prostřednictvím **izobar**. Izobary jsou křivky, které spojují místa se stejným atmosférickým tlakem na zemském povrchu (přepočteným na hladinu nad mořem). Mezi základní tlakové útvary na zemi můžeme zařadit: tlakové níže, výše, hřebeny vysokého tlaku a brázdy nízkého tlaku (9).

Tlaková níže (*cyklona*) je oblast, kde je atmosférický tlak nižší než tlak okolí. Opakem tohoto úkazu je tlaková výše (*anticyklona*) - oblast, kde je atmosférický tlak vyšší než okolní tlak. Pokud ale chceme takovouto oblast označit, ať už se jedná o cyklonu či anticyklonu, musíme mít k dispozici uzavřené izobary, které se nacházejí blízko centra takového útvaru. Pokud se kolem jeho centra izobary neobjevují, nazýváme takovou oblast jako hřebeny nebo pásy tlaku vysokého či naopak brázdy a pásy tlaku nízkého (9).

Vítr se snaží vyrovnávat rozdíly mezi různými druhy tlaku a směřuje z oblastí s vyšším tlakem vzduchu do míst s nižším tlakem (6). Vane ve volné atmosféře podél izobar a to stále stejným principem - na severní polokouli máme vpravo vyšší tlak a vlevo nižší a na jižní polokouli obráceně pokud stojíme zády proti směru proudění (9). Jeho směr pak ovlivňuje také uchylující síla zemské rotace (Coriolisova síla), odstředivá síla, třecí síla a jiné vlastnosti zemského povrchu - převážně jeho tvar (6).

#### **1.4.2 Teplota vzduchu, teplotní gradient**

##### **Teplotní inverze**

Inverze teploty zemské atmosféry znamená, že v určité její vrstvě roste teplota spolu s výškou. Je to nejstabilnější stav atmosféry, jsou potlačovány vertikální pohyby a míchání vzduchu a znečišťující příměsi ovzduší nejsou rozptylovány. Inverze může nastat **přízemní** - pokud vrstva s růstem teploty vertikálně začíná přímo u zemského povrchu a **výšková** - když dolní hranice („začátek“) se nachází až v určité výšce. Dále budou popsány možnosti vzniku přízemní inverze (9).

##### **a) Radiační inverze**

Tento typ přízemní inverze vzniká tak, že elektromagnetické záření ze zemského povrchu spotřebuje energii tepla, čímž se povrch ochladí. V noci poté chybí příkon slunečního záření, který by normálně tento nedostatek tepla kompenzoval. Tím se zemský povrch ještě více ochladí a toto ochlazení přechází postupně do vrstvy vzduchu, která na zemský povrch přiléhá. Problém nastane v zimě, protože příkon slunečního záření je menší než v letních měsících, a proto může vzniknout radiační teplotní inverze i během dne. Ztráty tepla, které vznikají na zemském povrchu, totiž nejsou kompenzovány slunečním zářením v dostatečné míře, protože slunce je ve velmi malých výškách nad obzorem (9).

Je zde ovšem přítomno ještě několik faktorů, které vzniku radiační inverze napomáhají. Prvním je druh terénu v určité oblasti. Protože prochlazený vzduch je těžší než teplejší, sestupuje dolů, například podél svahů či jiných geologických výstupů. Problémy s radiační inverzí tedy pociťují oblasti pod horami, v kotlinách, údolích. Druhým faktorem je přítomnost sněhu. Ten odráží sluneční záření během dne a navíc brání přivedu tepla ze zemského povrchu a izoluje tak atmosféru od kvalitního tepelného zdroje (9).

#### **b) Advekční inverze**

Přízemní inverze advekčního typu vzniká, pokud proudí teplý vzduch nad studenějším zemským povrchem a předá mu svou teplotu. Tato situace vzniká zejména v zimě, pokud proudí teplejší oceánský vzduch nad chladným kontinentem. Pokud je opět přítomna sněhová pokrývka, probíhá tato výměna tepla ještě snáze - vzniká tzv. sněhová inverze (9).

#### **c) Frontální inverze**

Tento typ inverze nastává, jak už název napovídá, při pohybu front o různých teplotách a vytváří se zde přechodová teplotní vrstva mezi dvěma frontami. Frontální inverze může vzniknout na obou frontách: na teplé frontě se nasune relativně teplý vzduch nad studený a na studené frontě, kde těžší studený vzduch zatlačuje teplejší a částečně frontou proniká, jakoby ji nadzvedával (9).

### **1.4.3 Déšť, sníh**

#### **Dešťové srážky**

V ČR jsou srážky typické proměnlivostí v prostoru a čase, kterou ovlivňují fyzikální procesy jejich vzniku a charakteristikou našeho území. V období zimního půlroku (říjen - březen) se srážky váží především na přechody frontálních systémů a tlakových níží s oblačností ve vrstvách, jsou méně intenzivní s delší dobou trvání. Oproti tomu v letním půlroce (duben - září) vznikají srážky při tvorbě kupovité až bouřkové oblačnosti. Tento typ srážek je kratšího trvání a větší intenzity (6).

### **Sníh, sněžení**

Ve vysokých horských polohách je v průměrné sezóně počet dní se sněžením 110, v nížinách je to 45. V horských oblastech nezaznamenává ČHMÚ velký rozdíl mezi jednotlivými zimními měsíci (prosinec - březen), v nížinách je největší počet dní se sněžením 12 - 15 dní v lednu (6).

#### **1.4.4 Příkladové situace**

Například v lednu roku 2010 byl v oblasti Moravskoslezského kraje zaznamenán vysoký tlak vzduchu se středem nad severním Ruskem s nízkými teplotami vzduchu. Tato meteorologická situace držela škodliviny v ovzduší nízko u země bez možnosti rozptýlu a to v celé oblasti Moravskoslezského kraje, části Olomouckého kraje a celé oblasti Slezského vojvodství v Polsku. V tomto období 24 hodinová průměrná koncentrace suspendovaných částic PM<sub>10</sub> souvisle po několik dnů překračovala vícenásobně hodnotu denního imisního limitu (8).

Informace dosud uvedené proto jednoznačně potvrzují vliv meteorologických podmínek nejen na vznik, ale také na průběh a konec smogové situace. Pokud dojde k poklesu rychlosti větru a poklesne také gradient teploty vzduchu, úroveň znečištění se zvyšuje. Koncentrace znečištění poté poklesne, až pokud se zesílí proudění vzduchu a naruší se teplotní inverze. Z toho také vyplývá, že k situacím, kdy bude koncentrace PM<sub>10</sub> násobně překračovat imisní limit, bude docházet i nadále (8).

## **1.5 Měření znečištění ovzduší**

### **1.5.1 Imisní monitoring**

Imisní situace je míra znečištění venkovního ovzduší. Protože se dají hodnoty znečišťujících látek dobře měřit, využíváme tzv. **imisní monitoring**. Kvalita ovzduší se poté hodnotí tak, že se srovnají naměřené hodnoty koncentrací s hodnotami imisních limitů. Může se zde také řešit četnost překročení imisních limitů, které jsou dány legislativou (9).

Měření, která se soustředují na kvalitu ovzduší a kontroly zdrojů znečištění, musí mít veličinu (např. hmotnostní koncentrace látky) specifikovanou dále čtyřmi parametry: místem měření, dobou trvání odběru, měřenou složkou (tou může být znečišťující látka ale i meteorologický výstup, například rychlost větru) a okamžikem trvání (9).

### **Imisní monitorovací sítě**

Imisní monitorovací sítě jsou souborem měřících zařízení, která mají za úkol mapovat určité území z hlediska znečištění ovzduší. Tato síť se nejvíce rozrostla v průběhu 60. let, kdy byl nárůst znečištění v ČR největší. První sítě byly provozovány ČHMÚ a to v oblastech s největším postižením. Začaly vznikat i sítě hygienické služby, sítě energetiky, zemědělství, lesnictví atd. Do roku 1987 byly všechny tyto sítě provozovány manuálně. Téhož roku byly uvedeny do provozu první sítě, které pracovaly na principu automatizovaného měření pro koncentrace oxidu siřičitého a oxidů dusíku. V tomto období existoval tzv. Prognózní a signální systém (PSS), který sloužil k varování obyvatelstva a regulaci emisí za smogové situace. Dnes jsou provozovány jak manuální, tak automatické sítě ČHMÚ, SZÚ a hygienické služby z hlediska ochrany zdraví člověka. Pro účely hospodářství, rostlinné výroby, apod. existují další imisní monitorovací sítě (9).

### **Typizace stanic imisního monitoringu**

Měření kvality ovzduší se zabývá mnoho subjektů. Státní zdravotní ústav a hygienická služba, Organizace pro racionalizaci energetických zařízení, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti a pro každý z nich existují další členění. ČHMÚ provádí typizaci stanic podle způsobu měření, sběru, zpracování a přenosu dat. Přehled druhů stanic používané v imisní databázi Oddělení informačního systému kvality ovzduší ČHMÚ uvádí Tabulka 2 (9).

**Tabulka 2: Typizace stanic imisního monitoringu**

<b>Typ stanice</b>	<b>Způsob měření</b>	<b>Interval odběru vzorku</b>	<b>Sběr hodnot a zpracování</b>	<b>Přenos dat</b>	<b>Určení stanice</b>
manuální	manuální	> 3 hodiny	vše manuálně, analýza a zpracování v laboratoři	diskety, e-mail	režimové, účelové, sledování
kontinuálně manuální	kontinuální	co 3 hodiny	zpracování mimo místo měření	diskety, e-mail	režimové, účelové, sledování
AMS	kontinuální	30 min – 3 hodiny	automatizovaný sběr i vyhodnocení v místě měření	datová linka	režimové, státní síť
AMS zařazená do smogového regulačního řádu	kontinuální	30 min – 3 hodiny	automatizovaný sběr i vyhodnocení v místě měření	datová linka (přenos v reálném čase)	operativní pro zajištění smogového regulačního řádu
speciální (těžké kovy v aerosolu, VOC apod.	manuální	podle metody	vše manuálně, analýza a zpracování v laboratoři	diskety, e-mail	účelové

*Zdroj: BRANIŠ, Martin a Iva HŮNOVÁ. Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší. Vyd. 1.*

*Editor Martin Braniš, Iva Hůnová. V Praze: Karolinum, 2009, 351 s. ISBN 978-80-246-1598-1.*



### **Klasifikace monitorovacích stanic**

Z hlediska hodnocení expozice dle doporučení WHO lze měřící místa klasifikovat. Toto rozdělení uvádí Tabulka 3.

**Tabulka 3: Umístování stanic dle hodnocení expozice podle WHO**

<b>Klasifikace měřícího místa</b>	<b>Popis</b>
centrum města	městská lokalita, která reprezentuje expozici obyvatelstva ve městech či centrech měst (pěší zóny, nákupní zóny)
městská pozadřová	městská lokalita vzdálená od zdrojů – široce reprezentativní pro podmínky zahrnující celý okruh města
předměstská/obytná	městská lokalita situovaná v části obytné na předměstí
u vozovky/silnice	umístění místa měření 1-5 m od rušné komunikace
průmyslová	oblast, kde průmyslové zdroje přispívají značnou mírou k dlouhodobým či nejvyšším koncentracím
venkovská	umístění ve volné venkovské krajině, co nejdále od komunikací, obydlených a průmyslových oblastí
zaměřená přímo na zdroj	jakékoli stanoviště, které je zaměřené na zdroj nebo mikroprostředí (garáže, parkoviště, tunely), stanoviště umístěné cíleně (školy, nemocnice)
vnitřní/v interiéru	domácnosti a úřady, vnitřní část osobních vozidel, prostředí příměstské dopravy

*Zdroj: BRANIŠ, Martin a Iva HŮNOVÁ. Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší. Vyd. 1. Editor Martin Braniš, Iva Hůnová. V Praze: Karolinum, 2009, 351 s. ISBN 978-80-246-1598-1.*

### **Cíle imisního monitoringu**

Z imisního monitoringu vychází několik cílů formulovaných v dokumentech ČR a EU s podobným charakterem. Například dokument WHO nařizuje: stanovit expozici populace nadměrnými koncentracemi znečišťujících látek a zhodnotit dopad na zdraví populace, poskytovat podklady k operativním informacím o aktuálním stavu znečištění ovzduší pro veřejnost, poskytovat podklady pro krátkodobá opatření v situacích se zvýšeným znečištěním ovzduší, poskytovat podklady pro studium přeshraničních přenosů látek znečišťujících ovzduší, apod. (9).

Z hlediska doby trvání plnění můžeme dále rozdělit cíle na dlouhodobé a krátkodobé. Krátkodobé cíle v tomto smyslu chápeme jako poskytování operativních informací o stavu znečištění pro bezprostřední ochranu obyvatelstva v období smogových situací v dané oblasti. Dlouhodobé cíle studují vlivy času, území, příčin a dalších souvislostí ve vztahu k objektivnímu hodnocení pro posuzování vlivu znečištění ovzduší na zdraví obyvatel, zvířat či stav vegetace v určité oblasti (9).

### **1.5.2 Měření znečištění ovzduší v Moravskoslezském kraji**

Moravskoslezský kraj se často potýká se znečištěním ovzduší. Hodnoty imisí zde často několikanásobně překračují pro zdraví přijatelnou hranici. Nejhorší je pak z této oblasti celá severovýchodní část Moravskoslezského kraje (dále Ostravska-Karvinska). Je to oblast s nejvyšší úrovní znečištění ovzduší v celé ČR, spolu s oblastí Slezského vojvodství v Polské republice je i nejvíce znečištěným územím v Evropě (8).

Nejvýrazněji jsou zde překračovány imisní limity pro suspendované částice PM<sub>10</sub>. Pokud se množství emisí ze zdrojů snoubí s nepříznivými rozptylovými podmínkami, vytvoří se výrazně nepříznivá imisní situace. Příklady způsobu měření různých druhů škodlivin, viz Příloha 1 – 8 (8).

## **1.6 Zdroje znečišťujících látek a registry**

### **1.6.1 Druhy zdrojů**

#### **Stacionární zdroj**

Stacionární zdroj je ucelená technicky nedělitelná pevná jednotka nebo činnost, která znečišťuje nebo by mohla znečišťovat a která není určena k výzkumu znečištění ovzduší (42).

### **Mobilní zdroj**

Mobilní zdroj znečištění je samohybná či jiná pohyblivá nebo přenosná technická jednotka, která je vybavena spalovacím motorem, pokud slouží k pohonu nebo je zabudován jako součást technologického vybavení (42).

### **Spalovací stacionární zdroj**

Spalovací stacionární zdroj je zvláštní druh stacionárního zdroje, ve kterém oxidují paliva s účelem využití tepla, které je uvolněno při spalování (42).

## **1.6.2 Kategorie Registru emisí zdrojů znečišťujících ovzduší (REZZO)**

K třídění zdrojů znečišťujících ovzduší se užívá v ČR tzv. REZZO kategorizace (13).

Do kategorie REZZO 1 patří velké zdroje na výrobu tepla, které mají instalovaný výkon nad 5 MW. Jsou to teplárny, elektrárny, větší blokové kotelny, výtopy. Konkrétní podniky jsou vyjmenovány v zákoně (13).

Kategorie REZZO 2 zahrnuje tepelné zdroje, které mají výkon 0,2 – 5 MW. Z hlediska dopadů na životní prostředí jsou to méně významné technologie. Jsou to například domovní a menší blokové kotelny. Správou REZZO 1-2 je pověřen Český hydrometeorologický ústav. Kategorii REZZO 3 tvoří malé zdroje, jakými jsou například lokální topeniště. Taková zařízení prokazují výkon do 200 kW. REZZO 4 tvoří pouze mobilní zdroje, hlavně tedy automobilová doprava (13).

## **1.7 Nástroje ke snižování úrovně znečištění a znečišťování ovzduší**

### **1.7.1 Smogový regulační systém**

Smogový regulační systém je informační systém, který spojuje aktuální stav ovzduší a regulaci emisí, která napomáhá ke zlepšení smogové situace (42). Jeho cílem je zabránění dalšímu nárůstu znečištění v období smogové situace (37). Vznikl při zrodu nového zákona o ochraně ovzduší, který zrušil původní tzv. smogovou vyhlášku (42).

V novém zákoně se uvádí ustanovení, která se týkají vyhlášení smogových situací a regulací a hodnot pro vybrané látky. Nová vyhláška sděluje, jak správně posuzovat a hodnotit úroveň znečištění a informovat veřejnost. Obce mohou zpracovat tzv. regulační řád, který bude použit v případě vzniku smogové situace. Ten může omezit provoz silničních motorových vozidel v obci (37).

Zvláštní podmínky provozu jsou určeny stacionárním zdrojům při překročení regulační prahové hodnoty. Krajské úřady podle tohoto zákona mají povinnost informovat o výčtu zdrojů v případě zhoršeného stavu ovzduší Ministerstvo životního prostředí (37).

### **Regulační řád**

Regulační řád je soubor opatření na omezení provozu silničních motorových vozidel a je-li třeba, vydá jej obec pro případy vzniku smogové situace. Regulační řád se nevydává, je-li zřejmé, že omezení provozu vozidel v obci nemůže přispět ke snížení úrovně znečištění. Regulační řád vydává obec formou nařízení a zároveň o jeho vydání informuje Ministerstvo životního prostředí. Odbornou pomoc při zpracování regulačních řádů poskytuje obcím ministerstvo (42).

### **1.7.2 Národní program snižování emisí České republiky**

Tento program je zřizován za účelem snižování emisí v rámci celé České republiky, jeho body upravuje zákon o ochraně ovzduší. Obsahuje množství analýz, scénáře vývoje znečištění a znečišťování, cíle snižování znečištění (emisní stropy, opatření ke snižování úrovně znečištění, lhůty pro plnění cílů, odpovědné orgány apod.) (42).

### **1.7.3 Programy zlepšování kvality ovzduší**

Pokud je v určité zóně či aglomeraci překročen imisní limit daný zákonem, zpracovává Ministerstvo životního prostředí s dotčeným krajským nebo obecním úřadem do 18 měsíců program pro zlepšování kvality ovzduší. Vydává jej ministerstvo a vyhláší ve Věstníku. Cílem je dosažení imisního limitu co nejdříve (42).

#### **1.7.4 Nízkoemisní zóny**

Obec zasažená znečištěním ovzduší daným v přílohách zákona o ochraně ovzduší, může stanovit ve městě nízkoemisní zóny. To znamená omezení provozu motorových silničních vozidel na svém území či jeho části. Obec stanoví území nízkoemisní zóny a emisní kategorie vozidel, která mají povolení vjet do takové zóny. Tato zóna musí být pečlivě označena stejně jako mobilní zdroje, které mají povoleno do ní proniknout (42).

#### **1.7.5 Poplatek za znečišťování**

Poplatek za znečišťování je uložen provozovateli stacionárního zdroje, který je uveden v příloze zákona o ochraně ovzduší. Pro tento poplatek se využívá speciálního vzorce pro výpočet, který se vztahuje na množství emisí, které zdroj vypouští do ovzduší. Výnos z těchto poplatků je do roku 2016 příjmem Státního fondu životního prostředí (42).

### **1.8 Ochrana obyvatelstva v problematice znečištění ovzduší**

Ochrana obyvatelstva je dle zákona definována jako plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření k zabezpečení ochrany jeho života, zdraví a majetku (41). Zdravý rozum napovídá, že ze všech těchto bodů lze s problematikou znečištěného ovzduší spojit pouze varování obyvatelstva. Právo na informace o stavu životního prostředí, které by měly být včasné a úplné, vycházejí z Listiny základních práv a svobod (33). Proto vznikl v České republice zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí. Tento zákon určuje, jakým způsobem se může obyvatelstvo informovat v případě zájmu o data z oblasti životního prostředí bez udání důvodů (40).

Dalším právním předpisem, určující informovanost obyvatel je vyhláška Ministerstva životního prostředí, která stanovuje, že veřejnost musí být příslušnými orgány ochrany ovzduší informována o překročení zákonem stanovených imisních limitů a jeho účincích na zdraví lidí nebo na ekosystémy a vegetaci. Informace o úrovni znečištění poskytované veřejnosti se uvádějí jako průměrná hodnota za příslušnou dobu

průměrování. Informace o úrovních znečištění oxidem siřičitým, oxidem dusičitým, částicemi PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, troposférickým ozónem a oxidem uhelnatým se aktualizují každou hodinu. Informace o úrovních znečištění olovem a benzenem, uváděné jako průměrné hodnoty za posledních 12 měsíců, se aktualizují jednou za 3 měsíce (39).

Na většině serverů obcí Moravskoslezského kraje lze také zjistit, jak postupovat, pokud je zhoršená imisní situace. Například na stránkách města Ostravy je uvedeno, že pokud dojde ke zhoršení kvality ovzduší a vznikne nepříznivá imisní situace u prašného aerosolu, kdy je hodnota průměrných koncentrací nad limit 50 µg/m<sup>3</sup>, jsou dána dětem, seniorům, osobám trpícím kardiovaskulárními a respiračními poruchami a osobám se sníženým imunitním systémem tato doporučení: omezit pohyb, namáhavou práci a sport venku, zvýšit příjem vitamínu C, nekouřit, větrat krátce a nárazově, omezit používání krbů a otevřených plynových spotřebičů, nepracovat s chemickými látkami (34). Existuje několik informačních zdrojů s přehledem o stavu životního prostředí v určité oblasti ČR (33).

### **1.8.1 Ministerstvo životního prostředí**

Hlavním orgánem vrchního státního dozoru ve věcech životního prostředí je v ČR Ministerstvo životního prostředí. V jeho elektronické knihovně na internetových stránkách je nespočet textových publikací v plném znění, které ministerstvo podporuje nebo se na nich přímo podílí. Jsou to statistické ročenky, informace o škodlivinách a různé dokumenty, které se týkají vztahů ČR k Evropské unii z hlediska životního prostředí (33).

Ministerstvo také vede údaje o hodnocení úrovně znečištění v informačním systému kvality ovzduší. Součástí tohoto systému je registr emisí a zdrojů a množství látek, které jsou jimi produkovány (42).

### **1.8.2 Česká inspekce životního prostředí**

Česká inspekce životního prostředí je orgán státní správy, který dohlíží a prosazuje dodržování právních předpisů a rozhodování správních orgánů, které se týkají životního prostředí. Přehled dostupných informací je k dispozici na oblastních inspektorátech nebo na ředitelství ČIŽP (33).

### **1.8.3 Český hydrometeorologický ústav**

Tento ústav vznikl spojením meteorologie a hydrologie vládním nařízením roku 1954. Na internetových stránkách ústavu jsou různé tabelární přehledy a ročenky od roku 1997 po současnost o znečištění ovzduší a atmosférické depozici včetně denních údajů vztažených na určitou denní dobu. Dnes je zde zřízen úsek ochrany čistoty ovzduší, který má několik dalších oddělení (33).

### **Oddělení informačního systému kvality ovzduší**

Toto oddělení hodnotí kompletně stav a vývoj kvality ovzduší v ČR (33). Základní náplní je hodnocení stavu a vývoje kvality ovzduší v komplexním měřítku v ČR a zahrnuje například koordinaci a metodické vedení vývojových prací technického a softwarového rozvoje (Informační systém kvality ovzduší), rozvoj aplikací GIS pro celou ČR, správa registru měřících stanic, správa o chemickém složení srážek, zpracování emisních a imisních dat včetně jejich prezentace, mapování znečištění a atmosférické depozice (26).

Základním výstupem oddělení je tabelární a grafická ročenka v českém a anglickém jazyce. Zde jsou zveřejněny naměřené údaje o stavu znečištění různými látkami a chemické složení srážkové vody. Oddělení dále připravuje podklady pro Ministerstvo životního prostředí o stavu životního prostředí na území ČR (26).

V současné době je v provozu tzv. databáze ISKO 2 (verze dvě), která obsahuje informace o stavu ovzduší. Informace z tohoto serveru jsou dobře přístupné veřejnosti na portálu ČHMÚ. Databáze obsahuje hlavní tři druhy dat:

1. Údaje o regionech, měřicích sítích a stanicích, měrných veličinách
2. Primární naměřená data (sítě všech měřicích stanic)
3. Meteorologické údaje (32).

### **Oddělení emisí a zdrojů**

Oddělení emisí a zdrojů zajišťuje provoz, tvorbu, rozvoj i údržbu registru emisí a zdrojů znečišťujících látek REZZO 1-4 (33).

Dále provozuje a udržuje další doplňkové zdroje, rozvoj systému REZZO a zpracovává data ve formátech, které jsou požadovány mezinárodními institucemi (úmluvy, závazky apod.). Zabezpečuje ve spolupráci s ČIŽP a dalšími úřady roční emisní bilanci ČR v měřítku regionálním i celostátním. Dále zpracovává podklady pro rozptylové studie a územní plány. Oddělení má také mezinárodní povinnosti – plní úkoly, které vyplývají z Úmluvy o dálkovém přenosu znečištění ovzduší přes hranice států, a zpracovává údaje o ročních emisích znečišťujících látek pro Evropskou unii (25).

### **Oddělení imisních limitů**

Oddělení imisních limitů se podílelo na vzniku imisní vyhlášky a má za úkol shromažďovat data o imisích konkrétních podniků, podklady o působení látek znečišťujících ovzduší na vegetaci a zdravotní stav obyvatel. Kromě toho také zajišťuje provoz celostátní sítě měření znečištění ovzduší – automatizovaný imisní monitoring a shromažďuje data pro přípravu směrnic Evropské komise pro kvalitu ovzduší (33).



#### **1.8.4 Státní zdravotní ústav**

V roce 1999 bylo v ústavu založeno Národní koordinační středisko zdraví, které na stránkách zveřejňuje tzv. Akční plán zdraví a životního prostředí ČR (33).

Ústav provádí monitoring zdraví a životního prostředí a jejich vzájemné ovlivňování. Údaje slouží k tomu, aby se dalo odhadnout, jak vysoká je expozice škodlivým látkám z přímých expozičních cest a jak závažné jsou dopady na lidské zdraví (22).

Systém monitorování také poskytuje základní informace pro řízení a kontrolu zdravotních rizik, informování odborné i širší veřejnosti. Je realizován ve vybraných regionech ČR a jeho výsledky jsou zveřejněny každý rok v Souhrnné zprávě přístupné na webových stránkách SZÚ (22).

#### **1.8.5 Další nevládní organizace a projekty**

##### **Občanské sdružení Econnect**

Vzniklo v roce 1991 a jeho cílem je umožnění komunikace mezi neziskovými organizacemi a veřejností. Zpřístupňuje databázi toxických látek ze spaloven odpadu a energobloku v ČR, hlavně dioxinů a těžkých kovů a zprostředkovávají tak přenos informací od zdroje k občanům (33).

##### **Air Silesia**

Air Silesia je příhraniční Česko-Polský projekt financován Evropskou unií, jehož hlavním cílem je vytvoření prvního společného regionálního informačního systému, který bude přinášet zprávy o kvalitě ovzduší v Moravskoslezském Česko-Polském regionu. Na obou stranách tohoto regionu je dlouhodobě nepříznivá imisní situace (zvláště PM částic), proto je vznik takového systému potřebný. Studuje se zde příhraniční přenos znečišťujících látek z Polska do ČR i obráceně, provádí se různá společná měření, analýzy a vyhodnocení spolu s popisem meteorologických podmínek, které ovlivňují úroveň znečištění v této oblasti. Dalším cílem je návrh matematického modelu sloužícího k předpovědi imisní situace v období nepříznivých rozptylových podmínek.

Tyto informace budou sloužit vědcům, orgánům veřejné správy a v neposlední řadě také občanům, žijícím v této oblasti. Předpokládané ukončení tohoto projektu je 30. 6. 2013 (3).

### **1.8.6 Mezinárodní organizace**

#### **United Nations Environmental Programme (UNEP)**

Tato organizace byla založena roku 1972 jako součást Organizace spojených národů. Podílí se na posouzení globálních, regionálních a národních podmínek životního prostředí a trendů, rozvíjí mezinárodní a národní environmentální nástroje, usnadňuje transfer znalostí a technologií pro udržitelný rozvoj. Také spravuje například informační databázi GRID = Global Resource Information Database. Ta zobrazuje výskyt perzistentních organických látek v ovzduší (33, 2).

#### **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**

IPCC je mezinárodní organizace pro posuzování změny klimatu. Byla založena Organizací spojených národů pro životní prostředí (UNEP) a Světovou meteorologickou organizací (WMO) roku 1988. Jejím cílem je sledování změn klimatu na Zemi, jeho posuzování ve spolupráci s vědeckými pracovišti a vlivem na environmentální a socioekonomické dopady na společnost (15).

#### **World Health Organization (WHO)**

Světová zdravotnická organizace poskytuje informace o vlivu změn v životním prostředí na zdraví člověka. Je to obdoba SZÚ v České republice světového významu (33).

#### **United States Environmental Protection Agency (EPA)**

Organizace poskytuje informace o znečišťujících látkách jako dioxiny či pesticidy. Také studuje vliv toxikantů na lidské zdraví a zaměřuje se na jeho ochranu. Je to Americká společnost, která se zabývá měřením znečištění životního prostředí chemikáliemi, radiačním zářením, vzdušnými polutanty a dalšími látkami (33, 1).

## **2. Hypotézy a metodika výzkumu**

Vzhledem k tomu, že problematika znečištění ovzduší zasahuje do mnoha dalších oborů (toxikologie, meteorologie, ekologie, medicína), byly zvoleny tři základní hypotézy a to tak, aby bylo zjištěno, jak ovlivňuje znečištění ovzduší zdravotní stav obyvatel, jak jsou obyvatelé informováni a jsou-li dostatečně varováni při ohrožení zdraví.

### **H1: Znečištění ovzduší působí negativně na zdravotní stav obyvatelstva**

Hypotéza H1 má za úkol zjistit, jak působí znečištění ovzduší na zdravotní stav obyvatel. Data, která byla pro hypotézu zpracována, mají dva zdroje. Prvním je ČHMÚ, který mi poskytl pro zpracování denní hodinové průměry množství částic PM<sub>10</sub> z každé měřicí stanice v Moravskoslezském kraji z databáze ISKO. Druhým zdrojem byl server KHS Moravskoslezského kraje, kde se uvádí nemocnost ARI za dané období (týden).

Byla provedena analýza komparace dat z obou zdrojů za určitý časový úsek. Vždy byl porovnán týden znečištění ke třem po sobě jdoucím týdnům výskytu ARI v kraji ve stejném období, aby bylo jasně vidět, jak se zdravotní stav mění v čase. Názvy týdnů jsou pro tuto práci čistě pracovní. Nejprve byl vybrán týden A) „špinavý“, kdy došlo k výraznému znečištění (a byla také vyhlášena smogová situace). Týden B) „čistý“, kdy byla situace téměř na všech stanicích v normě (pod 50 µg/m<sup>3</sup>) a znečištění mělo celkově klesající charakter. Cílem bylo zdokumentovat, jak zdravotní stav souvisí a také jak se mění v závislosti na znečištění. Samozřejmě na ARI nemá vliv pouze znečištěné ovzduší – záleží na mnoha faktorech jako rozvoj epidemie, roční období apod. Proto nemůžeme striktně říci, jak přesně se situace nemocnosti ARI mění, ovšem můžeme zaznamenat určitý vliv, který zřejmě není zanedbatelný, jak lze vidět dále v tabulkách a grafech. Bylo by přesnější udělat toto srovnání u více týdnů a také přiřadit další vlivy na zdraví (například výskyt srdečně-cévních onemocnění), ovšem takové pozorování by značně přesahovalo rozsah diplomové práce.

## **H2: Informovanost obyvatel, žijících v dané oblasti, je dostatečná**

Hypotéza H2 zjišťovala informovanost obyvatel formou dotazníku, který byl zveřejněn na webu obcí Moravskoslezského kraje. Výsledky byly zaznamenány do tabulek a grafů. Protože se během výzkumu ukázalo, že zastoupení oblastí kraje není rovnoměrné a výsledky se nepromítají jako Gaussova křivka, nebyly zde aplikovány statistické metody, ale vlastní hodnotící systém založený na analýze odpovědí a syntéze výsledků. Informovanost se v tomto případě zjišťuje pouze okrajově, abychom věděli, do jaké míry a v jaké oblasti musíme provést návrh řešení.

## **H3: Jsou-li překročeny limity imisí, obyvatelstvo je dostatečně varováno**

Hypotéza H3 zjišťuje, jakým způsobem a kdy se informace s varováním dostane k obyvatelstvu. Zde je také důležitá míra znečištění, při které dochází k varování obyvatelstva. Tato informace byla zjišťována také formou dotazníků. Bylo zde ale použito speciálního systému třídění dat. Vycházelo se z počtu překročení určité hodnoty znečištění PM<sub>10</sub> částicemi za rok 2012 pro každou měřicí stanici kraje, z čehož vycházel počet varování a tak se dalo zjistit, při jaké hodnotě znečištění bylo obyvatelstvo varováno.

Pokud varování funguje a informace se k obyvatelům dostane tak, jak je potřeba, je vše v pořádku. Pokud ale varování není dostatečné, lidé jsou zbytečně vystavováni škodlivým vlivům prostředí a jejich zdraví je ohroženo, aniž by o tom věděli. Proto považují z hlediska ochrany obyvatelstva výsledky této hypotézy za nejcennější.

### 3. Výsledky

#### Hypotéza H1: Znečištění ovzduší působí negativně na zdravotní stav obyvatelstva

##### Týden A) z pohledu ČHMÚ

První vyhlášení smogové situace v Moravskoslezském kraji v oblastech Ostravsko-Karvinska a Třinecka nastalo dne 27. 1. 2012. Proto byl jako první tzv. „špinavý“ týden vybrán čtvrtý týden roku: 23. 1. 2012 – 29. 1. 2012. V tomto týdnu došlo na mnoha stanicích k několikanásobnému překročení, jak uvádí Tabulka 4. V tomto období byla výrazná inverzní situace nad téměř celým Moravskoslezským krajem, takže meteorologické vlivy situaci zhoršovaly. Jsou zde uvedeny hodnoty vybraných měřicích stanic za tento týden. Graf 1 uvádí všechny stanice, které za daného období byly v provozu.

**Tabulka 4: Zobrazení znečištění PM<sub>10</sub> částicemi v týdnu A) pro vybrané obce kraje (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

	Bohumín	Frýdek-Místek	Karviná	Ostrava-Česko-bratská	Orlová	Opava-Kateřinky	Třinec-Kosmos	Věřňovice
23.1.2012	17,9	9,0	14,0	19,0	14,7	10,7	11,0	18,3
24.1.2012	49,3	36,8	53,2	42,0	50,8	30,2	51,0	54,7
25.1.2012	78,4	61,7	68,5	60,0	83,4	38,9	49,6	91,3
26.1.2012	71,4	72,0	68,8	69,0	76,6	57,6	76,7	75,0
27.1.2012	170,0	213,0	148,2	155,0	156,6	141,3	155,1	152,6
28.1.2012	220,0	255,2	206,4	208,0	140,5	212,5	263,6	206,3
29.1.2012	133,8	267,1	124,1	120,0	124,4	173,7	304,8	110,5

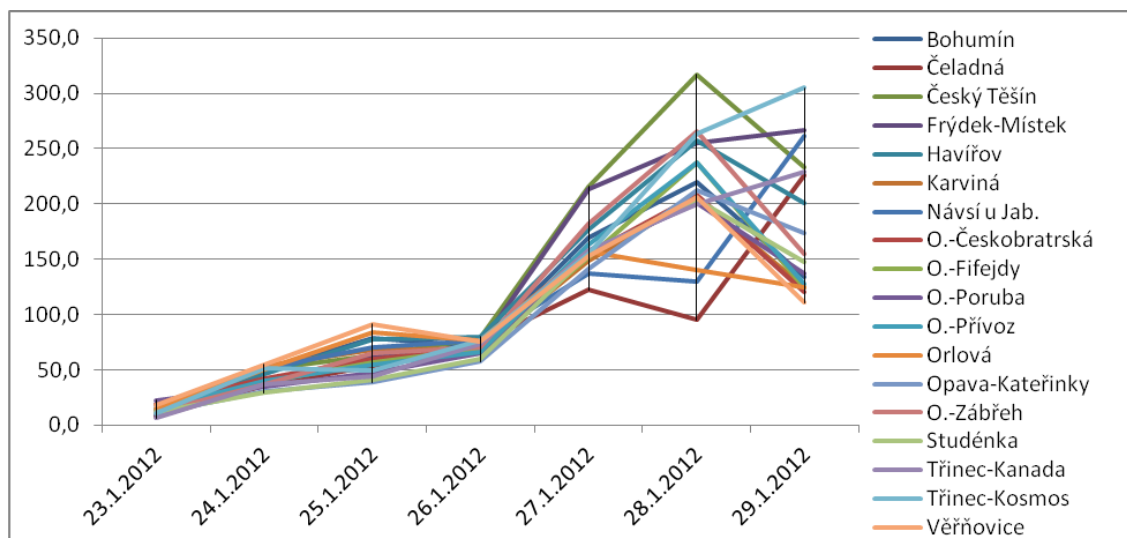
Zdroj: databáze ISKO

Můžeme vidět, že hodnoty začaly pomalu stoupat od data 24. 1. 2012. Pro přehlednost byly hodnoty zbarveny v závislosti na intenzitě znečištění podle legendy:

PM10 pod 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10 50 – 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10 100 – 199 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10 nad 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
---	--	--	--

Tyto vybrané stanice naměřily od 27. 1. i několikanásobně překročené limity pro ochranu zdraví pro částice frakce PM<sub>10</sub>. Ostatní stanice (které nejsou zobrazeny) měly naměřené hodnoty podobného charakteru (viz Graf 1). Nejsou zde uvedeny pouze z hlediska úspory prostoru a stručnosti dat.

**Graf 1: Zobrazení znečištění PM<sub>10</sub> částicemi v týdnu A) pro celý kraj**



Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 1 zobrazuje všechny měřící stanice ve 4. týdnu roku 2012. Nehrají zde důležitost konkrétní stanice, ale to, že naměřená hodnota se v průběhu tohoto týdne postupně zvyšuje u všech stanic. Spojnice extrémů zobrazuje interval znečištění, který je popsán dále v Tabulce 5.

**Intervalem znečištění** je pro tuto práci myšleno rozpětí extrémů, které vychází z hodnot průměrného množství PM<sub>10</sub> částic ve vzduchu za určitý den. Je to tedy rozpětí mezi minimem a maximem průměrné denní hodnoty ze všech stanic Moravskoslezského kraje, které jsou součástí databáze ISKO.

**Tabulka 5: Intervaly extrémních hodnot za každý den týdne A) pro PM<sub>10</sub> ze všech stanic kraje**

Datum	Interval (µg/m <sup>3</sup> )
23.1.2012	6 - 23
24.1.2012	29 - 55
25.1.2012	39 - 91
26.1.2012	58 - 80
27.1.2012	122 - 216
28.1.2012	95 - 317
29.1.2012	111 - 305

Zdroj: Vlastní výzkum

Kdybychom určili průměrnou křivku pro tento týden, je jasně vidět, že by měla stoupající charakter stejně, jako zobrazuje Graf 1.

### **Srovnání týdne A) s výskytem ARI v kraji**

Dále následují tři po sobě jdoucí týdny z pohledu KHS v období, které se překrývá s týdnem A).

#### **Výskyt ARI v kraji k datu 20. 1. 2012**

V týdnu 14. – 20. 1. 2012 nemocnost akutních respiračních infekcí v kraji představuje 1 138 případů na 100 000 obyvatel. Mírně stoupla ve srovnání s předchozím týdnem. Nejvíce jsou postiženy děti předškolního věku, méně školní děti. Nejvyšší nemocnost hlásí okresy Ostrava a Opava, nejnižší Karviná.

#### **Výskyt ARI v kraji k datu 27. 1. 2012**

V týdnu 21. – 27. 1. 2012 dosahovala nemocnost ARI 1 006 nemocných na 100 000 obyvatel kraje – tedy o 11, 6 % méně než v předchozím týdnu. V okresech Ostrava a Opava došlo ke snížení nemocnosti, naopak stoupající tendenci měla nemocnost na Bruntálsku.

#### **Výskyt ARI v kraji k datu 3. 2. 2012**

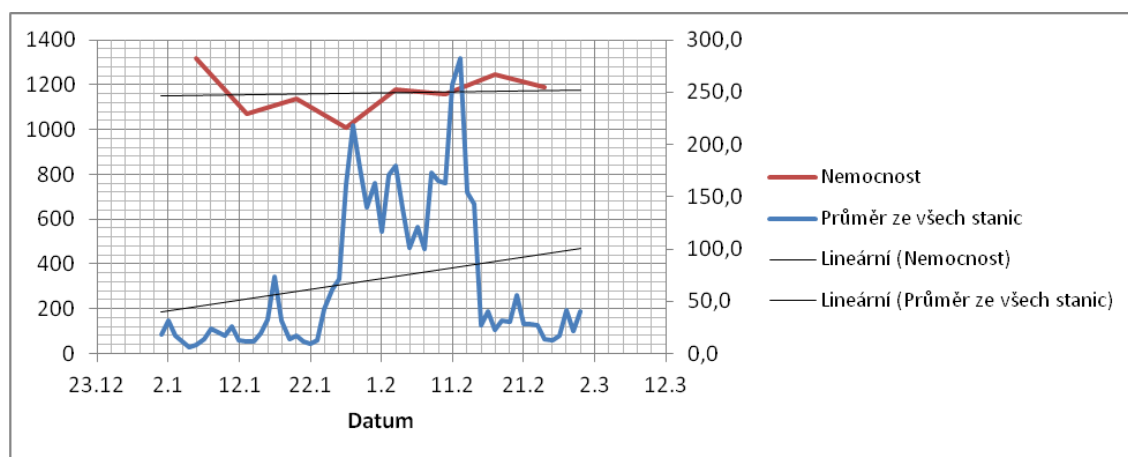
V týdnu 28. 1. – 3. 2. 2012 nemocnost stoupla o 17, 3 % oproti předchozímu týdnu. V číslech to znamená 1 180 nemocných na 100 000 obyvatel kraje. K největšímu zvýšení nemocnosti došlo v okresech Ostrava a Frýdek – Místek.

### Shrnutí za týden A)

Po období zvýšeného znečištění ovzduší došlo k nárůstu nemocnosti v následujícím týdnu po vyhlášení smogové situace.

Následující zobrazení (Graf 2) ještě poukazuje na jistou souvislost. Zahrnuje data za období leden, únor a porovnává je za celé toto období. Tento graf je názorný a slouží k zobrazení hodnot z obou ústavů (ČHMÚ a KHS).

**Graf 2: Porovnání dat z ČHMÚ a KHS se zobrazením linearity**



Zdroj: Vlastní výzkum

Levá osa grafu zobrazuje hodnoty nemocnosti (červená křivka) a hodnota je udávána v počtu nemocných ARI na 100 000 obyvatel. Pravá osa pak udává množství PM<sub>10</sub> částic v ovzduší v jednotkách μg/m<sup>3</sup> (modrá křivka). Tato hodnota je průměrem všech měřících stanic z databáze ISKO za určitý den. Z Grafu 2 je patrné, že obě křivky mají lineární stoupající charakter, úhel stoupání je odlišný.



### **Týden B) z pohledu ČHMÚ**

Druhým porovnávacím týdnem byl stanoven 13. týden v roce, tedy 26. 3. 2012 - 1. 4. 2012. Samozřejmě to nebyl nejčistější týden v roce, ale znečištění PM<sub>10</sub> částicemi mělo klesající charakter a na většině stanic se drželo pod hodnotou 50 µg/m<sup>3</sup>. Výskyt ARI se neměří po celý rok, proto byl vybrán z pohledu ČHMÚ takový týden, aby bylo možné data opět srovnat.

Tabulka 6 znázorňuje stejné vybrané stanice z databáze ISKO, Graf 3 zobrazuje všechny stanice, které byly v tomto období v provozu.

**Tabulka 6: Zobrazení znečištění PM<sub>10</sub> částicemi v týdnu B) pro vybrané obce kraje (v µg/m<sup>3</sup>)**

	Bohumín	Frýdek-Místek	Karviná	Ostrava Česko- bratrská	Orlová	Opava- Kateřinky	Třinec- Kosmos	Věřňo- vice
26.3.2012	49,8	40,7	47,3	46,0	48,3	26,3	40,8	68,7
27.3.2012	55,3	46,1	48,7	52,0	51,2	32,5	53,5	43,5
28.3.2012	37,9	30,5	35,2	41,0	35,7	23,3	33,0	35,0
29.3.2012	18,1	17,1	20,4	22,0	21,0	11,8	31,6	16,9
30.3.2012	16,0	12,8	17,2	18,0	16,5	12,9	20,8	17,5
31.3.2012	10,0	9,0	8,5	11,0	9,3	7,0	12,7	9,4
1.4.2012	17,0	12,1	16,0	19,0	21,1	12,5	14,9	16,6

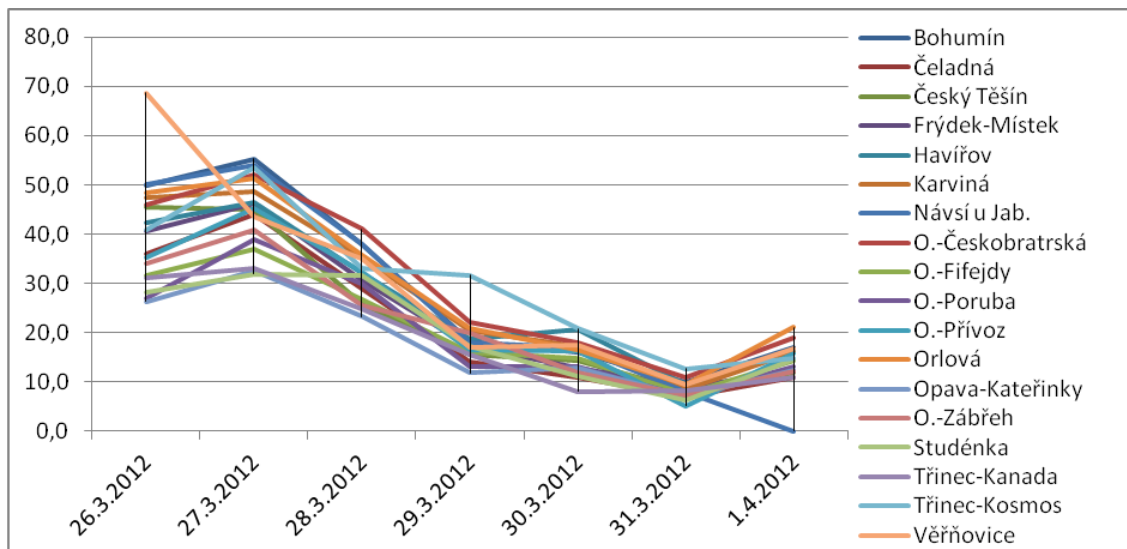
Zdroj:databáze ISKO

Hodnoty uvedené v Tabulce 6 odpovídají naměřeným hodnotám PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Je jasně vidět klesající charakter a hodnoty, které se drží většinou pod 50 µg/m<sup>3</sup>. Hodnoty jsou opět zabarveny v závislosti na intenzitě znečištění podle legendy:

PM <sub>10</sub> pod 50 µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> 50 – 99 µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> 100 – 199 µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> nad 200 µg/m <sup>3</sup>
--	---	---	---

Tento týden můžeme považovat za čistý. Ostatní stanice (které nejsou zobrazeny) měly naměřené hodnoty podobného charakteru (viz Graf 3). Opět zde nejsou uváděny pouze z hlediska úspory prostoru a stručnosti dat.

**Graf 3: Zobrazení znečištění PM<sub>10</sub> částicemi v týdnu B) pro celý kraj**



Zdroj: Vlastní výzkum

Graf zobrazuje všechny měřicí stanice ve 13. týdnu roku 2012. Nehrají zde důležitost konkrétní stanice, ale to, že naměřené hodnoty v průběhu tohoto týdne mají klesající charakter a téměř všechny hodnoty jsou pod  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Spojnice extrémů zobrazuje interval znečištění, který je popsán dále v Tabulce 7.

**Intervalem znečištění** je pro tuto práci myšleno rozpětí extrémů, které vychází z hodnot průměrného množství PM<sub>10</sub> částic ve vzduchu za určitý den. Je to tedy rozpětí mezi minimem a maximem průměrné denní hodnoty ze všech stanic Moravskoslezského kraje, které jsou součástí databáze ISKO.

**Tabulka 7: Intervaly extrémních hodnot za každý den týdne B) pro PM<sub>10</sub> ze všech stanic kraje**

Datum	Interval ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
26.3.2012	26 - 69
27.3.2012	32 - 55
28.3.2012	23 - 41
29.3.2012	12 - 32
30.3.2012	8 - 21
31.3.2012	5 - 13
1.4.2012	11 - 21

Zdroj: Vlastní výzkum

Kdybychom určili průměrnou křivku pro tento týden, je jasně vidět, že by měla klesající charakter stejně, jako zobrazuje Graf 3.

### **Srovnání týdne B) s výskytem ARI v kraji**

Dále následují tři po sobě jdoucí týdny z pohledu KHS v období, které se překrývá s týdnem B).

#### **Výskyt ARI v kraji k datu 23. 3. 2012**

V týdnu 17. – 23. 3. 2012 nemocnost akutních respiračních infekcí v kraji představuje 1 589 případů na 100 000 obyvatel. Mírně klesla (o 7 %) ve srovnání s předchozím týdnem. K největšímu poklesu došlo u předškolních dětí (o 20 %). Největší nárůst byl zaznamenán ve věkové skupině 15 – 24letých osob (téměř 10 %). Nejvyšší nemocnost přetrvává od minulého týdne v okrese Ostrava.

#### **Výskyt ARI v kraji k datu 30. 3. 2012**

V týdnu 24. – 30. 3. 2012 dosahovala nemocnost ARI 1 364 nemocných na 100 000 obyvatel kraje, jde tedy o snížení o 14,2 % oproti předchozímu týdnu. K poklesu nemocnosti došlo u předškolních a školních dětí, i ve skupině 15 – 24letých osob. Ve věkové skupině 25 – 59 let však došlo k nárůstu o 21 %. V uplynulém týdnu dosáhla dle Národní referenční laboratoře pro chřipku ČR se vši pravděpodobností vrcholu letošního výskytu chřipky.

#### **Výskyt ARI v kraji k datu 6. 4. 2012**

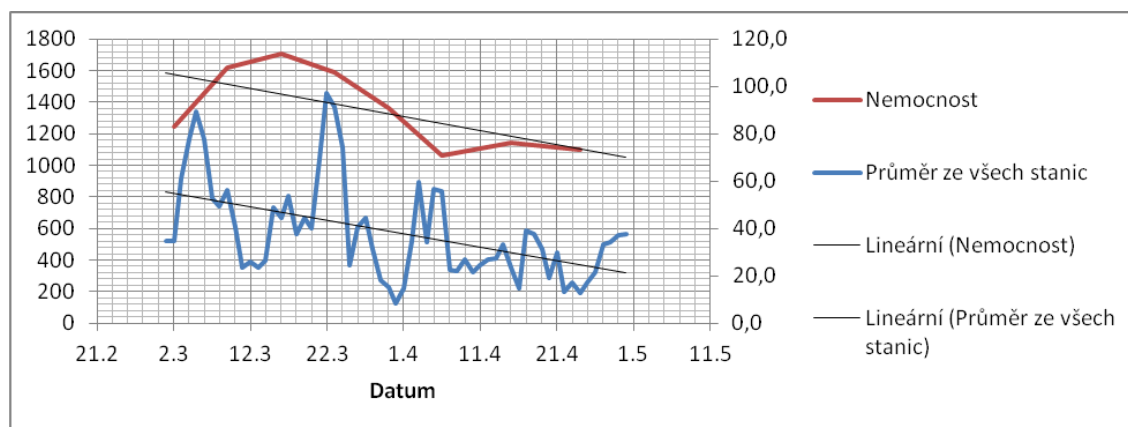
V týdnu 31. 3. – 6. 4. 2012 nemocnost ARI opět klesla. Nyní představuje 1 061 nemocných na 100 000 obyvatel kraje. To je o 22 % méně než v předchozím týdnu. K poklesu došlo u všech věkových skupin kromě skupiny 60 a víceletých.

### Shrnutí za týden B)

Po období sníženého znečištění ovzduší došlo k poklesu nemocnosti v následujících týdnech. I přesto, že byl výskyt chřipkových mikroorganismů v tomto období nejvyšší, nemocnost měla klesající charakter v období s lepšími podmínkami v oblasti čistoty ovzduší.

Následující graf opět zahrnuje data za období březen, duben (do 24. 4.) a porovnává je za celé toto období. Tento graf je názorný a slouží k zobrazení hodnot z obou ústavů (ČHMÚ a KHS). Je patrné, že obě křivky mají lineárně klesající a téměř totožný úhel průběhu.

**Graf 4: Porovnání dat z ČHMÚ a KHS se zobrazením linearity**



Zdroj: Vlastní výzkum

Levá osa Grafu 4 zobrazuje hodnoty nemocnosti (červená křivka) a hodnota je udávána v počtu nemocných ARI na 100 000 obyvatel. Pravá osa pak udává množství PM<sub>10</sub> částic v ovzduší v jednotkách µg/m<sup>3</sup> (modrá křivka). Tato hodnota je průměrem všech měřících stanic z databáze ISKO za určitý den.

## **Hypotéza H2: Informovanost obyvatel, žijících v dané oblasti, je dostatečná**

Každá otázka výsledku dotazníkového šetření, která se týká této hypotézy, je vyobrazena prostřednictvím grafu. Hodnoty, uváděné v grafu jsou procentuálním vyjádřením, vztahujícím se k počtu respondentů (100 % = 217 respondentů).

Otázky jsou uzavřené a členěny podle účelu. První tři otázky jsou identifikační, popisného charakteru (pohlaví, věk a oblast bydliště respondentů). Tyto grafy jsou formátovány červeně.

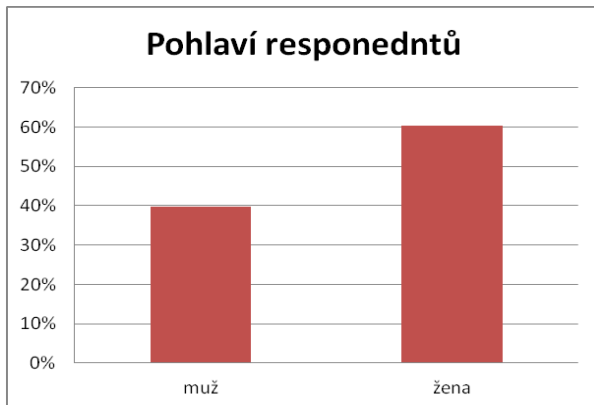
Následujících deset otázek se týká informovanosti obyvatelstva o dané problematice a odpovídají obsahu teoretické části této práce (šedě formátované grafy). U každé otázky je uveden odkaz na kapitolu v teoretické části.

Hodnocení správnosti odpovědí bylo následující. Každá odpověď byla hodnocena podle správnosti daným počtem bodů – nejlepší odpověď = nejvyšší počet bodů. Odpovídá tedy struktura:

4 body	3 body	2 body	1 bod
Úplně správně	Spíše správně	Spíše špatně	Špatně

**Otázka č. 1.: „Jsem:“**

**Graf 5: Pohlaví respondentů**

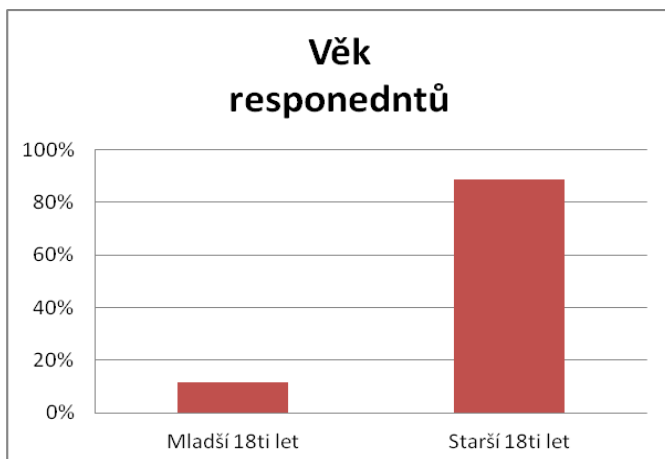


*Zdroj: Vlastní výzkum*

První identifikační otázka se týkala pohlaví respondentů. Z celkového počtu 217 odpovídalo na dotazník 86 mužů (40 %) a 131 žen (60 %).

**Otázka č. 2.: „Jsem starší osmnácti let.“**

**Graf 6: Věk respondentů**

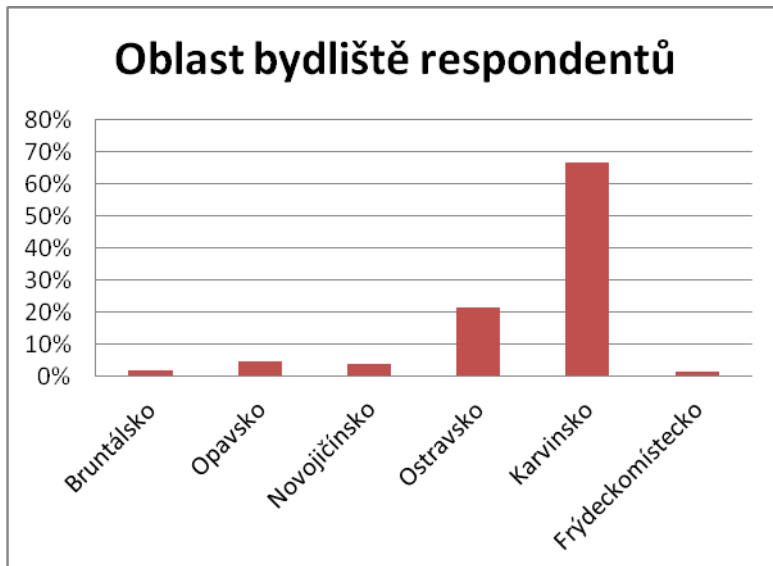


*Zdroj: Vlastní výzkum*

Z celého výzkumného souboru byla většina osob zletilých, tedy starších osmnácti let. Tato skupina zahrnovala 193 osob (89 %). Zbylou skupinu, 25 osob (11 %) tvořily osoby nezletilé.

**Otázka č. 3: „Obec, ve které nyní žijí, se nachází v oblasti:“**

**Graf 7: Oblast bydliště respondentů**



Zdroj: Vlastní výzkum

Největší skupinu výzkumného souboru z hlediska místa bydliště tvořily osoby, které žijí na Karvinsku. Bylo to z celkového počtu 145 respondentů, tedy 67 %. Druhou největší skupinou byli respondenti z Ostravska – 47 osob, 22 %. Zastoupení ostatních oblastí je již celkem malé. Opavsko zastupuje skupina 10 osob, 5 %; Novojičínsko 8 respondentů, 4 %; Bruntálsko 4 osoby, 2 % a Frýdeckomístecko, tvořící nejmenší skupinu, zastupují 3 osoby, 1 % z celkového počtu 217 osob.

**Otázka č. 4: „Co je to znečištění ovzduší?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.1. Základní pojmy problematiky znečištění ovzduší, subkapitole 1.1.1 Ovzduší.

**Graf 8: Definice pojmu znečištění ovzduší**



Zdroj: Vlastní výzkum

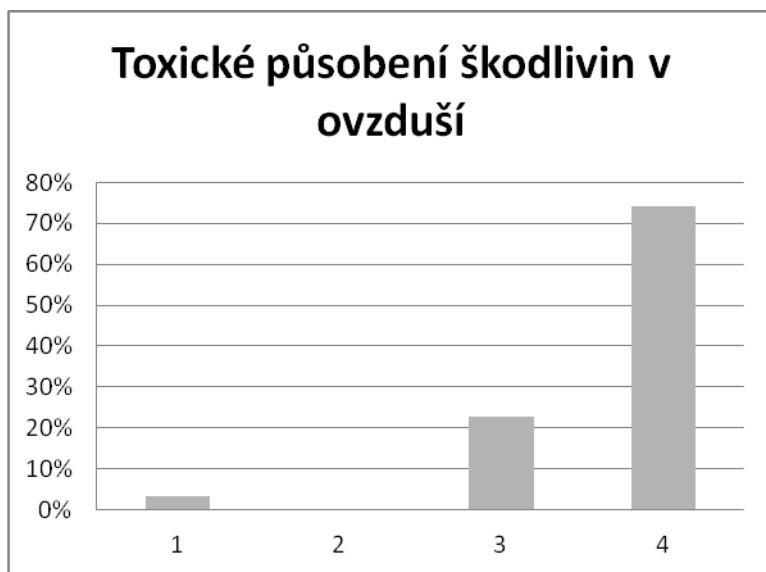
Odpověď, která obsahovala správnou definici (*plyny a pevné látky, jejichž množství, koncentrace, složení nebo kombinace se běžně ve vzduchu vyskytovat nemají*), zvolilo 57 respondentů, 26 % z celkového počtu 217. Odpověď za 3 body (*látky, které se mohou vyskytovat ve vzduchu běžně, ale jejich zvýšená koncentrace je škodlivá pro životní prostředí*) vybralo 80 osob, tedy 37 % z celkového počtu. Odpověď za 2 body (*jsou to prachové částice, které poletují ve vzduchu a škodí životnímu prostředí*) označilo jako správnou definici 78 dotazovaných, 36 %. Odpověď, za jeden bod (*nevím*) označily pouze 2 osoby, 1%.



**Otázka č. 5: „Co se stane, pokud se dostane škodlivá látka z ovzduší do těla?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.1. Základní pojmy problematiky znečištění ovzduší, subkapitole 1.1.2 Toxikologie znečišťujících látek.

**Graf 9: Toxické působení škodlivin v ovzduší**



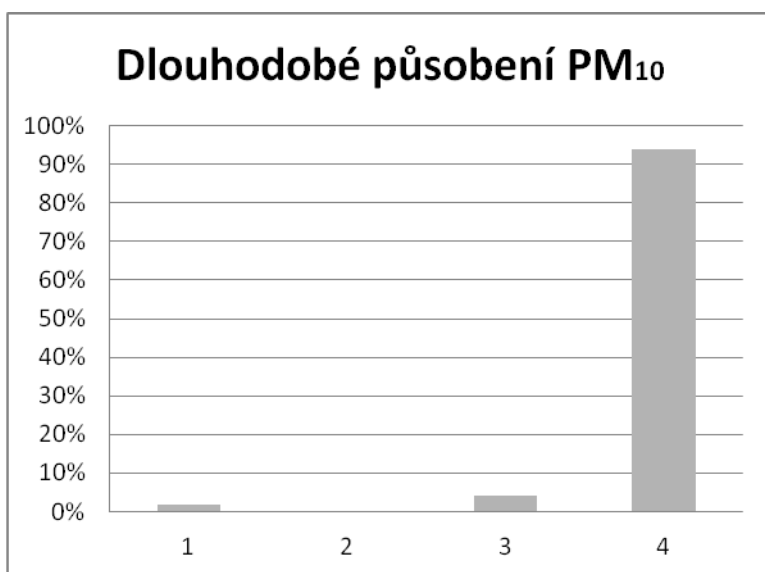
Zdroj: Vlastní výzkum

Správnou odpověď za 4 body (*po těle se šíří, mění, hromadí, a může poškozovat tkáň a orgány*) označilo 161 dotazovaných, toxické účinky jsou tedy dobře známy 74 % dotazovaných. Odpověď za 3 body (*po těle se rozvádí krevní cestou, poškozuje tkáň a orgány, ale žádná látka se v těle nemůže hromadit*) označilo jako správnou 49 respondentů, 23 %. Odpověď za 2 body (*po těle se pouze rozvádí, ale nemůže mu škodit*) neoznačil nikdo z dotazovaných, ale odpověď za 1 bod (*nevím*) označilo 7 respondentů, což jsou 3 % z celkového počtu.

**Otázka č. 6: „Co může způsobit časté vystavování organismu ovzduší znečištěného prachovými částicemi?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části subkapitole 1.2.4 Suspendované částice frakce - PM částice a kapitole 1.3 Vliv toxických látek v ovzduší na lidské zdraví.

**Graf 10: Dlouhodobé působení PM<sub>10</sub>**



Zdroj: Vlastní výzkum

Na otázku týkající se častému vystavování účinkům PM<sub>10</sub> částic většina respondentů odpověděla správně. Otázku za 4 body (*akutní dýchací obtíže (včetně zánětu) i chronické problémy v dýchacím systému*) označilo 204 dotazovaných, tj. 94 % z celkového počtu. Ostatní odpovědi mají téměř zanedbatelné hodnoty. Otázku za 3 body (*akutní i chronické potíže, ale pouze u citlivých osob*) označilo 9 respondentů, 4 %; otázku za 2 body (*pouze chronické obtíže*) neoznačil nikdo a otázku za 1 bod (*nic, pro zdraví člověka to neznámá žádné riziko*) označili 4 dotazovaní, to jsou 2 % z celkového počtu.

**Otázka č. 7: „Jsou ve vaší obci často potíže se znečištěním ovzduší?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.2 Látky znečišťující ovzduší v Moravskoslezském kraji.

**Graf 11: Četnost výskytu znečištění v obci**



Zdroj: Vlastní výzkum

Na otázku, která se týkala četnosti znečištění, odpovědělo *ano*, jsou 185 respondentů, (85 %). Možnost *ano jsou, ale ne často* zvolilo 18 dotazovaných (8 %), možnost *nejsou* označilo 8 dotazovaných (4 %) a *o tuto problematiku se nezajímám* 6 osob (3 %).

**Otázka č. 8: „Jakou látkou je nejvíce znečišťováno ovzduší v Moravskoslezském kraji?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.2 Látky znečišťující ovzduší v Moravskoslezském kraji.

**Graf 12: Identifikace látek znečišťujících ovzduší v kraji**



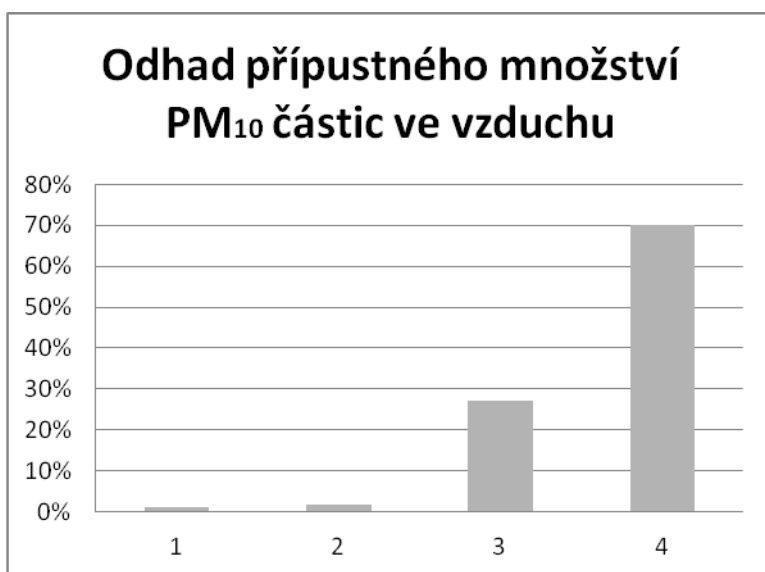
Zdroj: Vlastní výzkum

Většina dotazovaných odpověděla správně na otázku o určení látky, která nejvíce znečišťuje ovzduší v kraji (*prachovými částicemi* – tzv. „*PM*“), bylo to 125 osob, tedy 58 % z celkového počtu 217. Odpověď za 3 body (*oxidy dusíku*  $NO_2$ ) označilo jako správnou pouze 20 respondentů, 9 %. Odpověď za 2 body (*oxidy síry*  $SO_2$ ) označila 1 osoba, v procentuálním vyjádření to nečiní ani jedno procento. Odpověď za 1 bod (*oxidem uhličitým*  $CO_2$ ), která je úplně špatně, označilo jako správnou 71 osob, 33 % všech dotazovaných.

**Otázka č. 9: „Jaké je přípustné množství prachových částic ve vzduchu pro udržení zdraví?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části subkapitole 1.2.4 Suspendované částice frakce - PM částice.

**Graf 13: Odhad přípustného množství PM<sub>10</sub> částic ve vzduchu**



Zdroj: Vlastní výzkum

V této otázce odpovědělo správně (*maximálně 50 mikrogramů na metr krychlový*) 152, 70 % respondentů. Odpověď za 3 body (*maximálně 100 mikrogramů na metr krychlový*) označilo jako správnou 59 dotazovaných, tj. 27 %. Dvoubodovou odpověď (*maximálně 150 mikrogramů na metr krychlový*) označily 4 osoby, 2 % a odpověď za jeden bod, která se nejméně blížila správné hodnotě (*maximálně 200 mikrogramů na metr krychlový*) označili pouze 2 respondenti (1 %).

**Otázka č. 10: „Co nejvíce negativně ovlivňuje čistotu ovzduší v Moravskoslezském kraji? (Co zhoršuje znečištění)“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.4 Meteorologické podmínky v ČR a jejich vliv na znečištění ovzduší.

**Graf 14: Vliv meteorologie na znečištění ovzduší**



Zdroj: Vlastní výzkum

Na otázku, týkající se vlivu meteorologických podmínek na stav ovzduší odpověděla většina dotazových správně. Odpověď za 4 body (*zimní období, teplotní inverze, bezvětří, sněžení*) označilo správně 164 osob, 76 %. Odpověď za 3 body (*zimní období, sucho, nízký tlak vzduchu*) určilo jako správnou 34 respondentů, tj. 16 %. Odpověď za 2 body (*letní období, vysoká teplota vzduchu*) zvolily 3 osoby (přes 1 %) a možnost za 1 bod (*letní období, časté srážky, vítr*), tedy nesprávnou, označilo 16 respondentů, 7 % z celkového počtu 217 dotazovaných.

**Otázka č. 11: „Jak probíhá měření kvality ovzduší na území Moravskoslezského kraje?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.5 Měření znečištění ovzduší.

**Graf 15: Způsob měření kvality ovzduší v kraji**



Zdroj: Vlastní výzkum

Na otázku o způsobu měření kvality ovzduší v kraji odpovědělo 50 osob, 23 % úplně správně (je zde rozmístěno mnoho měřících stanic (automatických i ručních, pevných i mobilních), které v pravidelných intervalech zaznamenávají množství škodlivin v ovzduší). Většina respondentů – 114, 53 % označilo jako správnou odpověď za 3 body (jsou zde rozmístěny automatické stanice, které zaznamenávají data a zasílají je na oddělení ochrany ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu. Občas se měří i pomocí mobilních stanic na předem vytipovaných místech). Pouze 1 osoba, necelé jedno procento označila odpověď za 2 body (pro měření jsou k dispozici pouze moderní automatické stanice). Poslední skupina tvořila 52 osob, tj. 24 %. Ti označili jako správnou odpověď za 1 bod (nevím).

**Otázka č. 12: „Odkud podle Vás unikají škodliviny do ovzduší (tzv. emise)?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.6 Zdroje znečišťujících látek a registry.

**Graf 16: Znalost zdroje emisí v kraji**



Zdroj: Vlastní výzkum

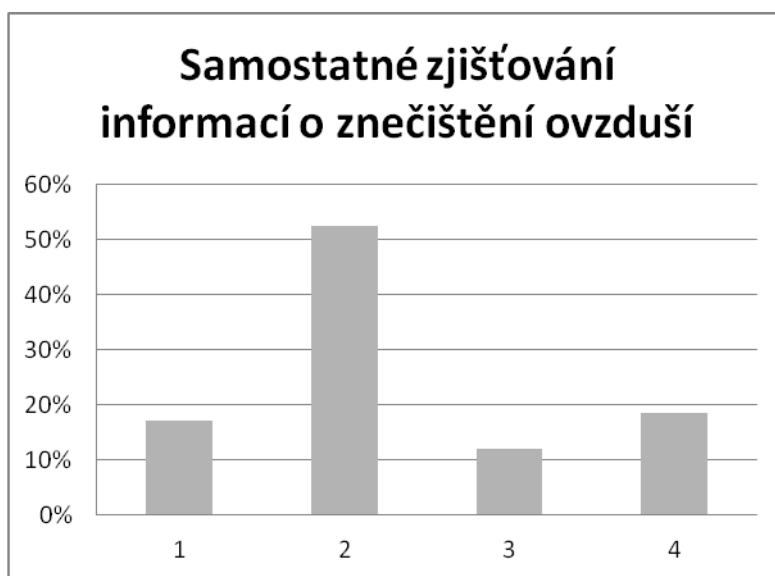
V oblasti znalosti zdrojů emisí odpovídala drtivá většina správně. Odpověď za 4 body (z průmyslových zdrojů, lokálních topenišť a dopravy) označilo jako správnou 199 respondentů, což je 92 % z celkového počtu dotazovaných. Odpověď za 3 body (z průmyslových zdrojů a lokálních topenišť) určilo jako správnou 10 osob, tj. 5 % dotazovaných. Za 2 body (pouze z velkých průmyslových zdrojů) odpovědělo 8 osob, 4 % a jednobodovou odpověď (z průmyslových zdrojů ale pouze při havárii) neoznačil nikdo.



**Otázka č. 13: „Jak často zjišťujete informace ohledně aktuálního stavu ovzduší ve své obci?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.8 Ochrana obyvatelstva v problematice znečištění ovzduší.

**Graf 17: Samostatné zjišťování informací o znečištění ovzduší**



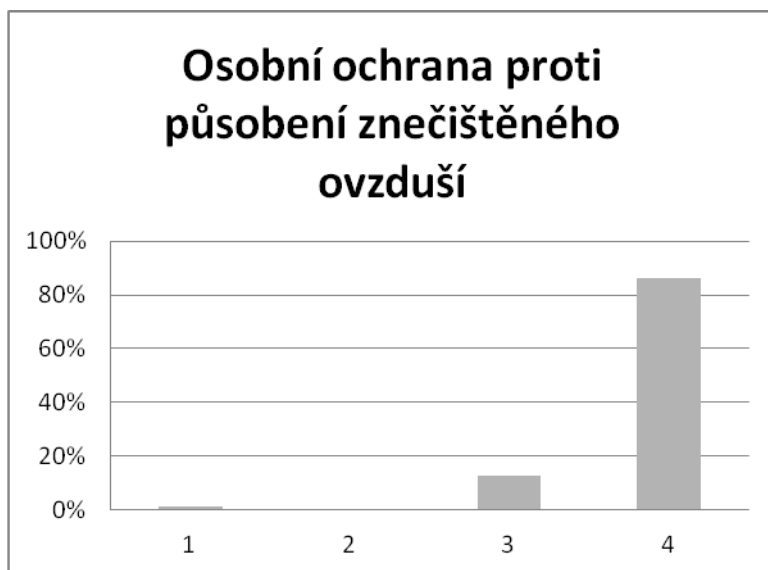
Zdroj: Vlastní výzkum

Odpověď za 4 body (*informace zjišťuji každý den na internetu, či prostřednictvím informační služby města (například formou přijímaných SMS)*) označilo 40 osob, tedy 18 % dotazovaných. Za 3 body (*vyhledávám několikrát do týdne*) odpovědělo 26 dotazovaných, tj. 12 %. Nejvíce respondentů označilo odpověď za 2 body (*vyhledávám informace pouze nárazově*), to bylo 114 osob, 53 %. Jednobodovou odpověď, která jasně vyjadřuje pasivní přístup k problematice (*o tuto oblast se nezajímám*) označilo 37 dotazovaných, 17 %.

**Otázka č. 14: „Jaká je nejlepší osobní ochrana proti znečištěnému vzduchu?“**

Tato otázka odpovídá v teoretické části kapitole 1.8 Ochrana obyvatelstva v problematice znečištění ovzduší.

**Graf 18: Osobní ochrana proti působení znečištěného ovzduší**



Zdroj: Vlastní výzkum

187 osob, tj. 86 % dotazovaných odpovědělo na tuto otázku zcela správně (*pobyt mimo znečištěnou oblast, omezení venkovních aktivit (zejména sportovních), pouze krátké intenzivní větrání*). Téměř správně, za 3 body (*krátký pobyt venku, dlouhodobé větrání (průvan), omezit pouze vysoce výkonnostně náročné aktivity*) označilo 27 osob, 12 % dotazovaných. Dvoubodovou odpověď (*pro zdravé a silné jedince není omezený pobyt venku*) neoznačil nikdo a odpověď, která byla za jeden bod (*přenosná venková čistička vzduchu*) označily 3 osoby, 1 % dotazovaných.

### **Hypotéza H3: Jsou-li překročeny limity imisí, obyvatelstvo je dostatečně varováno**

Každá otázka výsledku dotazníkového šetření, která se týká této hypotézy, je vyobrazena prostřednictvím grafu. Číslování otázek navazuje na otázky předchozí, protože byly zařazeny do stejného dotazníku. Hodnoty, uváděné v grafu jsou opět procentuálním vyjádřením, vztahujícím se k počtu respondentů (100 % = 217 respondentů).

Tyto dvě otázky se týkají informovanosti celé skupiny odpovídajících (černě formátované grafy). Hodnocení správnosti odpovědí bylo shodné s hypotézou H2, tedy podle správnosti daným počtem bodů – nejlepší odpověď = nejvyšší počet bodů v rozmezí 1 - 4.

**Otázka č. 15: „Kdo Vás aktivně varuje, pokud je ve vaší obci extrémně znečištěné ovzduší? (Aktivní varování znamená, že informace nemusím sám/sama vyhledávat.)“**

Otázka byla zpracována na základě vyhodnocení co nejaktivnějšího způsobu varování z pohledu obce či ORP. Čím méně obyvatel dané obce musí udělat pro to, aby se k němu informace dostala, tím více bodů bylo přiděleno k odpovědi.

**Graf 19: Zdroj aktivního varování**



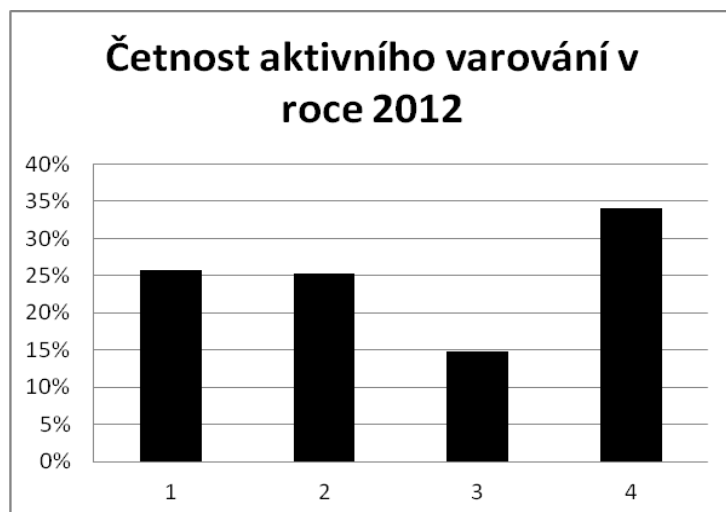
Zdroj: Vlastní výzkum

Za nejaktivnější varování (z pozice obce či ORP) lze považovat možnost za 4 body (*Místní rozhlas, siréna, jednotka požární ochrany (hasiči)*). Tuto možnost zvolilo 9 osob, 4 % dotazovaných. Další možností byla odpověď za 3 body (*televizní kanál obce*), tu zvolilo 64 osob, tj. 29 % dotazovaných. Odpověď za 2 body (*jiná televizní stanice či rádio*) zvolilo 62 osob, 29 % dotazovaných. Odpověď za jeden bod (*aktivně mne nevaruje nikdo*) označila většina respondentů – 82, tedy 38 % z celkového počtu 217 dotazovaných.

**Otázka č. 16: „Kolikrát jste se v loňském roce (2012) setkal/a s takovým (aktivním) varováním?“**

Pro tuto otázku byla vytvořena stupnice podle počtu varování. Body jsou odvozeny od počtu překročení hranic imisních hodnot za rok 2012 a to podle výsledků měření stanic celého kraje (celkem 18) z databáze ISKO: dvojnásobnou hodnotu stanovenou pro ochranu zdraví, tedy  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  překročilo 15 stanic více než 20 krát. Hodnotu  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tedy trojnásobnou, překročilo v loňském roce 17 stanic více než 10 krát ale méně než 20 krát. Hodnotu  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  překročilo celkem 17 stanic méně než desetkrát, ale více než jednou.

**Graf 20: Četnost aktivního varování v roce 2012**



Zdroj: Vlastní výzkum

Čtyřmi body byla ohodnocena odpověď *více než 20 krát*. Tuto možnost zvolilo 74 respondentů, tedy 34 %. Možnost za 3 body (*11 – 20 krát*) označilo 32 dotazovaných, 15 %. Odpověď za 2 body (*1-10 krát*) zvolilo 55 respondentů, 25 % a odpověď za jeden bod (*nikdy*) 56 respondentů, tedy 26 % z celkového počtu 217 respondentů.

## **4. Diskuze**

Problém znečištění ovzduší je v Moravskoslezském kraji stále dost aktuální. Podle ročenek ČHMÚ se ovzduší za poslední léta výrazně zlepšuje, ale oblast téměř celého kraje je stále značně zatížená, což ovlivňuje zdravotní stav lidí, kteří zde pracují i žijí. Proces zlepšování stavu životního prostředí je nákladný a časově náročný, proto si myslím, že čím více oborů se do této problematiky zapojí, tím dříve může dojít ke zlepšení životních podmínek obyvatel kraje.

Pro tuto práci bylo provedeno srovnání dat z ČHMÚ a KHS za rok 2012 - s údaji, které jsou nejaktuálnější. Na základě výsledků prováděné komparace dat z ČHMÚ a KHS můžeme pozorovat, že pokud se ovzduší z hlediska kvality zhoršuje, nemocnost ARI se nezlepšuje (viz Graf 2), naopak, stále se mírně zhoršuje (viz Graf 4). Když došlo k prudkému nárůstu znečištění ovzduší  $PM_{10}$  částicemi, stoupla výrazněji i nemocnosti ARI – o 17 %. Došlo k tomu několik dní po začátku nárůstu, proto se nedá statisticky určit hodnota závislosti. Významnou roli zde hraje čas – dojde-li ke zhoršení ovzduší, nemocnost se zvyšuje až několik dní po tomto zhoršení, jak je vidět v Grafu 2 na přelomu měsíce ledna a února. Z hlediska toxikologie se jedná o časté vystavování organismu malým dávkám toxikantu, proto je odpověď organismu pomalejší. Na akutní respirační infekce má vliv také výskyt mikroorganismů v prostředí, který je v zimních měsících často zvýšený. Pro mikroorganismy je snadnější nasedat na tkáň, která je poškozena působením toxikantů v ovzduší.

Abychom mohli pozorovat průběh změn v delším časovém úseku, bylo vytvořeno srovnání celých prvních dvou měsíců roku, kdy hodnoty  $PM_{10}$  částic často několikanásobně překračovaly hodnotu stanovenou pro ochranu zdraví, spolu s výsledky ARI v těchto měsících. Obě křivky linearity jsou stoupajícího charakteru, ale nemají shodný úhel průběhu. Můžeme však říci, že pokud má ovzduší celkově sníženou kvalitu, nemocnost ARI se nezmenšuje. Navíc, v okamžiku značného nárůstu znečištění (od 22. 1. a od 11. 2.) vidíme zvýšení křivky nemocnosti o pár dní později, viz Graf 2.

V týdnu B) se téměř všechny naměřené hodnoty  $PM_{10}$  částic na všech stanicích kraje držely pod  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a měly klesající průběh v čase, proto můžeme tento týden považovat za „čistý“. Jak je vidět v Grafu 4 nemocnost ARI, měla v tomto období prudce klesající charakter. Efekt zlepšení má pravděpodobně vliv na zdraví až několik dní po ukončení působení škodlivin. Je to stejné, jako u zhoršení, protože organismus potřebuje čas k regeneraci a obnově buněk poškozených toxikantem. K poklesu nemocnosti ARI dochází velice rychle. V týdnu následujícím po mírném znečištění, je pokles nemocnosti o 7 %. V týdnu, kdy dochází k poklesu znečištění, již vidíme pokles o 14 % a v posledním týdnu, kdy už je znečištění nepatrné, až o celých 22 %. Tyto výsledky jsou znovu doplněny průběhem v čase za celé dva měsíce, kdy bylo znečištění ovzduší menší (březen, duben) tak, jako to bylo i v hodnocení týdne A). Zde mají křivky linearit výslovně klesající charakter dokonce v podobném úhlu (Graf 4).

Pokud je ovzduší znečištěné, nemocnost ARI se nezlepšuje, dokonce se mírně zhoršuje. V případě, že se kvalita ovzduší zlepšuje, rapidně se snižuje počet onemocnění ARI. **Z toho tedy vyplývá, že znečištění ovzduší má vliv na zdravotní stav obyvatelstva a hypotéza H1 byla potvrzena.**

Obyvatelé Moravskoslezského kraje mohou v médiích či jiných informačních zdrojích slyšet například: „PM částice jsou v oblasti Ostravsko-Karvinska zvýšeny na hodnotu  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ...“ V danou chvíli by měli vědět, co přesně to pro ně znamená, proto byla do výzkumu zařazena problematika informovanosti. Do informovanosti byly zařazeny také otázky, které propojují různé obory vědění, protože se překrývají a navzájem ovlivňují (meteorologie, ochrana zdraví, toxikologie atd.). Je důležité, aby obyvatelstvo mělo přehled o tom, jak spolu tyto obory souvisí, aby své znalosti mohli aplikovat v běžném životě z hlediska ochrany vlastního zdraví.

Protože hypotéza H2 předpokládá, že obyvatelstvo je dostatečně informováno o problematice znečištění ovzduší v kraji, byl k jejímu potvrzení vytvořen dotazník a rozdán 250 obyvatelům Moravskoslezského kraje. V povědomí obyvatel je tato problematika zřejmě rozšířená, návratnost byla poměrně vysoká. Vrátilo se 217 dotazníků, což je 87 %. Nejčastěji odpovídali obyvatelé Karvinska a Ostravska. Zřejmě proto, že v této oblasti je znečištění ovzduší časté a obyvatelé jsou s touto skutečností nespokojeni. Genderové a věkové složení výzkumného souboru bylo následující: odpovídalo 60 % žen a 40 % mužů a 89 % tvořily osoby starší 18 let.

Pro dobrou orientaci ve znalostech občanů kraje byla stanovena stupnice od jedné do čtyř u každé znalostní otázky a podle toho byly odpovědi vyhodnocovány. Otázka za jeden bod znamenala vždy *špatně*, otázka za dva body *spíše špatně*, otázka za 3 body *spíše dobře*, otázka za 4 body *dobře*. Pokud byl součet procent odpovídajících na otázku 3 a 4 mezi 50 a 74, můžeme říci, že je informovanost o problematice v otázce zmíněné, dobrá. Když je hodnota vyšší než 75, je informovanost výborná. Stejně tak pokud bude součet procent u odpovědí 1 a 2 mezi 50 a 74, informovanost o problematice v otázce je minimální, když je součet procent vyšší než 75, informovanost je špatná.

Prvním problémem hned v úvodu dotazníku bylo definování pojmu znečištění ovzduší. Znalost pojmu je mezi respondenty *dobrá*. V otázce byla jistá záludnost, která zřejmě sváděla volit odpověď za 2 body. Bylo to slovní spojení prachové částice. V této práci je pozornost věnována převážně prachovým částicím, ale obecně platí, že ve vzduchu jsou přítomné i jiné látky, které mají prokazatelnou škodlivost. Zřejmě o nich ale není slyšet tak často jako o PM částicích a možná je to důvod, proč tolik respondentů zvolilo právě odpověď s prachovými částicemi a tím se výsledky zhouply na hranici informovanosti *dobrá*.

Naopak z hlediska toxikologie mají obyvatelé kraje vcelku jasno. Znalost účinků škodlivin z ovzduší v lidském těle můžeme hodnotit *výborně*. Součet procent 3 a 4 bodových odpovědí byl dokonce 97 %. Je zde jasně vidět, že obyvatelé dobře vědí, jaké účinky mají toxikanty, pokud vstoupí do našeho těla.



Také riziko, které s sebou nese dlouhodobé vystavování organismu prachovým částicím, je obyvatelstvu *výborně* známo. Svědčí o tom součet vysoce bodovaných odpovědí – 98 %. Celých 94 % dokonce označilo naprosto správnou odpověď, za 4 body. Důvodem tak vysokého čísla je zřejmě expanze informačních zdrojů s touto tematikou. Vznikají nové společnosti a servery, lidé na veřejných sítích zakládají různé diskuze a spolu komentují současný stav. A i když přesně neumí definovat pojem znečištěné ovzduší, dobře vědí, jak organismu škodí.

Další oblastí zkoumání informovanosti byla četnost výskytu znečištěného ovzduší v oblasti, kde respondenti žijí. Odpověď *ano, jsou* či *ano jsou, ale ne často* zvolilo dohromady 94 % obyvatel, což znamená, že problém existuje a že se lidé o tuto problematiku obecně sami zajímají. Důležité jsou i výsledky zvolené odpovědi za jeden bod (*o tuto problematiku se nezajímám*) a tu označily pouze 3 % všech dotazovaných, z čehož vyplývá, že obyvatelé kraje mají zájem o informace, které se týkají znečištěného ovzduší. Z této oblasti lze hodnotit informovanost jako *výbornou*.

Malým problémem byla otázka, která se týkala znečišťujících látek v kraji. Třetina respondentů zvolila možnost za 1 bod, *oxid uhličitý*, která byla úplně špatně. Myslím si však, že pojem oxid uhličitý, si mohli lidé splést s látkou oxid uhelnatý. Ten v možnostech nebyl a obecně se zřejmě ví, že je jedovatý. Celkově ale vyšla informovanost u této otázky jako *dobrá* se součtem 67 % za vysoce bodované odpovědi.

Odhad přípustného množství PM<sub>10</sub> částic pro ochranu zdraví byl také *výborný* s výsledným součtem procent 97. Je dobré, když obyvatelstvo zná limity pro ochranu zdraví, protože v mnohých médiích jsou hlášeny pouze hodnoty bez komentáře. Když obyvatelé kraje vědí, jaké množství je přípustné, nejsou pro ně tyto komentáře vlastně ani potřeba.

Také znalosti vlivu meteorologie na znečištění byly *výborné*. 91 % dotazovaných odpovědělo za 4 či 3 body, i přesto, že byly odpovědi tvořeny záměrně složitěji. Z těchto výsledků vyplývá, že obyvatelé kraje umí už při předpovědi počasí předpokládat zhoršení či zlepšení znečištění ovzduší a podle toho také dopředu plánovat svůj život a tím i snižovat zdravotní rizika.

O způsobu měření znečištění v Moravskoslezském kraji je už menší informovanost. Ještě se sice množství odpovědi vešlo do sekce *výborná*, ale chyběly pouze 2 % do nižší sekce. 24 % zvolilo možnost *nevím*. Znalost způsobu měření sice není životně důležitá, ale již jsem se setkala během své práce s výroky jako „tady se nic neděje...“ nebo „ano, máme velké znečištění, ale nikdo se o to nezajímá, nikdo to neřeší...“ apod. Proto byla otázka o způsobu měření znečišťujících látek zařazena do výzkumu.

Informovanost ze stran emisí byla také *výborná*. Celých 92 % dotazovaných odpovědělo úplně správně. Celkový součet procent vysoce bodovaných odpovědí byl 96. Obyvatele dobře znají velké znečišťovatele, ale také vědí, že zdroje mohou být i menší či mobilní. Velké diskuze mezi lidmi ještě vyvolává stálá otázka o vlivu emisí, která proudí (či neproudí) do kraje ze sousedního Polska. K emisím jeden anonymní respondent zanechal v dotazníku zprávu: „Mrzí mě jen to, že v mnoha případech se znečištění svádí na Polskou stranu a vlastně ze strany severovýchodu fouká vítr tak maximálně 14 dnů v roce!! Problém je úplně někde jinde, jen my si ho nepřiznáme, nebo jej přiznat nemůžeme.“ Je těžké odhadnout, co je tímto vyjádřením přesně myšleno, ale zřejmě je mezi obyvateli rozšířeno jakési napětí, které se tohoto tématu týká. Myslím, že toto napětí je jedním z důvodů, proč vznikají organizace jako Air Silesia, které se pokoušejí tuto příhraniční situaci nejen objasňovat občanům, ale také ji postupně řešit.

Z předchozích hodnocení vyplývá, že lidé znají rizika spojené se znečištěním a vědí, že situace je v Moravskoslezském kraji špatná. Proto je dle mého názoru velice důležité znát přístup samotných občanů k dané problematice. Jak moc iniciativně přistupují ke zjišťování aktuální situace. Proto byla do dotazníku zařazena otázka, která poukazuje na aktivitu občana v oblasti zjišťování informací o aktuálním znečištění. Informovanost v této oblasti vyšla bohužel jako *minimální*. Zde musely být sečteny procenta níže bodovaných odpovědí a tímto součtem odpovědí byla hodnota 70. Nejvíce procent respondentů (53 %) označilo možnost za dva body (*vyhledávám informace pouze nárazově*). Obyvatelé kraje sice vědí, že problém existuje, dokonce znají i možná zdravotní rizika, ovšem sami málokdy obětují energii k tomu, aby si zjistili aktuální stav ovzduší. Server ČHMÚ přináší stále aktuální data a přeposílá je k dispozici dále - městským úřadům, informačním serverům. Dokonce existují mobilní aplikace,

které využívají čerstvá data ze serveru ČHMÚ pro každou stanici a stále je to málo? Chybu zde proto bohužel vidím hlavně ze strany civilního obyvatelstva.

V otázce osobní ochrany je obyvatelstvo informováno *výborně*. Po součtu procent dvou nejvýše bodovaných odpovědí vyšlo číslo 99, tedy téměř všichni odpověděli na tuto otázku správně či téměř správně. Opět se potvrdilo, že znalosti z oblasti působení škodlivin a ochrany před nimi mají lidé v kraji na vysoké úrovni.

Celkově lze tedy shrnout celý dotazník následovně: 7 krát z deseti možností byla informovanost na *výborné* úrovni, 2x na *dobré* úrovni a pouze jednou byla úroveň znalostí *minimální*. Tuto oblast je třeba ještě „dopilovat“, ale obecně **můžeme říci, že informovanost obyvatel, kteří žijí v Moravskoslezském kraji je z obecného hlediska problematiky znečištění ovzduší dostatečná, ovšem z pohledu aktuálního stavu ovzduší mají obyvatelé nedostatek informací, proto byla hypotéza H2 částečně potvrzena.**

Ochrana obyvatelstva se v oblasti znečištění ovzduší dá řešit pouze jediným způsobem. Jedná se o varování v případě, že je aktuální stav ovzduší špatný. Je těžké zajistit, aby se informace dostala ke všem, ale musíme si být jisti, že pro tento cíl děláme maximum. Pro snadnou orientaci byly do dotazníku přidány ještě dvě otázky, které se týkají varování a to se stejnými bodovými pravidly jako u otázek informovanosti.

Podle zákona musí být veřejnost příslušnými orgány ochrany ovzduší informována o překročení zákonem stanovených imisních limitů a jeho účincích na zdraví lidí nebo na ekosystémy a vegetaci. Z pohledu občana bych to ale viděla jinak. Protože se jedná o ohrožení zdraví, zvyšují se mnohá zdravotní rizika a vyhláší se zvláštní podmínky, měl by obecní úřad či úřad ORP zajistit, aby se toto varování dostalo k co nejvíce obyvatelům.

Je těžké určit, kde přesně začíná a končí oblast ochrany obyvatelstva, ale je-li z jakéhokoli důvodu ohroženo zdraví obyvatel, týká se to i správy obce či ORP (dále jen obce) a proto je do varování zapojeno.

Otázka varování obcí byla zpracována na základě vyhodnocení co nejaktivnějšího způsobu varování. Čím méně obyvatel dané obce musí udělat pro to, aby se k němu informace dostala, tím více bodů bylo přiděleno k odpovědi. Pouze 9 % dotazovaných zvolilo možnost, že jsou varování místním rozhlasem, sirénou či jednotkou požární ochrany obce. Tento způsob varování je z pohledu obce nejaktivnější, protože obyvatel dané obce nemusí udělat nic proto, aby se k němu informace dostala. Druhé číslo už je ale vyšší – 29 % vypovědělo, že v případě znečištění jsou varování televizním kanálem obce. Téměř třetině obyvatel díky zájmu obce stačí, že zapnou televizi na správném programu. Stejně procento ale udalo, že jim varování přináší jiný televizní kanál či rádio. Je správné, že se takové varování k obyvatelům dostane, ovšem nelze zjistit, jaký podíl na tom má vedení obce. Nejhorší je však číslo poslední: 38 % dotazovaných uvedlo, že je aktivně nevaruje nikdo. To znamená, že pokud se sami nezajímají o aktuální stav ovzduší, varování se k nim nedostane. Z předchozích výsledků ale vyplývá, že ani aktivita zjišťování informací ze strany obyvatel není na příliš vysoké úrovni, takže chyba v distribuci informací je patrně na obou stranách.

Abychom se ale dopracovali ke skutečným výsledkům, je třeba zjistit, kolikrát se k občanům vůbec varování dostalo. Je těžké definovat pojem „špatný vzduch“, ale protože jsou hodnoty v kraji překračovány opravdu často (to platí převážně pro  $PM_{10}$ ), byly pro tuto práci stanoveny tyto hodnoty: dvojnásobně překročený limit, trojnásobně překročený limit a čtyřnásobně a více překročený limit v hodnotě denního průměru prachových částic  $PM_{10}$ . Zákon stanovuje tyto hodnoty jinak (i když podobně), ale protože ve většině obcí Moravskoslezského kraje jsou hodnoty překračovány velice často, v některých obcích by probíhalo toto varování téměř denně, proto byly pro práci použity právě tyto hodnoty.

Pro relevantní informace získané výzkumem bylo použito zvláštního systému třídění dat. Vycházelo se z počtu překročení určité hodnoty za rok 2012 pro každou měřicí stanici kraje, z čehož vycházel počet varování a tak se dalo zjistit, při jaké hodnotě znečištění bylo obyvatelstvo varováno. Překročení limitu  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bylo na 15 z 18 stanic naměřeno více než 21 x za rok, ostatní stanice naměřily překročení v intervalu 11-20 x rok. Dle mého názoru by mělo dojít k varování, hodnota pro ochranu zdraví je zde přeci překročena už dvojnásobně. V otázce četnosti uvedlo 34 % respondentů, že bylo více jak 21 x za rok varováno.

Překročení limitu  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  se pohybovalo od 11 do 20 překročení za rok na 17 z 18 stanic. Možnost, že byli respondenti varováni 11 – 20 x za loňský rok označilo pouze 15 % dotazovaných, z čehož vyplývá, že pokud je hodnota překročena dvojnásobně, k obyvatelům se informace dostane, ale pokud je už hodnota překročena trojnásobně, varování se již tak dobře nešíří. Možná se spoléhá na to, že pokud lidé o znečištění už jednou uslyší, budou se už trochu také informovat sami, k čemuž však podle výsledků hypotézy H2, nedochází.

Hodnota  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  byla překročena v loňském roce 1-10 krát na všech stanicích krom jedné – ta měla počet překročení vyšší. Možnost varování 1-10 krát zvolilo 25 % respondentů. Zajímavé je, že počet varování opět stoupl, pokud byla hranice překročena čtyřnásobně.

Poslední hodnotou tohoto výzkumu je označená odpověď *nikdo*. Tuto možnost zvolilo celých 26 % z celkového počtu. Vyplývá z toho tedy to, že přibližně čtvrtina respondentů není varována nikdy, ať už je znečištění jakékoli. **Protože se informace o aktuálním znečištění a varování zřejmě dostane pouze k některým obyvatelům, je nutné další řešení v této oblasti, hypotéza H3 tak byla potvrzena pouze částečně.**

Čím častěji jsme vystaveni znečištěnému ovzduší, tím více podstupujeme zdravotní riziko. Z toxikologického hlediska je kromě koncentrace ve vzduchu stejně důležitá četnost a délka vystavování toxikantům. Všechny tyto faktory mají vliv na zdravotní stav a podle výsledků jej i velkou měrou ovlivňují.

Obyvatelé jsou celkově dobře informováni o působení škodlivých látek v ovzduší, ale mají chabé informace o tom, jaký je aktuální stav ovzduší. Informace o varování se také nedostanou ke všem obyvatelům, proto by bylo správné změnit postup varování a také informovat obyvatelstvo o tom, jak důležité je znát momentální stav ovzduší, aby se vyvarovali zbytečnému riziku.

## **Řešení situace**

Řešení nastalé situace musí jasně vycházet z jedné cesty problému. Rozumíme tím zdroj znečištění -> ovzduší obce -> ochrana obyvatelstva -> zlepšení situace. Jsou to body, na kterých se dá pracovat a tím nastalou situaci řešit a i když tvoří jeden celek, dílčími procesy se dá manipulovat. Protože řešení situace v rámci celého kraje je pro rozsah této práce neproveditelné, bude ke každému řešení popsána aplikace na ORP Bohumín.

**Zdrojem znečištění** rozumíme všechny zdroje, které můžeme ovlivnit různými prostředky. Existují normy pro emise, jsou vyvíjeny účinnější filtry pro průmysl. Toto se oboru ochrana obyvatelstva tolik netýká, pro tuto oblast je důležité pracovat se zdroji, které máme k dispozici. Například v případě vyhlášení smogové situace může město vyhlásit regulační řád a využít program odklonu dopravy. Jsou-li špatné meteorologické podmínky a navíc je zvýšené znečištění, ve vzduchu se kumulují všechny odpadní látky, včetně odpadu automobilové dopravy. Je ale nutné, aby silnice odklonu byly stejné kvality jako silnice původní, což v některých obcích nelze prakticky provést. Přijatelnějším řešením by spíše byla celková regulace dopravy – tzv. nízkoemisní zóny. Podle této teorie by byly vozy tříděny podle toho, kolik a jakých odpadů uniká do ovzduší při jejich provozu. Vozidla, která by splňovala určité podmínky, by mohla projíždět celým územím obce, naopak vozidla, která by podmínky nespĺňovala, by měla zákaz vjezdu do určité části dané obce.

Pro ORP Bohumín by se dala vymezit trasa pro objezd nízkoemisní zóny. V současné době městem prochází silnice I/67 vedoucí k polské hranici a v opačném směru na Karvinou II/647 ve směru na Ostravu a II/471 ve směru na Rychvald. Současná silniční síť však nenabízí podmínky pro zavedení nízkoemisní zóny. Tuto situaci ale bude možné změnit dobudováním východního obchvatu města (tzv. přeložka I/67). Pro vytvoření nízkoemisní zóny by byla nejvhodnější oblast vymezená silnicí II/647, přeložkou I/67, ulicemi Jana Palacha, Štefánikovou, 9. Května, Jeremenkovou a Drátovenskou. Tyto komunikace by tvořily jak objízdnu trasu, tak hranici nízkoemisní zóny, jak je vidět v Příloze 10.

V kategorii **ovzduší obce** je zahrnuto vše, co může ovlivnit (zlepšit) již nastalou situaci. Pokud víme, že se situace znečištění v obci často opakuje, můžeme s tím pracovat. Jedním z prvků je tzv. výsadba izolační zeleně. Funguje tak, že se v určité oblasti vysadí stromy, na které se „nalepí“ prachové částice ze vzduchu a když přijde dešť, částice se smyjí. Navíc na podzim listy opadají a na jaře pučí nová zeleň připravena chránit obec před znečištěním. Nevýhodou však je, že ne všechny pozemky patří obci a proto nelze zeleň vysadit všude. Myslím si ale, že v případě vytvoření projektu by se i státní pozemky mohly osázet izolační zelení, jedná se přeci o veřejně prospěšné účely. Samozřejmě tato izolace je nefunkční v zimě a také je problém při výsadbě s udržením oblastního ekosystému. Je to velice náročný proces, ale některé obce Moravskoslezského kraje se již do takových projektů pouští a snad je otázkou času rozšíření takových projektů do dalších oblastí kraje.

V ORP Bohumín byly v loňském roce vysazeny stromy a keře, které budou v budoucnu fungovat jako izolační zeleň. Ve třech oblastech města bylo vysazeno přes 2000 stromů a 1000 keřů (ulice Tovární, Dolní pole, Gliňoč). O další výsadbě se uvažuje na ulici Budovatelské a Revoluční.

Primárním cílem této práce je však návrh řešení z hlediska ochrany obyvatelstva či krizového řízení. Dlouhodobý inverzní stav zatím není zařazen mezi operační plány Moravskoslezského kraje. V loňském roce byla provedena analýza územních rizik pro kraj v návaznosti na havarijní připravenost území a krizové řízení a jako hodnocený typ mimořádných událostí zde byla zařazena také dlouhodobá inverzní situace. Do krizového plánu kraje byly zahrnuty pouze ty mimořádné události, které mohou nabýt rozměrů krizové situace. Přestože dlouhodobá inverzní situace je v Moravskoslezském kraji zejména v zimních měsících jevem častým, podle HZS kraje nepředstavuje pro území hrozbu, která by vyžadovala vyhlášení některého z krizových stavů. Proto není zpracování operačního plánu zatím nutné.

Z oblasti **ochrany obyvatelstva** se v případě znečištění ovzduší dá řešit jediné varování. Je správné, že se různé organizace (ČHMÚ, SZÚ, UNEP, apod.) zajímají o řešení situace a předkládají na své webové stránky mnoho informací k dané problematice. Ovšem problém je zřejmě v tom, že lidé v kraji sami informace nevyhledávají. To je skupina lidí, která má přístup k internetu a nevyužívá toho, proto ji nazvěme skupinou *aktivní*. Druhou skupinou je obyvatelstvo, které internet nevlastní, či jej neumí používat. Do této skupiny můžeme zahrnout děti, seniory, zdravotně či tělesně postižené občany, sociálně slabší skupiny apod., tuto skupinu pojmenujme jako *pasivní*. Cílem je vymyslet postup, jak skupině aktivní zvýšit zájem o problematiku aktuálního stavu a pasivní skupině celou informaci zprostředkovat (také proto, že v této skupině se nacházejí osoby, které jsou ke znečištění ovzduší obzvláště citlivé).

Aktivní skupinu je především důležité stále upozorňovat na to, že přístup k informacím mají a je jen otázkou několika minut denně se danou problematikou zabývat. Donutit je přemýšlet nad tím, co všechno mohou sami ovlivnit ve dnech velkého znečištění, a čemu se určitě vyvarovat. Vyšším stupněm pomoci aktivní skupině by bylo vytvoření informačního serveru, který by čerpal data z ČHMÚ a rozesílal je obyvatelům v případě, že bude stav ovzduší špatný, například formou krátké textové zprávy na mobilní telefon.



ORP Bohumín rozesílá informační zprávy (pokud si je vyžádáte) o stavu ovzduší každé ráno kolem deváté hodiny. Osobně si ale myslím, že by bylo lepší varovat obyvatele pouze tehdy, pokud by hodnota překročila určitou mez a v každém případě, pokud by byla vyhlášena smogová situace. Z vlastní zkušenosti totiž vím, že pokud dostávám SMS zprávu každý den a ve stejnou hodinu, spojí se s určitým rituálem a nevěnuji jí poté takovou pozornost. Pro aktivní skupinu by musela zafungovat řádná propagace. V místní televizi, na letáčích či billboardech, ve školách nebo prostřednictvím veřejné akce. Návrh propagace formou letáčku a samolepky viz Příloha 11 a Příloha 12.

Pro pasivní skupinu by bylo vhodné vymyslet systém varování tak, aby k tomu nepotřebovali přístup k internetu, televizi nebo rádiu. Bylo by možné použít systém otočné informační tabule, která by se umístila do prostředí, kde se hromadí větší množství osob - náměstí, nádraží, sídliště apod. Na takovou tabuli by se automaticky odesílala třeba i hodinová data přes internet ze serveru ČHMÚ a ten by hodnoty zobrazoval v daném prostředí. Bylo by také vhodné opatřit tento systém výstražným varováním (návrh tabule viz Příloha 13). Avšak musel by se spustit pouze v případě, kdy znečištění bude úplně extrémní (například  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), protože kdyby se nějaký zvukový výstražný systém spustil po překročení hodnoty  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , byl by v některých obcích kraje v provozu nepřetržitě.

V ORP Bohumín byla hranice  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 hodinový průměr) překročena 10 x za loňský rok a to už není tak závratné číslo, pro které by si občané mohli stěžovat na neklid v obci. V případě, že daná obec je rozptýlena do většího území a nemá mnoho míst, kde se koncentrují občané, může varování probíhat například prostřednictvím jednotky požární ochrany Sboru dobrovolných hasičů obce. Obzvláště byla-li by vyhlášena smogová situace. Je zde také možnost využít Jednotného systému varování a vyrozumění, ale myslím, že by takový způsob varování mohl vyvolat zbytečnou paniku.

**Zlepšení situace** je posledním bodem celé problematiky znečištění ovzduší. To zahrnuje kroky kupředu všech zdrojů znečištění – velké zdroje kategorie REZZO 1, které musí upravovat podmínky provozu tak, aby bylo odpadů ve vzduchu co nejméně. Zde je malý problém v oblasti Česko-Polského příhraničí. Polská strana má totiž jiné podmínky pro vyhlášení smogové situace i regulaci, mají hodnoty limitů posunuty směrem „nahoru“ a tak jsou k vyšším hodnotám znečištění benevolentnější než my, Češi. Avšak z pohledu Evropské unie si myslím, že nebude dlouho trvat a i na polské straně se imisní limity zpřísní. Střední zdroje REZZO 2 by měly mít snahu chovat se ekologicky a postupně snižovat množství emisí dokonalejším spalováním. Malé zdroje kategorie REZZO 3 a mobilní zdroje kategorie REZZO 4 už můžeme ovlivňovat my, občané, strízlivým a ekologicky šetrným vytápěním a spalováním. V této oblasti již dokonce probíhají některé projekty (například dotace na ekologičtější vytápění domácností).

Obecně lze tedy říci, že možností nápravy je hned několik, avšak krutým nepřítelem je pro řešení této situace čas - bude trvat nějakou dobu, než budou zjevné první důkazy nápravy. Lidé v kraji jsou ke zlepšování skeptičtí, ale každý by měl vědět, že nic nelze uskutečnit ze dne na den a zadarmo. Z výsledků vyplývá, že obecná informovanost o problematice je dostatečná, avšak je také potřeba věnovat pozornost aktuální situaci, aby bylo možné snížit rizika na zdraví na co nejnižší úroveň. Nemyslím si, že se občané musí naučit smířit se s životem v takových podmínkách, ale měli by být trpěliví a hlavně sami přispívat ke zlepšení této situace.

## **5. Závěr**

Problematika znečištění ovzduší je opravdu rozsáhlá, ale z hlediska ochrany obyvatelstva se dá zaměřit na specifické dílčí aspekty problému a ty postupně řešit.

Hlavním cílem této práce byl návrh řešení na zlepšení celé situace problematiky znečištění ovzduší v Moravskoslezském kraji z pohledu ochrany obyvatelstva. Muselo být proto nejdříve zjištěno, zda znečištění ovzduší problém pro obyvatele představuje. Proto byla vytvořena hypotéza H1. Ta předpokládá, že znečištění ovzduší má vliv na zdravotní stav obyvatelstva, což se plně potvrdilo. Je zjevné, že pokud je ovzduší znečištěné, zdravotní stav obyvatelstva se nezlepšuje a když se znečištění snižuje, zlepšuje se i zdravotní stav obyvatel. Z toho by ochrana obyvatelstva měla vycházet, protože je vidět, že zde existuje problém.

Výzkum tedy potvrdil, že znečištění ovzduší přináší občanům jistá rizika a je třeba se proti němu bránit obzvláště v případech, kdy je znečištění aktuální a překračuje imisní limity. Bylo ale třeba také zjistit, jestli to občané vědí a na tento problém se zaměřovala hypotéza H2. Zjišťovala obecné znalosti o problematice znečištění ovzduší, souvislosti s dalšími obory (medicína, toxikologie, meteorologie) a také míru iniciativního přístupu obyvatel ke zjišťování aktuální situace z oblasti znečištění ovzduší. Hypotéza H2 byla jen částečně potvrzena, protože z výsledků dotazníkového šetření vyplynulo, že obyvatelé kraje mají výborné znalosti o problematice obecně, avšak nemají zájem zjišťovat si sami aktuální stav znečištění.

Potvrdilo se, že znečištění ovzduší má vliv na zdravotní stav obyvatel a že lidé v kraji znají rizika spojená s vystavováním organismu znečištěnému ovzduší. Problém je v tom, že i když obyvatelé vědí, jak výrazný vliv má stav ovzduší na zdraví, nejsou dost iniciativní na to, aby zjišťovali aktuální situaci. V době informačních technologií a internetu je to otázkou pár minut denně, proto je velká škoda, že jsou v této oblasti většinou spíše pasivní. Proto je důležité zprostředkovat informace nejen pro osoby, které internet či počítač nevlastní, ale také provést osvětu u obyvatel, kteří přístup k datům mají.

Poslední hypotéza H3 se zabývala varováním obyvatel kraje. Z dotazníkového šetření vyplynuly výsledky o způsobu a četnosti varování obyvatel, a protože se varování dostane pouze k malému množství občanů, hypotéza H3 byla potvrzena pouze částečně. Byl proveden návrh řešení v aplikaci na ORP Bohumín pro dvě skupiny obyvatel – pro osoby, které mají přístup k informacím a vlastních mobilní telefon; a osoby, které přístup k informacím či k mobilnímu telefonu nemají.

Pro aktivní skupinu byl vytvořen propagační leták (Příloha 11) a nálepka (Příloha 12), díky nimž se o způsobu informování o aktuálním stavu znečištění dovědí. Je to příklad využití propagace a hlavním cílem je zaujmout. Součástí tohoto letáku jsou také shrnuté otázky, které dělaly problém při dotazníkovém šetření v oblasti informovanosti. Je problematické vymyslet způsob propagace v dnešní době, protože reklama se vyskytuje všude a myslím, že mnoho lidí již nevěnuje reklamám tak velkou pozornost, proto je třeba zaměřit se na originalitu každé propagace. Speciálně proto bylo uvedeno jméno ORP na letáku i nálepce. Věřím, že pokud lidé uvidí jméno své obce na veřejném místě, bude je zajímat, o co se jedná a zaměří na prospekt větší část své pozornosti.

Pro pasivní skupinu byl sestaven návrh, jak by mohla vypadat otočná informační cedule. Bylo by možné zde také umístit systém varování, ale je třeba zvážit, kdy se varování bude spouštět, protože mnoho obcí kraje je zatěžováno znečištěním překračujících hranici pro ochranu zdraví tolikrát ročně, že by se obyvatelé díky varování ani nevyspali. Pro tento program byl také sestaven systém, jak by eventuálně mohla být data přijímána ze zdroje ČHMÚ automaticky. (Příloha 13) Také byl proveden návrh, kde by se mohla otočná informační cedule umístit v centru ORP Bohumín (Příloha 14) a příměstských částech (Příloha 15). Tento návrh byl vyznačen do mapy ORP Bohumín. Jsou to většinou v oblasti, kde se hromadí více osob jako náměstí, sídliště, školy, hřiště apod.

Cílem práce tedy bylo vypracování řešení v oblasti ochrany obyvatelstva ve spojení se znečištěním ovzduší v Moravskoslezském kraji. Jak už jsem zmínila výše, problematika je to opravdu rozsáhlá, ale pokud si ji můžeme rozčlenit na menší, dílčí problémy, můžeme je i takto postupně řešit. Z pohledu ochrany obyvatelstva se jedná převážně o varování v případě velkého znečištění ovzduší a osvětu aktivní skupiny

obyvatel. Návrh je jen první malý krok k realizaci, ale je to naděje pro obyvatele kraje i samosprávu zatížených ORP a obcí. Věřím, že navrhovaná řešení se dají aplikovat nejen v ORP Bohumín, ale mohou být použita i v dalších obcích Moravskoslezského kraje.

## **6. Seznam informačních zdrojů**

- 1) About EPA. *US Enviromental Protection Agency* [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www2.epa.gov/aboutepa/>
- 2) About UNEP. *United Nations Enviromental Programme* [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=43&ArticleID=3301&l=en>
- 3) *Air Silesia: Popis projektu* [online]. 2012 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: [http://www.air-silesia.eu/cz/a763/Popis\\_Projektu.html](http://www.air-silesia.eu/cz/a763/Popis_Projektu.html)
- 4) ALEXANDER, David a Rhodes W FAIRBRIDGE. *Encyclopedia of environmental science*. Boston: Kluwer Academic Publishers, c1999, xxx, 741 p. ISBN 04-127-4050-8.
- 5) AMUNDSEN, Audun. Omezování vzniku odpadů - čistší produkce. Praha: ENZO, 1995, 163 s. ISBN 80-901-7322-5.
- 6) *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1.
- 7) BALÍKOVÁ, Marie. *Forenzní a klinická toxikologie: laboratorní toxikologická vyšetření*. Praha: Galén, c2004, 140 s. ISBN 978-807-2622-849.
- 8) BLAŽEK, Zdeněk, Libor ČERNIKOVSKÝ, Tomáš OSTROŽLÍK a Roman VOLNÝ. Smogová situace v oblasti Ostravsko - Karvinska ve dnech 23. - 27. ledna 2010. Meteorologické zprávy: Meteorological Bulletin. Praha: Český hydrometeorologický ústav, roč. 63, č. 2, s. 33-41. ISSN 0026-1173. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/abstrakta/2010\\_2.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/abstrakta/2010_2.pdf)
- 9) BRANIŠ, Martin a Iva HŮNOVÁ. *Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší*. Vyd. 1. Editor Martin Braniš, Iva Hůnová. V Praze: Karolinum, 2009, 351 s. ISBN 978-80-246-1598-1.
- 10) C - reaktivní protein. *Vitalion.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://laborator.vitalion.cz/c-reaktivni-protein/>

- 11) *Dýchám pro Ostravu: Doporučení v případě nepříznivé imisní situace* [online]. 2011 [cit. 2013-04-19].  
Dostupné z: <http://host3.ovanet.cz/dychamproostravu.cz/www/index.php/ovzdusi/lekaska-doporueni>
- 12) EDLIN, Gordon a Eric GOLANTY. *Health*. 10th ed. Sudbury, Mass.: Jones and Bartlett Publishers, c2010, xxii, 804 p. ISBN 07-637-6593-7.
- 13) Emisní bilance České republiky: verze 1b - 31. 7. 2012. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2012 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/10embil/10embil.html>
- 14) HORÁK, Josef, Igor LINHART a Petr KLUSOŇ. *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2004, 188 s. ISBN 80-708-0548-X.
- 15) *Intergovernmental panel on climate change: Organization* [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml#.UXF77qLwlqx>
- 16) JURŠÍK, František. *Anorganická chemie nekovů*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2001, 228 s. ISBN 80-708-0417-3.
- 17) Kvalita ovzduší z hlediska lidského zdraví: specifikace indikátoru. *Informační systém statistiky a reportingu* [online]. 12. 11. 2012 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1533>
- 18) LOLLEK, Vladimír a Alan KAŠPAR. *Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší Moravskoslezského kraje: Aktualizace 2012*. Dostupné z: <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/assets/ovzdusi/Koncepce/aktualizace-pzko-2012.pdf>
- 19) LÜLLMANN, Heinz, Klaus MOHR a Martin WEHLING. *Farmakologie a toxikologie: překlad 15., zcela přepracovaného vydání*. Vyd. 2. české. Praha: Grada, 2004, 725 s. ISBN 80-247-0836-1.
- 20) MAČÁK, Jiří a Jana MAČÁKOVÁ. *Patologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 347 s., 24 s. barev. příl. ISBN 80-247-0785-3.14
- 21) MCMURRY, John. *Organická chemie*. Vyd. 1. VUTIUM: VŠCHT, 2007, 1176 s. ISBN 978-80-214-3291-8.

- 22) Monitoring zdraví a životního prostředí. *Státní zdravotní ústav* [online]. 2011 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/publikace/monitoring-zdravi-a-zivotniho-prostredi?highlightWords=zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%AD+ovzdu%C5%A1%C3%AD>
- 23) MUSIL, Jaromír, František PETŘÍK a Martin TREFNÝ. *Pneumologie: (učebnice pro studenty lékařství)*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005, 248 s. ISBN 978-80-246-0993-5.
- 24) NAVRÁTIL, Leoš. *Vnitřní lékařství: pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 424 s. ISBN 978-802-4723-198.
- 25) Oddělení emisí a zdrojů: Základní informace. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2003 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://pocasi.chmi.cz/uoco/emise/about/index.html>
- 26) Oddělení informačního systému kvality ovzduší: Základní informace. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2008 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: [http://www.chmi.cz/portal/dt?portal\\_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P5\\_0\\_O\\_nas/P5\\_3\\_Organizacni\\_struktura/P5\\_3\\_11\\_Ovzdusi/P5\\_3\\_11\\_3\\_Odd\\_info\\_sys\\_kv\\_ovz/P5\\_3\\_11\\_3\\_1\\_Zakl\\_Info&last=false](http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P5_0_O_nas/P5_3_Organizacni_struktura/P5_3_11_Ovzdusi/P5_3_11_3_Odd_info_sys_kv_ovz/P5_3_11_3_1_Zakl_Info&last=false)
- 27) Odhad zdravotních rizik ze znečištění ovzduší: Česká republika rok 2011. *Státní zdravotní ústav* [online]. 2011 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty\\_zdravi/rizika\\_CRI\\_2011.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/rizika_CRI_2011.pdf)
- 28) Odpovědi na nejčastější otázky ohledně ozónu ve venkovním ovzduší. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty\\_zdravi/ozon.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/ozon.pdf)
- 29) PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004, 178 s. ISBN 80-247-0608-3.
- 30) PELCLOVÁ, Daniela. *Nejčastější otravy a jejich terapie*. 2., dopl. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2009, 163 s. ISBN 978-807-2626-038.
- 31) PLESNÍK, Vladimír. Znečištění ovzduší a zdraví. *Studijní materiály Dr. Plesníka*. 2003, č. 150. Dostupné z: <http://www.zuova.cz/Home/Clanek/studijni-materialy-dr-plesnik>



- 32) Produkty - ISKO 2. *Integrated development of applications* [online]. 2008 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: [http://www.idea-envi.cz/produkty\\_isko\\_2.html](http://www.idea-envi.cz/produkty_isko_2.html)
- 33) PROKEŠ, Jaroslav. *Základy toxikologie: obecná toxikologie a ekotoxikologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005, 248 s. ISBN 80-726-2301-X.
- 34) Rok 2011 v Moravskoslezském, Olomouckém a Zlínském kraji. *INFOMET ČHMÚ* [online]. 2011 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://infomet.cz/index.php?id=read&idd=1328820623>
- 35) ŘIHÁČKOVÁ, Petra. *Osudové příznaky*. Vyd. 1. Brno: David Židlický, 2009, 137 s. ISBN 978-80-254-4332-3.
- 36) STRŘÍTESKÝ, Jan. *Patologie*. Vyd. 1. Olomouc: Epava, 2001, 338 s. ISBN 80-862-9706-3.
- 37) VITÍK, Matyáš. Smogový regulační systém omezí množství škodlivin v ovzduší. *Tiskové zprávy Ministerstva životního prostředí* [online]. 16. 10. 2012 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/news\\_121016\\_smog](http://www.mzp.cz/cz/news_121016_smog)
- 38) VOKURKA, Martin. *Patofyziologie pro nelékařské směry*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005, 217 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0896-0.
- 39) Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích. In: *Sbírka zákonů*. 2012. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-330-2012-sb-o-zpusobu-posuzovani-a-vyhodnoceni-urovne-znecisteni-rozsahu-informovani-verejnosti-o-urovni-znecisteni-a-pri-smogovych-situacich>
- 40) Zákon 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů*. 1998. Dostupné z: <http://www.vzdelanyzastupitel.cz/elearning/plne-texty-zakonu/zakon-c-123-1998-sb-o-pravu-na-informace-o-zivotnim-prostredi.aspx>
- 41) Zákon 239/2000 Sb. o Integrovaném záchranném systému. In: *Sbírka zákonů*. 2000. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=49556&nr=239~2F2000&rpp=15#local-content>

- 42) Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší a související předpisy. In: *Sbírka zákonů*. 2012. ISSN ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-201-2012-sb-o-ochrane-ovzdusi>

## 7. Přílohy

### Příloha 1: Automatický imisní monitoring ozónu



Zdroj: osobní fotodokumentace v ČHMÚ

### Příloha 2: Automatický imisní monitoring NOx



Zdroj: osobní fotodokumentace v ČHMÚ

**Příloha 3: Automatický imisní monitoring PM10, sběr dat „na pásku“**



Zdroj: osobní fotodokumentace v ČHMÚ

**Příloha 4: Sběrná hlavice pro automatický imisní monitoring prachových částic**



Zdroj: osobní fotodokumentace v ČHMÚ

**Příloha 5: Sběr PM<sub>10</sub> částic na standardní filtr + ukázka čistého a znečištěného filtru za 24 hodin měření**



*Zdroj: osobní fotodokumentace v ČHMÚ*

**Příloha 6: Sběr vzorků SO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> pro pozdější laboratorní analýzu**



*Zdroj: osobní fotodokumentace v ČHMÚ*

**Příloha 7: Sběr srážkové vody pro určení množství škodlivin v ní obsažených**



*Zdroj: osobní fotodokumentace v ČHMÚ*

**Příloha 8: Nádobky pro odběr vzorků srážkové vody**



*Zdroj: osobní fotodokumentace v ČHMÚ*

**Příloha 9: Dotazník**

Dobrý den, jsem studentkou Jihočeské univerzity a zabývám se znečištěním ovzduší v Moravskoslezském kraji ve spojitosti s ochranou obyvatelstva. Na toto téma píšete také svou diplomovou práci. Prosím Vás tímto o vyplnění tohoto anonymního dotazníku, který použiji ve výzkumné části své práce. V případě Vašeho zájmu, zašlu výsledky tohoto výzkumu na Váš e-mail (stačí uvést do kolonky v závěru). Prosím, odpovídejte na každou otázku pouze jednou. Věřím, že společným úsilím dokážeme změnit přístup k nám, občanům, a budeme se moci opět zhluboka nadechnout.

Romana Pajurková, Bohumín.

**1. Jsem**

- a) Muž
- b) Žena

**2. Jsem starší 18 let**

- a) Ano
- b) Ne

**3. Obec, ve které nyní žijete, se nachází v oblasti**

- a) Bruntálsko
- b) Opavsko
- c) Novojičínsko
- d) Ostravsko
- e) Karvinsko
- f) Frýdeckomístecko

**4. Co je to znečištění ovzduší?**

- a) Jsou to prachové částice, které poletují ve vzduchu a škodí životnímu prostředí.
- b) Látky, které se mohou vyskytovat ve vzduchu běžně, ale jejich zvýšená koncentrace je škodlivá pro životní prostředí.

- c) Plyny a pevné látky, jejichž množství, koncentrace, složení nebo kombinace se běžně ve vzduchu vyskytovat nemají.
- d) Nevím.

**5. Co se stane, pokud se dostane škodlivá látka z ovzduší do těla?**

- a) Po těle se rozvádí krevní cestou, poškozují tkáně a orgány, ale žádná látka se v těle nemůže hromadit.
- b) Po těle se šíří, mění, hromadí, a může poškozovat tkáně a orgány.
- c) Po těle se pouze rozvádí, ale nemůže mu škodit.
- d) Nevím.

**6. Co může způsobit časté vystavování organismu ovzduší znečištěného prachovými částicemi?**

- a) Nic, pro zdraví člověka to neznamena žádné riziko.
- b) Akutní i chronické potíže, ale pouze u citlivých osob.
- c) Akutní dýchací obtíže (včetně zánětu) i chronické problémy v dýchacím systému.
- d) Pouze chronické obtíže.

**7. Jsou ve vaší obci často potíže se znečištěním ovzduší?**

- a) Ano, jsou.
- b) Ano, jsou, ale ne často.
- c) Nejsou.
- d) O tuto problematiku se nezajímám.

**8. Jakou látkou je nejvíce znečišťováno ovzduší v Moravskoslezském kraji?**

- a) Oxidem uhličitým CO<sub>2</sub>.
- b) Oxidy dusíku NO<sub>2</sub>.
- c) Prachovými částicemi – tzv. „PM“.
- d) Oxidy síry SO<sub>2</sub>.



**9. Jaké je přípustné množství prachových částic ve vzduchu pro udržení zdraví?**

- a) Maximálně 50 mikrogramů na metr krychlový.
- b) Maximálně 100 mikrogramů na metr krychlový.
- c) Maximálně 200 mikrogramů na metr krychlový.
- d) Maximálně 300 mikrogramů na metr krychlový.

**10. Co nejvíce negativně ovlivňuje čistotu ovzduší v Moravskoslezském kraji?**

**(Co zhoršuje znečištění)**

- a) Letní období, časté srážky, vítr.
- b) Letní období, vysoká teplota vzduchu.
- c) Zimní období, teplotní inverze, bezvětří, sněžení.
- d) Zimní období, sucho, nízký tlak vzduchu.

**11. Jak probíhá měření kvality ovzduší na území Moravskoslezského kraje?**

- a) Nevím.
- b) Jsou zde rozmístěny automatické stanice, které zaznamenávají data a zasílají je na oddělení ochrany ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu. Občas se měří i pomocí mobilních stanic na předem vytipovaných místech.
- c) Pro měření jsou k dispozici pouze moderní automatické stanice.
- d) Je zde rozmístěno mnoho měřících stanic (automatických i ručních, pevných i mobilních), které v pravidelných intervalech zaznamenávají množství škodlivin v ovzduší.

**12. Odkud podle Vás unikají škodliviny do ovzduší (tzv. emise)?**

- a) Pouze z velkých průmyslových zdrojů.
- b) Z průmyslových zdrojů a lokálních topenišť.
- c) Z průmyslových zdrojů, lokálních topenišť a dopravy.
- d) Z průmyslových zdrojů ale pouze při havárii.

**13. Jak často zjišťujete informace ohledně aktuálního stavu ovzduší ve své obci?**

- a) Vyhledávám informace pouze nárazově.
- b) Vyhledávám několikrát do týdne.
- c) Informace zjišťuji každý den na internetu, či prostřednictvím informační služby města (například formou přijímaných SMS).
- d) O tuto oblast se nezajímám.

**14. Jaká je nejlepší osobní ochrana proti znečištěnému vzduchu?**

- a) Krátký pobyt venku, dlouhodobé větrání (průvan), omezit pouze vysoce výkonnostně náročné aktivity.
- b) Pro zdravé a silné jedince není omezený pobyt venku.
- c) Pobyt mimo znečištěnou oblast, omezení venkovních aktivit (zejména sportovních), pouze krátké intenzivní větrání.
- d) Přenosná venkovní čistička vzduchu.

**15. Kdo Vás aktivně varuje, pokud je ve vaší obci extrémně znečištěné ovzduší? (Aktivní varování znamená, že informace nemusím sám/sama vyhledávat)**

- a) Televizní kanál obce.
- b) Jiná televizní stanice či rádio.
- c) Místní rozhlas, siréna, jednotka požární ochrany (hasiči).
- d) Aktivně mne nevaruje nikdo.

**16. Kolikrát jste se v loňském roce (2012) setkal/a s takovým (aktivním) varováním?**

- a) Více než 21 krát.
- b) 11 - 20 krát.
- c) 1 - 10 krát.
- d) Nikdy.

**17. Chcete-li zaslat výsledky průzkumu po jeho skončení, uveďte zde, prosím, svůj e-mail.**

---

**18. Máte-li nějaké připomínky k výzkumu, pište, prosím, zde:**

Děkuji za Váš čas!

Příloha 10: Mapa okruhu možné nízkoemisní zóny, Bohumín



Zdroj: vlastní nákres objízdné trasy

Příloha 11: Informační leták k informování obyvatel o zdroji informací o aktuálním znečištění

**Obyvatelé BOHUMÍNA !**

**Víte, jaký dnes dýcháte vzduch?**

Sledujte aktuální stav ovzduší  
na serveru Českého hydrometeorologického ústavu !!

[www.chmi.cz/cistota\\_ovzdusi.html](http://www.chmi.cz/cistota_ovzdusi.html)

Ovzduší znečišťují plyny i pevné látky

Každá toxická látka má své

- množství
- koncentraci
- složení
- kombinace

které v ovzduší nemají co dělat!

Prachové částice (PM)  
jsou nejčastěji znečišťující látkou v kraji !!

Zdroj: Vlastní návrh

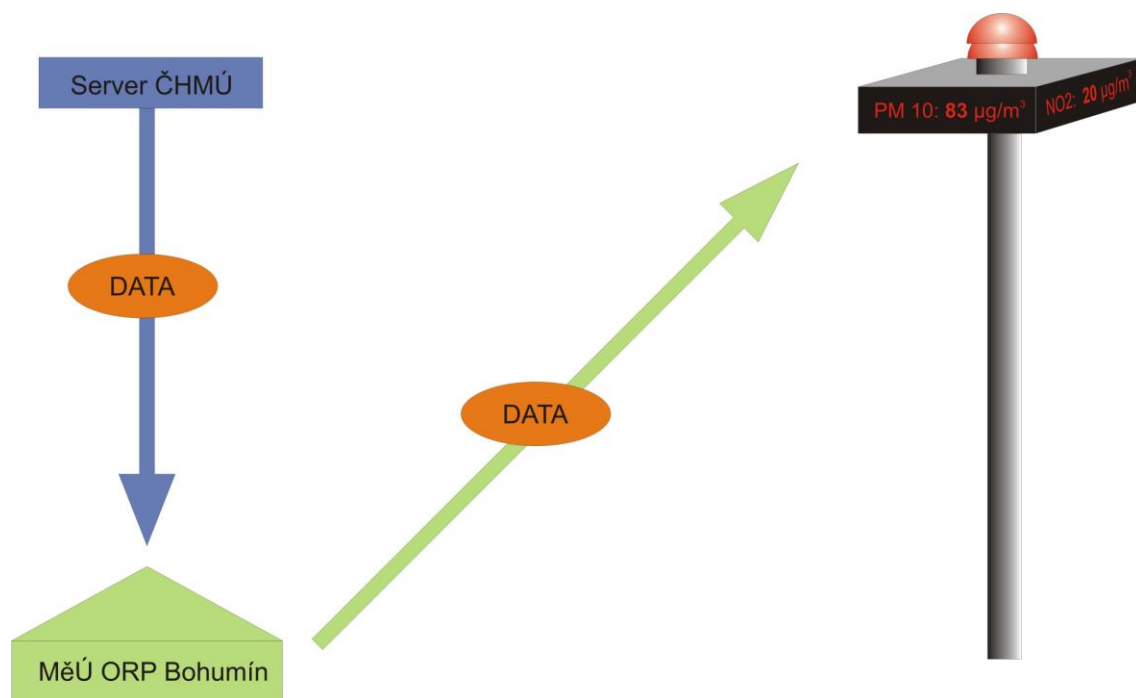
Příloha 12: Propagační samolepka

VÍM, JAK SE DNES DÝCHÁ  
V **BOHUMÍNĚ** !!

A ty? Sleduj aktuální stav na  
[www.chmi.cz/cistota\\_ovzdusi.html](http://www.chmi.cz/cistota_ovzdusi.html)

Zdroj: Vlastní návrh

Příloha 13: Návrh systému odesílání dat k informačním tabulím s varovným zařízením



Zdroj: Vlastní návrh

Příloha 14: Příklad rozmístění informačních cedulí v centru města



Zdroj: MěÚ Bohumín, vlastní výzkum

Příloha 15: Příklad rozmístění informačních cedulí mimo centrum města



Zdroj: MěÚ Bohumín, vlastní výzkum