

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zdravotně sociální fakulta

Diplomová práce

**Kvalita vnitřního prostředí – Zimní stadion České Budějovice -
účinnost opatření provedených na základě státního zdravotního
dozoru**

Vedoucí práce:
RNDr. Hana Dufková

Autor:
Bc. Markéta Běhounková

2011

Abstract

Internal environment is an environment in which we spend most of our time. That is the reason why it has a significant impact on our physical health and mental wellbeing. Yet, there are a number of factors that may pose health risks; and that is why this issue should not be underestimated.

The objective of the diploma thesis at hand is to assess the results as they were recorded in a targeted public health supervision focused on the quality of internal environment. The said state supervision was imposed by the Chief Public Health Officer of the Czech Republic of 14th March 2007 on Regional Hygiene Authorities including Prague Hygiene Authority, directors of Regional Hygiene Authorities, and directors of health institutions. Based on the reports on measurements of selected quality indicators in the internal environment of the Ice Arena in České Budějovice and their outcomes regarding the quality of the internal environment, the author expects to come to a conclusion which would confirm that measures taken due to the public health supervision have been sufficient in terms of efficiency. The given objective has been confirmed in the chapter „Outcomes“.

The theoretical part of the diploma thesis observes findings dealing with atmosphere in general, internal environment, and state public health supervision.

The research part of the thesis was completed employing a qualitative research. Methods employed in data collection were observation and documents analysis. The data collection was carried out by secondary data analysis. All data were gained, firstly, from the results of the measurements carried out by the Hygiene Authorities of the Health Institution after these had been assessed (in 2007 under the auspices of the Health Institute based in České Budějovice, and in 2011 under the auspices of the Health Institute based in Plzeň), and, secondly, studying in detail related file documents provided by the Regional Hygiene Authority of the Region of South Bohemia based in České Budějovice.

Unfortunately, there are no papers or books available on the topic to compare the thesis with. This thesis may be utilized by professionals at the Regional Hygiene Authority of the Region of South Bohemia based in České Budějovice during further

research, and even by general public when providing information on the quality of internal environment of this important sport facility.

Abstrakt

Vnitřní prostředí je prostředím, kde trávíme nejvíce času. Proto významně ovlivňuje naše fyzické zdraví a duševní pohodu. Přitom se zde vyskytuje mnoho faktorů, které mohou představovat zdravotní rizika a proto by toto téma nemělo být podceňováno.

Cílem mé diplomové práce je zhodnocení výsledků provedeného cíleného státního zdravotního dozoru v oblasti kvality vnitřního prostředí, který byl uložen krajským hygienickým stanicím včetně Hygienické stanice hlavního města Prahy, ředitelům krajských hygienických stanic a ředitelům zdravotních ústavů pokynem hlavního hygienika České republiky ze dne 14.3.2007. Na základě zpracovaných protokolů pocházejících z měření vybraných ukazatelů kvality vnitřního prostředí v objektu Zimního stadionu v Českých Budějovicích a jejich vyhodnocení z hlediska kvality vnitřního prostředí mám dospět ke zjištění, zda účinnost opatření provedených na základě státního zdravotního dozoru je dostatečná. Kapitola „Výsledky“ tento zadaný cíl potvrzuje.

V teoretické části diplomové práce jsou zpracovány poznatky zabývající se ovzduším obecně, vnitřním prostředím a státním zdravotním dozorem.

Pro zpracování výzkumné části diplomové práce byl použit kvalitativní výzkum. Metodou sběru dat bylo pozorování a analýza dokumentů. Sběr dat byl proveden sekundární analýzou dat. Veškerá data byla získána po vyhodnocení výsledků měření hygienických laboratoří zdravotního ústavu (v roce 2007 pod hlavičkou Zdravotního ústavu se sídlem v Českých Budějovicích, v roce 2011 pod hlavičkou Zdravotního ústavu se sídlem v Plzni) a na základě detailního prostudování souvisejícího spisového materiálu poskytnutého Krajskou hygienickou stanicí Jihočeského kraje se sídlem v Českých Budějovicích.

Bohužel není možnost komparace s pracemi, či literaturou na dané téma. Práce může posloužit odborným pracovníkům Krajské hygienické stanice Jihočeského kraje se sídlem v Českých Budějovicích při dalším šetření a i široké veřejnosti v případě poskytování informací o kvalitě vnitřního prostředí tohoto významného sportoviště.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci 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 Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích 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

.....

podpis studenta

Poděkování

Chtěla bych poděkovat RNDr. Haně Dufkové za odborné vedení, cenné rady, pomoc při zpracování diplomové práce a za možnost účastnit se měření. Dále děkuji panu Javnému za vstřícnost a poskytnuté materiály. Velké poděkování patří rodině za podporu během studia.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| OBSAH | 7 |
| ÚVOD..... | 9 |
| 1. SOUČASNÝ STAV | 11 |
| 1.1. Přírozené složky a vlastnosti ovzduší | 11 |
| 1.1.1. Plynné složky ovzduší | 11 |
| 1.2. Základní složky znečištění ovzduší | 12 |
| 1.2.1. Tuhé imise..... | 12 |
| 1.2.2. Plynné imise..... | 13 |
| 1.2.3. Aerosoly..... | 13 |
| 1.3. Vnitřní prostředí budov..... | 14 |
| 1.3.1. Význam kvality vnitřního prostředí..... | 14 |
| 1.3.2. Příčiny znečištění vnitřního ovzduší..... | 15 |
| 1.3.3. Dělení faktorů | 17 |
| 1.3.4. Fyzikální faktory..... | 17 |
| 1.3.5. Chemické faktory..... | 19 |
| 1.3.6. Mikrobiologická a biologická kontaminace | 22 |
| 1.4. Státní správa v ochraně veřejného zdraví, státní zdravotní dozor | 22 |
| 1.4.1. Orgány ochrany veřejného zdraví, jejich kompetence..... | 24 |
| 1.4.2. Ministerstvo zdravotnictví České republiky | 24 |
| 1.4.3. Krajské hygienické stanice | 25 |
| 1.4.4. Ministerstvo obrany a Ministerstvo vnitra..... | 25 |
| 1.4.5. Zdravotní ústavy a Státní zdravotní ústav..... | 26 |
| 1.5. Státní zdravotní dozor v oblasti kontroly kvality vnitřního prostředí..... | 27 |
| 1.5.1. Příprava na výkon státního zdravotního dozoru | 28 |
| 1.5.2. Základní pojmy | 29 |
| 1.6. Vzorkování chemických látek ve vnitřním prostředí..... | 31 |
| 1.6.1. Přístroje a vybavení | 31 |
| 1.6.2. Vůz Horiba..... | 32 |
| 1.6.3. Principy záchytu vzorku | 33 |
| 1.6.4. Vzorkování, doba měření, vzorkovací interval..... | 33 |
| 1.6.5. Umístění systému..... | 34 |
| 1.6.6. Specifika vnitřního prostředí | 35 |
| 1.7. Chemické ukazatele ve vnitřním prostředí staveb sledované vyhláškou 6/2003 | 35 |
| 1.7.1. Oxid dusičitý..... | 35 |
| 1.7.2. Oxid uhelnatý..... | 36 |
| 1.7.3. Suspendované částice PM10..... | 37 |
| 1.7.4. Ozón..... | 38 |
| 1.7.5. Amoniak..... | 39 |
| 1.7.6. Benzen | 40 |
| 1.7.7. Formaldehyd | 40 |
| 1.7.8. Toluén, styren, ethylbenzen, trichlorethen, tetrachlorethen..... | 41 |
| 1.8. Protokol o měření..... | 42 |
| 1.9. Zimní stadion České Budějovice | 43 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1.10. | Stroje na úpravu ledové plochy | 43 |
| 1.10.1. | System stroje Zamboni | 44 |
| 1.10.2. | Motory u strojů na úpravu ledu..... | 45 |
| 1.10.3. | Elektromotory | 46 |
| 1.10.4. | Tvorba ledu | 47 |
| 1.10.5. | Údržba strojů..... | 47 |
| 1.11. | Stroje na úpravu ledu Destarol..... | 48 |
| 2. | CÍL PRÁCE..... | 49 |
| 3. | METODIKA PRÁCE | 50 |
| 3.1. | Metoda výzkumu | 50 |
| 3.2. | Metody stanovení koncentrace oxidu dusičitého | 52 |
| 3.3. | Metody stanovení oxidu uhelnatého | 54 |
| 3.4. | Metody stanovení suspendovaných částic | 55 |
| 4. | VÝSLEDKY | 57 |
| 4.1. | První měření..... | 57 |
| 4.2. | Druhé měření | 64 |
| 5. | DISKUZE | 77 |
| 6. | ZÁVĚR | 82 |
| 7. | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ..... | 84 |
| 8. | KLÍČOVÁ SLOVA..... | 89 |
| 9. | PŘÍLOHY | 90 |

ÚVOD

Tématem mé diplomové práce je Kvalita vnitřního prostředí – zimní stadion České Budějovice – účinnost opatření provedených na základě státního zdravotního dozoru. (Quality of internal environment – Ice Arena in České Budějovice – confirm that measures taken due to the state public health supervision).

Toto téma nepochází z mé hlavy, výběr jsem si ulehčila nabídkou témat vypsaných Katedrou veřejného a sociálního zdravotnictví a samotný název mě zaujal natolik, že jsem se rozhodla pro jeho zpracování. Domnívala jsem se a stále se domnívám, že student studující obor - Odborný pracovník v ochraně veřejného zdraví, by měl pracovat s tématem, které se dotýká, i když jen lehce, jeho dosud nabytých znalostí. Po počátečním hlubším seznámení s tématem jsem ale zjistila, že je nad rámec mých dosavadních znalostí, dovedností a zkušeností, ale na atraktivitě mu to neubíralo, ba naopak, donutilo mě začít přemýšlet nad řadou věcí, které by mě asi ani nikdy nezajímaly.

První měření bylo prováděno v souladu s pokynem hlavního hygienika České republiky z 14.3.2007, který ukládal provést cílenou kontrolu zaměřenou na kvalitu vnitřního prostředí stavby pro shromažďování většího počtu osob - zimních stadionů, a to vzhledem ke zdroji škodlivin ve vnitřním prostředí – rolny. Důvodem nařízeného měření byly zdravotní problémy zjištěné u sportovců. Především žáci a dorostenci trénující na ledových plochách některých zimních stadionů trpěli po ukončeném tréninku bolestmi hlavy, malátností a nevolností. Hlavní příčina byla přisuzována strojům na úpravu ledové plochy, které vypouštěly nebezpečné plyny a krátkodobě zhoršovaly zdraví sportovců. Myslím si, že monitoring kvality vnitřního prostředí vybraných zimních stadionů byl z hlediska ochrany veřejného zdraví účelný a významný. Výběrem této práce se mi dostalo privilegia účastnit se opakovaného kontrolního měření, které bylo sjednáno a uskutečněno pro účely mé diplomové práce. Měření proběhlo v lednu roku 2011 a hlavním cílem bylo zjistit, zda kvalita vnitřního prostředí zimního stadionu v Českých Budějovicích, po provedení nápravného opatření vyhovuje legislativním požadavkům.

Cílem mé diplomové práce je zhodnocení výsledků provedeného cíleného státního zdravotního dozoru v oblasti kvality vnitřního prostředí, který byl uložen krajským hygienickým stanicím včetně Hygienické stanice hlavního města Prahy, ředitelům krajských hygienických stanic a ředitelům zdravotních ústavů pokynem hlavního hygienika České republiky ze dne 14.3.2007. Na základě zpracovaných protokolů pocházejících z měření vybraných ukazatelů kvality vnitřního prostředí v objektu Zimního stadionu v Českých Budějovicích a jejich vyhodnocení z hlediska kvality vnitřního prostředí mám dospět ke zjištění, zda účinnost opatření provedených na základě státního zdravotního dozoru je dostatečná, a určitě i bližší seznámení s touto problematikou.

Práce má podle mého názoru smysl a možná i potenciální přínos především pro odbornou komunitu a skupinu lidí pohybující se v této problematice. Posloužit může odborným pracovníkům Krajské hygienické stanice Jihočeského kraje se sídlem v Českých Budějovicích při dalším šetření a může posloužit i široké veřejnosti v případě poskytování informací o kvalitě vnitřního prostředí tohoto významného sportoviště.

1. SOUČASNÝ STAV

1.1. *Přirozené složky a vlastnosti ovzduší*

Dospělý člověk denně potřebuje kolem 15 kg vzduchu. Při klidném dýchání se asi ½ kg kyslíku vstřebává do krve a je metabolizována v těle. Nepřetržitá dodávka je zásadní charakteristikou vlastností vzduchu, jakou nemají jiné potřeby člověka. A jak často slyšíme, člověk vydrží 5 týdnů bez potravy, 5 dnů bez vody, ale jen pět minut bez vzduchu. Do našeho těla vstupují nejenom plyny tvořící normální ovzduší, ale i plynné imise, které se dostávají do ovzduší jako znečišťující látky škodlivé, v krajním případě toxické pro náš organismus. Jedná se o tuhé imise, kterými jsou prach, popílek, saze a mikroorganismy – bakterie, viry, spóry plísní a další. Nemalý význam mají také fyzikální vlastnosti ovzduší – teplota, vlhkost, ionizace, barometrický tlak. **(1)**

1.1.1. *Plynné složky ovzduší*

Zastoupení jednotlivých plynů je následující. Dusík 78,1 %, kyslík 20,9 %, argon a ostatní vzácné plyny 0,93 % a oxid uhličitý 0,03 %. **(20, 24)** Pokud koncentrace kyslíku klesne na 10-12 objemových procent, nedostatek kyslíku se začne projevovat zjevnými obtížemi.

Oxid uhličitý se z hlediska působení na člověka začne projevovat až při koncentraci kolem 2 % snížením pozornosti a snížením schopnosti rozhodovat se, při koncentraci kolem 4-6 % se objevuje prohloubení dýchání, bolest hlavy, apatie a okolo 10 % koncentrace oxidu uhličitého dochází k smrti. Oxid uhličitý se používá jako indikátor znečištění atmosféry místností pobytem člověka. **(1)**

Dusík za normálního tlaku nemá téměř žádný fyziologický význam. Při vyšším tlaku může způsobit tzv. kesonovu nemoc. Je to chorobný stav vznikající při rychlém vynoření z velkých hloubek. Během pobytu v hloubce, tj. v prostředí s vyšším tlakem, než je tlak atmosférický, dochází v tkáních k rozpouštění většího množství vzduchu. Při náhlém poklesu tlaku, dekompresi, se vzduch zejména dusík z roztoku uvolňuje

ve formě bublinek, a dochází k vzduchové, resp. plynové embolii a k poškození nervového systému. V léčbě se užívá hyperbarická komora. **(26, 20)**

Kromě konstantních složek ovzduší zde můžeme najít i vodní páry, oxidy dusíku, ozon, oxid siřičitý, fluorovodík a chlorovodík, prach a aerosoly. **(1)**

Z hlediska působení ovzduší na člověka a jeho zdraví mají významné postavení také fyzikálních vlastností, mezi které určitě zařadíme teplotu, vlhkost, pohyb, ionizaci a tlak. Tlak vzduchu činí 101,3 kPa při teplotě 0 °C na mořské hladině. Výkyvy kolem této hodnoty nejsou veliké a proto pro zdravého člověka jsou nepostřehnutelné. **(1)** S nízkým tlakem vzduchu se člověk může setkat při turistice v horách, při poruchách klimatizace v letadlech. Zvýšenému tlaku vzduchu mohou být lidé vystaveni při práci v hlubokých dolech, ale především při práci potápěčů-kesonová nemoc, jak už bylo zmíněno výše.

1.2. Základní složky znečištění ovzduší

Látky, které znečišťují ovzduší lze rozdělit na dvě skupiny. První skupinou jsou látky vylučované přímo ze zdrojů (primární emise), druhou skupinu tvoří látky vytvářené v ovzduší reakcemi mezi dvěma nebo několika primárními znečištěními. Tyto látky mohou být také označovány jako sekundární emise. Obě skupiny se vzájemně prolínají, proto je nemůžeme vnímat striktně odděleně. Z těchto důvodů jsou označovány za imise. Imisemi rozumíme jemné prachové a aerosolové částice. Z plynných imisí to jsou sloučeniny síry, dusíku, uhlíku, halogenů, organické a radioaktivní látky. **(1)**

1.2.1. Tuhé imise

Díky značné hmotnosti (částice větší než 100 μ m) se rychle usazují a z tohoto důvodu mají relativně malý přímý zdravotní význam. Při jejich vyšším obsahu v ovzduší může docházet k citelnému snižování viditelnosti a snižování intenzity ultrafialového záření na zemském povrchu. Částice mohou být jedovaté pro lidi, zvířata

a rostliny. Mají korozivní účinek na materiály a jsou podkladem pro zvýšený výskyt mlh a mraků. **(1)**

1.2.2. Plynné imise

Jedná se zejména o sloučeniny síry, dusíku, oxidy uhlíku, organické sloučeniny, dále to jsou ethanové a neethanové uhlovodíky, ozón. **(21, 24)** Oxidy síry se do ovzduší dostávají při spalování fosilních paliv, hlavně uhlí. Oxidy dusíku vznikají při hoření za vysokých teplot, zejména v elektrárnách a teplárnách na fosilní paliva a ve válčích pístových motorů. Tyto sloučeniny dráždí nejenom oči, ale také dýchací cesty a způsobují methemoglobinemii. Oxidy uhlíku vznikají při nedokonalém spalování uhlikatých paliv a část jich pochází z automobilové dopravy. Oxid uhelnatý je také přítomen na určitých pracovištích – kotelny a to ve zvýšených koncentracích. **(1, 24)**

Mezi organické sloučeniny patří nasycené a nenasycené uhlovodíky, alifatické a aromatické uhlovodíky. V této skupině se vyskytují silně dráždivé sloučeniny jako je formaldehyd, kyselina mravenčí, akrolein a řada dalších. Některé látky podléhají v ovzduší změnám, tím dochází k zvýšení jejich jedovatosti. Zdrojem těchto látek jsou automobilové motory, zejména benzinové (dvoutaktní a čtyřtaktní). **(1, 24)**

1.2.3. Aerosoly

Jsou částice ve vzduchu menší než 10 μm . Hmotnostně je jejich obsah ve vzduchu velmi malý. Částice mají velký biologický význam. Ty, které mají velikost menší než 1 μm mohou pronikat průduškami až do plicních sklípků. Částice menší než 0,01 μm se postupným zmenšováním jejich velikosti začínají chovat jako plynné molekuly. Nejnebezpečnějšími jsou částice o velikosti 1-2 μm , poněvadž jsou z 90 % zachycovány v plicích. V horních cestách dýchacích se zachycují částice o velikosti 10 μm . **(24)**

1.3. Vnitřní prostředí budov

„Význam kvality prostředí byl rozpoznán již v 19. století německým hygienikem Maxem von Pettenkoferem. Ten pochopil, že adekvátní ventilace je nutná pro odstranění nepohody vyvolané tělesnými pachy, a jako indikátoru znečištění vnitřního prostředí člověkem použil proto oxid uhličitý, který je jedním z plynů vylučovaných lidským organismem.“ (22)

Převážnou část života strávíme v uzavřených prostorách, proto tato problematika zajímá nejenom zdravotníky, ale i pracovníky hygienických stanic. Problematika obtíží související s pobytem ve vnitřním prostředí se objevila už v 70. letech ve Spojených státech amerických v době energetické krize. Došlo k omezení přirozené ventilace i větrání a doporučovala se klimatizační zařízení. Tímto způsobem docházelo k nahromadění znečišťujících látek uvnitř budov. V této souvislosti se začaly objevovat zdravotní problémy, které můžeme označit jedním termínem - syndrom nemoci z budov – zdravotní problémy objevující se při pobytu v uzavřených prostorách. (1)

1.3.1. Význam kvality vnitřního prostředí

Velká část populace tráví více času ve vnitřním prostředí než venku a proto je důležité studovat vliv znečištění vnitřního ovzduší na lidský organismus. Jedním z nejčastějších zdrojů pachů a oxidu uhličitého byli lidé a větrání bylo jediným způsobem jak zabránit znečištění vnitřního prostředí.

Všeobecně vzrůstá počet stížností a diskomfortu na zhoršující se kvalitu vnitřního prostředí, proto dochází k řadě poškození zdraví, zejména k akutním příhodám. Ovšem ne vždy se jedná o akutní reakce. Některé škodliviny v ovzduší vnitřního prostředí mohou mít i chronický účinek. Exponované osoby nemusí přítomnost těchto látek zaznamenat. Nejvýznamnějšími škodlivinami v průmyslově vyspělých zemích jsou syntetické látky, naopak v rozvojových zemích jsou obyvatelé často vystaveni působení suspendovaných pevných částic, zejména oxidu dusičitému

nebo oxidu uhelnatému. Proto není překvapením, že se tyto látky vyskytují významně častěji ve vnitřním prostředí než v prostředí vnějším. (22)

„Právo na zdravé vnitřní ovzduší platí na celém světě. Zatímco prevence znečištění vnitřního ovzduší představuje jeden problém, ti, kdo rozhodují jak uvnitř resortu zdravotnictví tak mimo něj mají v tomto ohledu další důležité úkoly. Zvláště resorty stavebnictví a energetiky hrají významnou roli. Kvalitu vnitřního ovzduší ovlivňuje mnoho různých faktorů, včetně projektu, stavby, vybavení, provozu a údržby budov nebo jiných vnitřních prostor, jakož i kvalita venkovního ovzduší a záliby a činnosti uživatele. Všechny jednotlivé skupiny, ať už soukromé nebo veřejné, jejichž aktivity jsou vázány na budovu nebo jiné vnitřní prostory, nesou odpovědnost za zdravé vnitřní ovzduší a ochranu zdraví uživatelů prostoru.“ (9)

„Legislativa na ochranu populace před expozicí škodlivinám z vnitřního ovzduší zaostává za předpisy týkajícími se venkovního ovzduší, pitné vody nebo kvality potravin. Tím se potenciálně zvyšuje nerovnost v otázkách zdraví a ohrožení zdraví méně informovaných chudších skupin populace, jakož i nejohroženějších skupin populace, zejména dětí.“ (9)

1.3.2. Příčiny znečištění vnitřního ovzduší

Kvalita vnitřního prostředí je určována koncentrací škodlivin, v daném vnitřním prostředí, které mohou vážně poškozovat zdraví obyvatel. Mezi tyto škodliviny patří oxid uhelnatý a radon. Jiné škodliviny ovlivňují pouze komfort a vnímanou kvalitu ovzduší, do této kategorie by patřily prachy nebo různé volatilní organické látky. Pro zlepšení kvality ovzduší, je důležité zjistit zdroje a podíl na znečištění. (22)

Možné zdroje znečištění:

- vnější prostředí, které můžeme rozdělit na tři oblasti. Za prvé, vnější ovzduší, díky němu dochází ke snížení koncentrací škodlivin ve vnitřním ovzduší. Tato skutečnost ovšem neplatí, pokud je ovzduší znečištěné - zejména v oblastech s hustým automobilovým provozem. Druhým zdrojem znečištění je půda v okolí budov, která může obsahovat volatilní (těkavé) látky. A posledním znečišťujícím zdrojem je pitná

voda, kterou je budova zásobena. Ta může opět obsahovat volatilní sloučeniny, které při evaporaci mohou přestupovat do vnitřního prostředí.

- obyvatelé, kteří přispívají ke kontaminaci vnitřního prostoru svými aktivitami. Nejzávažnější je kouření, dále to mohou být kutilské práce, vaření, úklid

- stavební materiály a výrobky mohou do vnitřního ovzduší emitovat řadu škodlivin. Ke znečišťování vnitřního ovzduší významně přispívají topné, ventilační a klimatizační systémy. Důležité je místnosti dostatečně větrat, samozřejmě v tomto ohledu nám pomáhají klimatizační zařízení, ovšem ne vždy je jejich údržba dostatečná, čímž dochází k nechtěnému opačnému efektu, což znamená, že jsou hlavním zdrojem znečištění vnitřního ovzduší. **(22, 1)**

Obecně mohou lidé kvalitu vnitřního ovzduší v kancelářích ovlivňovat méně než ve svých domácnostech. V důsledku tohoto stavu se zvyšuje výskyt zdravotních problémů, které mají více než jednu příčinu. Kvalitu vnitřního prostředí ovlivňují škodliviny uvolňované do ovzduší ze stavebních materiálů a činností člověka, nedostatečná ventilace, dále nedostatečný úklid a údržba vnitřního prostředí, biologická kontaminace v důsledku zvýšené vlhkosti a neodpovídající teplota a vlhkost v místnostech.

Znečištění vnitřního ovzduší vyvolává řadu nespecifických příznaků, kterými mohou být:

- bolesti hlavy
- dýchavičnost
- kašel
- podráždění kůže
- závratě,
- malátnost
- překrvení nosní sliznice
- kýchání
- podráždění spojivek, sliznice nosní s hrdla
- nevolnost **(22)**

Důležité je si uvědomit odkud pochází znečištění vnitřního prostředí, zda je to z vnějšího prostředí, a nebo ze zdroje vyskytujícího se přímo v budově. Znečištění ovzduší dělíme podle typu zdroje, charakteru znečišťující látky, nebo dle faktorů.

1.3.3. Dělení faktorů

Využijí dělení podle faktorů (fyzikální, chemické a biologické). Mezi fyzikální faktory patří teplotně-vlhkostní mikroklima, elektroiontové mikroklima, ionizující a neionizující záření, hluk a vibrace. Chemické faktory zahrnují anorganické plynné sloučeniny (oxidy uhlíku, oxidy dusíku, oxidy síry), organické plynné látky (těkavé organické látky, formaldehyd, polycyklické aromatické uhlovodíky), prach a cigaretový kouř. Biologickými faktory jsou bakterie, plísňe, mikroskopické vláknité houby.

1.3.4. Fyzikální faktory

1.3.4.1. Teplotně-vlhkostí mikroklima

Teplotně-vlhkostní mikroklima je složkou vnitřního prostředí, které nesmíme opomíjet. Uvolňování některých chemických látek do vnitřního prostředí budov je přímo závislé na teplotě okolního vzduchu a jeho vlhkosti. Lidský organismus je poměrně citlivý na nepříznivé hodnoty teplotně-vlhkostního mikroklimatu. Tato citlivost je individuální a závisí na míře adaptace či otužování. Teplota vzduchu (suchá teplota), se měří suchým čidlem teploměru, chráněným před radiací. Hodnoty jsou udávány v Kelvinech (K) a ve stupních Celsia (°C). Vlhkost vzduchu je uváděna jako relativní vlhkost vzduchu – to je poměr absolutní a maximální vlhkosti pro danou teplotu a tlak. (1)

Nízká relativní vlhkost vzduchu má negativní vliv na lidský organismus, člověk může pociťovat suchost, pálení či dráždění sliznic. Dlouhodobý pobyt v prostředí s nízkou vlhkostí může vést ke ztrátám tekutin, zejména nebezpečná je pro kojence a staré osoby. (1)

1.3.4.2. Elektroiontové mikroklima

Elektroiontovým mikroklimatem nazýváme obsah volných atmosférických iontů v ovzduší. Ionty nesou buď kladný, nebo záporný náboj. Velikostně je dělíme na lehké, střední a těžké nebo na malé, střední a velké. Lehké ionty jsou představovány ionizovanými molekulami, zatímco těžké vznikají adsorpcí lehkých iontů na kondenzační jádra (nejčastěji prachové částice). Pozitivní vliv na náš organismus mají lehké a malé záporné ionty, tento účinek lze pozorovat, případně pociťovat v dýchacích cestách (činnost řasinkové epitelu, produkce hlenu, subjektivní pocit svěžesti). (24)

Ve vnitřním prostředí budov je množství lehkých iontů redukováno již samotnou přítomností člověka, ale především řadou jeho aktivit. Vykouření pouhé jedné cigarety v místnosti redukuje výrazně počet lehkých záporných iontů na mnoho hodin. Takto elektricky neutrální prostředí způsobuje některým lidem nespécifické obtíže, jako je podrážděnost, zvýšená únava, obtížné soustředění a pokles pracovní výkonnosti. Objevit se může také nespavost a poruchy spánku. Problémy se dají odstranit zlepšením elektroiontového mikroklimatu. (1)

1.3.4.3. Ionizující záření

Nejvýznamnější plynem, který se v budovách sleduje, je radon. Je těžší než vzduch, bez chuti a zápachu. Vzniká v průběhu 1. rozpadové řady (urano-radiová) jako přirozený radioaktivní plyn. Do domů se dostává z podlaží, ze stavebních materiálů, z vody a ze zemního plynu. Radon se může dostat i do půdního vzduchu, kde se také hodnotí jeho koncentrace. S půdním vzduchem se dostává do budov především vlivem tzv. komínového efektu. Nebezpečnost radonu stoupá při působení i jiných rizikových faktorů, kterými jsou kouření a přítomnost plísní ve vzduchu. Aby nedocházelo k pronikání radonu z podlaží je potřeba provést určitá opatření. Těmi mohou být -úprava základů, izolace obytných prostor a nebo samotné větrání (v objektu). Zdrojem radonu je v některých případech i podzemní voda. (24, 1)

Vyšší expozice radonu a jeho dceřiných produktů se může podílet na rozvoji plicních nádorů zejména v kombinaci s dalšími rizikovými faktory.

1.3.4.4. Neionizující záření

Elektromagnetické pole lze podle frekvence rozdělit na vysokofrekvenční a nízkofrekvenční. (6)

S účinky nízkofrekvenčního pole se lékaři setkávají velice často. Některé choroby, zvané meteotropní reagují na nízkofrekvenční pole. Především jsou postiženi lidé psychicky labilní, lidé s onemocněním pohybového aparátu a s kardiovaskulárními chorobami. Pro vnitřní prostředí budov je dobré mít na paměti, že každý elektrický spotřebič (v provozu) vytváří elektromagnetické pole omezeného dosahu a malé intenzity. Platí to pro televizory, monitory počítačů, elektrické vodiče a holicí strojky. (1)

1.3.4.5. Viditelné světlo

Problematiku viditelného světla bychom neměli v žádném případě podceňovat, protože je důležitým faktorem v psychickém ladění člověka. Nedostatečná kvalita osvětlení vede ke zrakové únavě, která přispívá k celkové únavě a nesoustředěnosti. Proto je velice důležité rozmyslet umístění a zastínění svítidel, ať už se jedná o pracovní prostředí a nebo domácnost.

1.3.5. Chemické faktory

Zdroje chemických látek bývají velmi často přímo v budově a bývají velice špatně odstranitelné.

1.3.5.1. Anorganické plynné sloučeniny

Nespecifickými škodlivinami, které najdeme v ovzduší bytů jsou zejména oxidy síry a dusíku, oxid uhelnatý. (1) uhlovodíky, saze a relativně malé množství například olova. Olovo se dostávalo do bytů s imisemi z výfukových plynů, nebo se přenášelo znečištěným šatstvem a zejména obuví. Dnes je situace zcela jiná, nyní dochází k růstu množství organických karcinogenních látek ve výfukových plynech. (22)

„Oxidy síry, pokud pocházejí z vnějšího ovzduší, v místnostech s klasickou vápennou omítkou jejich koncentraci rychle klesá a to za předpokladu, že větrání je

omezeno na infiltraci netěsnosti stavby.” Pokud jsou uzavřena okna, do hodiny dosahují koncentrace oxidu siřičitého téměř neměřitelným hodnot. **(22)** Nebezpečnější než oxid siřičitý se jeví oxid sírový, jeho výskyt je spojen s vlhkou mlhou. Má dráždivější účinky než oxid siřičitý, způsobuje kontrakce hladké svaloviny dýchacích cest–při nízkých koncentracích. **(1)**

Zdrojem oxidu dusnatého a dusičitého jsou procesy hoření, především topení a vaření na plynu, kde výrazně převyšuje oxid dusný. **(1)** Vyšší hodnoty těchto koncentrací byly naměřeny v místnostech s plynovými zdroji, naopak v místnostech s elektrickými zdroji byly koncentrace nižší. **(22)**

Poslední látkou ze skupiny nespecifických škodlivin je oxid uhelnatý. Vzniká při nedokonalém spalování plynu a hlavní zdravotní riziko představuje zejména při nedokonalém odtahu. Otrava oxidem uhelnatým má řadu stupňů. Záleží na délce expozice a koncentraci. **(22)** „*Nepříznivé působení se uplatňuje převážně u osob postižených ischemickou chorobou srdeční.*” **(14)**

1.3.5.2. Prchavé organické látky

Tyto látky se dostávají do bytů prostřednictvím předmětů, které v bytě máme. Uvolňují se ze stavebních materiálů, nábytku, těsnění, koberců (formaldehyd, styren, xylen, ethylbenzen, tetrachlorethylen, trichlorethan, aceton), z různých barev, čistících prostředků, kosmetických přípravků (chloroform, benzen, styren), z insekticidů a pesticidů. Hojně rozšířenou škodlivinou je formaldehyd, jenž patří mezi základní surovinu chemického průmyslu. Vyrábí se katalytickou oxidací methanolu a je výchozí surovinou pro řadu chemických výrobků. Hlavním výrobkem jsou dřevotřískové desky a jim podobné materiály. Formaldehyd je přítomen ve výfukových plynech a jeho vznik souvisí s nedokonalým spalováním fosilních paliv. Uplatňuje se ve zdravotnictví jako dezinfekční prostředek. K expozici s touto látkou může dojít nejenom při výrobě dřevotřískových desek (profesionální expozice), ale i při časté formě styku s látkou (neprofesionální expozice). **(22)**

K nejzásadnějším zdravotním následkům expozice formaldehydu patří dráždění sliznice spojivek a horních cest dýchacích (slzení, kašel), pocit sucha v ústech až bolení

v krku, bolest hlavy, obtížné dýchání až nevolnost. Při dlouhodobé expozici může u osob vystavených této škodlivině dojít k chronickým zánětům dýchacích cest, u alergiků k dermatitidám nebo průduškovým astmatům.

„Formaldehyd se řadí do kategorie 2B, což znamená, že sice neexistuje důkaz jeho karcinogenního působení na člověka, ale jsou dokázány jeho karcinogenní účinky na zvířatech a v testech in vitro.” (22)

Polycyklické aromatické uhlovodíky. Některé látky z této skupiny jsou prokázány nebo podezřelými karcinogeny. V ovzduší se vyskytují v nízkých koncentracích a tudíž jsou obtížně detekované. (22) Zdrojem aromatických sloučenin jsou činnosti člověka, ale do organismu se mohou dostávat i potravní cestou (přepálené tuky). Ve venkovním prostředí vzniká při spalování fosilních paliv a výfukových plynů. (1)

1.3.5.3. Prach

Je důležitou složkou kvality vnitřního prostředí budov. Prach je soustava pevných částic ve vzduchu, která se díky svým mikroskopickým rozměrům usazuje natolik pomalu, že vytváří po nějakou dobu kvasistabilní systém. (1, 22) Podle velikosti částic prach dělíme na vdechovatelný, torakální – částice pronikají do dýchacích cest za úroveň hrtanu, respirabilní – částice se dostávají až do plicních sklípků. Většina částic prachu má rozměry, které si jsou ve všech třech geometrických osách blízké. Pokud jeden rozměr převyšuje výrazně zbývající dva (většinou minimálně třikrát) hovoříme o prachu vláknitém. Minerální vlákna o průměru menším než 3 μm jsou respirabilní. (6) Z hlediska kvality ovzduší v uzavřených prostorech nás zajímají vláknité prachy.

1.3.5.4. Cigaretový kouř

Zde hraje roli pasivní kouření, které je dáváno do souvislosti s kvalitou vnitřního prostředí budov. Cigaretový kouř je zdrojem pevných částic. (1) V průběhu hoření cigarety vzniká řada chemických látek, kromě těchto látek to mohou být i radioaktivní

prvky. Uznává se možný vliv při vzniku karcinomu plic spolu s dalšími rizikovými faktory, pravděpodobně je tu i vliv na imunitní systém a některá onemocnění dýchacích cest.

1.3.6. Mikrobiologická a biologická kontaminace

Zásadním problémem je mikrobiologická kontaminace vzduchotechniky ve zdravotnických zařízeních, která je cestou šíření nozokomiálních nákaz. Důležité je mít na paměti i klimatizační soustavy a jejich pravidelnou údržbu. Při nedostatečném čištění může dojít k šíření patogenních nebo potenciálně patogenních bakterií, plísní a kvasinek do obytných prostor. V oblastech se značným rozšířením klimatizačních zařízení, velkokapacitních zvlhčovačů a ochlazovačů se objevují specifické typy infekčních onemocnění. Nejznámější je legionářská nemoc, onemocnění způsobené mikroorganismem *Legionella pneumophila*. Legionely jsou všudypřítomné, na člověka se přenášejí respirační nebo alimentární cestou. Aerosolem se mohou přenášet až na vzdálenost několika kilometrů. Dalšími mikroorganismy, které se mohou objevit v těchto typech zařízení, jsou pseudomonády a plísně. (1)

Ve vnitřním prostředí jsou bakterie a plísně přítomny téměř vždy jako součást živé přírody. V některých případech však mohou zvýšené koncentrace bakterií a plísní ohrozit lidské zdraví vnímavých jedinců.

1.4. Státní správa v ochraně veřejného zdraví, státní zdravotní dozor

Státní správa v ochraně veřejného zdraví je vykonávána soustavou orgánů ochrany veřejného zdraví, kterými jsou Ministerstvo zdravotnictví, Krajské hygienické stanice, Ministerstvo obrany a Ministerstvo vnitra. Oprávnění a povinnosti orgánů ochrany veřejného zdraví, jsou stanoveny zák.č. 258/2000 Sb. §§ 80, 82, 82a, 83 . Při výkonu státního zdravotního dozoru orgány ochrany veřejného zdraví v rozsahu své působnosti mimo jiné například:

- dozírají, zda osoby plní povinnosti stanovené k ochraně veřejného zdraví přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, tímto zákonem, zvláštními právními předpisy a rozhodnutím, opatřením obecné povahy nebo jiným závazným opatřením orgánu ochrany veřejného zdraví vydaným na základě těchto právních
- mohou pozastavit výkon činnosti, pokud při ní byly porušeny povinnosti v ochraně veřejného zdraví, a to do doby odstranění závady
- mohou uložit určení a měření faktorů životních a pracovních podmínek ke zjištění, zda není ohroženo veřejné zdraví nebo určení příčiny poškození zdraví **(31)**

Není zde uveden celý výčet kompetencí, ty je možno najít v zákonu č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. **(31)**

Státní zdravotní dozor se provádí v režimu zákona č. 552/1991 Sb., o státní kontrole, ve znění pozdějších předpisů. Kontrolní činnost provádějí pracovníci kontrolních orgánů, kteří mají svá práva a povinnosti a řídí se kontrolním řádem.

Kontrolní pracovníci se při provádění kontroly prokazují služebním průkazem.

Zaměstnanci orgánů ochrany veřejného zdraví jsou při výkonu státního zdravotního dozoru dle zákona č. 258/2000 Sb., oprávněni například:

- provádět měření, odebírat materiál a vzorky, o provedeném odběru vzorků měření pořizují protokol
- pořizovat obrazovou dokumentaci
- nahlížet do dokladů a dalších písemností, dat, případně nahlížet do zdravotnické dokumentace v rozsahu nezbytném pro výkon

Dále jsou zaměstnanci vykonávající státní zdravotní dozor oprávněni:

- vstupovat do objektů, zařízení a provozů, na pozemky a do jiných prostor, pokud souvisí s předmětem kontroly
- požadovat po kontrolovaných osobách, předložení originálních dokladů a dalších písemností
- požadovat poskytnutí pravdivých a úplných informací
- zajišťovat v odůvodněných případech doklady
- ukládat pořádkové pokuty

Pracovníci kontrolních orgánů jsou povinni pořizovat protokol o kontrolním zjištění, který obsahuje seznam nedostatků, které byly porušeny. V protokolu se musí uvést označení pracovníků, kteří se kontroly účastnili, místo a čas provedení kontroly, předmět a kontrolní zjištění. Kontrolní osoba je povinna seznámit kontrolovanou osobu s obsahem protokolu a předat ji stejnopis. Převzetí a seznámení s protokolem potvrzují kontrolované osoby podpisem. **(31, 32)**

1.4.1. Orgány ochrany veřejného zdraví, jejich kompetence

Soustavu orgánů ochrany veřejného zdraví tvoří správní úřady, kterými jsou Ministerstvo zdravotnictví, Krajské hygienické stanice, Ministerstvo obrany a Ministerstvo vnitra.

1.4.2. Ministerstvo zdravotnictví České republiky

Ministerstvo zdravotnictví řídí a kontroluje výkon státní správy v ochraně veřejného zdraví. Odpovídá za tvorbu a realizaci národní politiky na úseku ochrany veřejného zdraví. Dále řídí a kontroluje krajské hygienické stanice, rozhoduje o opravných prostředcích proti rozhodnutím krajských hygienických stanic. Zajišťuje mezinárodní spolupráci a plní úkoly vyplývající z mezinárodních smluv. Dalšími úkoly je řízení očkování, nařizování mimořádných opatření při epidemii a při nebezpečí jejího vzniku. Provádí mimořádná opatření k ochraně zdraví fyzických osob při výskytu nebezpečných a z nebezpečnosti podezřelých výrobků. Ministerstvo zdravotnictví také rozhoduje o nařízení ochranných opatření před zavlečením infekčních onemocnění a vydává povolení k mimořádnému očkování. **(25)** Usměňuje výkon státní správy v ochraně veřejného zdraví prováděný Ministerstvem obrany a Ministerstvem vnitra. Ministerstvo zdravotnictví České republiky také sestavuje celorepublikové programy ochrany a podpory zdraví, přezkoumává kontrolní plány sestavené krajskými hygienickými stanicemi. Samozřejmě Ministerstvo zdravotnictví České republiky má řadu dalších kompetencí, které jsou obsaženy v zákonu č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

V Ministerstvu zdravotnictví České republiky se zřizuje funkce hlavního hygienika, který vystupuje jako orgán Ministerstva zdravotnictví České republiky. (31)

1.4.3. Krajské hygienické stanice

Krajské hygienické stanice (dále jen KHS) jsou správními úřady. Krajská hygienická stanice působící ve správním obvodu hlavního města Prahy, je označována jako Hygienická stanice hlavního města Prahy. V čele KHS je ředitel, jmenování a odvolání ředitele se řídí služebním zákonem.

Hlavními úkoly KHS – vydávání rozhodnutí, povolení, osvědčení. Plnění dalších úkolů státní správy v ochraně veřejného zdraví včetně státního zdravotního dozoru. KHS vykonávají státní zdravotní dozor nad dodržováním zákazů a plněním dalších povinností stanovených přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, rozhodují ve věcech kategorizace prací, stanoví za daných podmínek rizikové práce. Dále stanoví minimální rozsah a termíny sledování faktorů pracovních podmínek a minimální náplň a termíny periodických lékařských preventivních prohlídek a minimální náplň vstupních a výstupních lékařských preventivních prohlídek, provádějí ověření podmínek vzniku onemocnění pro účely posuzování nemocí z povolání. KHS se zaměřují na provádění opatření k předcházení vzniku infekčních onemocnění, včetně zamezení jejich šíření, nařizují mimořádná opatření při epidemii, při výskytu nebezpečných a podezřelých výrobků a při porušení jakosti vod. Podílejí se také na hodnocení zdravotního stavu obyvatelstva. Monitorují vztahy zdravotního stavu obyvatelstva a faktory životního prostředí, životními a pracovními podmínkami. (25,31) Další kompetence jsou opět uvedeny v zákonu č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

1.4.4. Ministerstvo obrany a Ministerstvo vnitra

Úkoly státní správy v ochraně veřejného zdraví včetně státního zdravotního dozoru v ozbrojených silách vykonává Ministerstvo obrany. Úkoly státní správy v oblasti ochrany veřejného zdraví včetně státního zdravotního dozoru v bezpečnostních

sborech, s výjimkou Vězeňské služby České republiky vykonává Ministerstvo vnitra. (31)

1.4.5. Zdravotní ústavy a Státní zdravotní ústav

Zdravotní ústavy a Státní zdravotní ústav jsou zdravotnickými zařízeními. Zdravotní ústavy jsou příspěvkovými organizacemi, funkci jejího zřizovatele plní Ministerstvo zdravotnictví.

„Zdravotní ústavy slouží k vyšetřování a měření složek životních a pracovních podmínek, výrobků, k vyšetřování biologického materiálu a k provádění biologických expozičních testů pro účely výkonu státního zdravotního dozoru dále ke sledování ukazatelů zdravotního stavu obyvatelstva, monitorování vztahů zdravotního stavu obyvatelstva a faktorů životního prostředí a životních a pracovních podmínek, přípravě podkladů pro hodnocení a řízení zdravotních rizik a pro činnost orgánu ochrany veřejného zdraví jako složky integrovaného záchranného systému, k podílení se na provádění místních programů ochrany a podpory zdraví, jakož i k výchově k podpoře a ochraně veřejného zdraví a k poskytování poradenských služeb a dalších služeb na úseku ochrany veřejného zdraví.“ (31b) Na základě rozhodnutí zřizovatele Ministerstva zdravotnictví České republiky došlo k přesunu výkonu odborných činností Zdravotního ústav se sídlem v Českých Budějovicích. Od ledna 2010 provádí veškeré odborné činnosti Zdravotní ústav se sídlem v Plzni.

„Státní zdravotní ústav se sídlem v Praze se zřizuje k přípravě podkladů pro národní zdravotní politiku, pro ochranu a podporu zdraví, k zajištění metodické a referenční činnosti na úseku ochrany veřejného zdraví, k monitorování a výzkumu vztahů životních podmínek a zdraví, k mezinárodní spolupráci, ke kontrole kvality poskytovaných služeb v ochraně veřejného zdraví, k postgraduální výchově v lékařských oborech ochrany a podpory zdraví a pro zdravotní výchovu obyvatelstva. Státní zdravotní ústav je příspěvkovou organizací, funkci jejího zřizovatele plní Ministerstvo zdravotnictví. Statutárním orgánem zdravotních ústavů a Státního zdravotního ústavu je ředitel, kterého jmenuje a odvolává na návrh hlavního hygienika České republiky ministr zdravotnictví.“ (31c)

1.5. Státní zdravotní dozor v oblasti kontroly kvality vnitřního prostředí

Předmětem státního zdravotního dozoru je kontrola povinností vyplývajících z §13 zák.č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen zák.č. 258/2000 Sb.) a prováděcí vyhlášky č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb (dále jen vyhláška č.6/2003 Sb.). Vždy jde o kontrolu parametrů kvality vnitřního prostředí s cílem zjistit, zda vyhovují požadavkům stanoveným ve vyhlášce č.6/2003 Sb., Kontrola může zahrnovat buď pouze vybrané ukazatele kvality vnitřního prostředí, nebo komplexní hodnocení podle všech požadavků (fyzikální, chemické a mikrobiologické).

„Uživatelé staveb zařízení pro výchovu a vzdělávání, vysokých škol, škol v přírodě, staveb pro zotavovací akce, staveb zdravotnických zařízení, ústavů sociální péče, ubytovacích zařízení, staveb pro obchod a pro shromažďování většího počtu osob jsou povinni zajistit, aby vnitřní prostředí pobytových místností v těchto stavbách odpovídalo hygienickým limitům chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů, upravených prováděcími právními předpisy. Tím není dotčena povinnost vlastníka stavby podle zvláštních právních předpisů udržovat stavbu v dobrém stavebním stavu.“ (31a)

Vyhláškou č. 6/ 2003 Sb. se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností staveb zařízení pro výchovu a vzdělávání, vysokých škol, škol v přírodě, staveb pro zotavovací akce, staveb zdravotnických zařízení léčebně preventivní péče, ústavů sociální péče, ubytovacích zařízení, staveb pro obchod a staveb pro shromažďování většího počtu osob.

Při výkonu státního zdravotního dozoru v oblasti kontroly dodržování hygienických požadavků na vnitřní prostředí se postupuje v souladu se standardním pracovním postupem. Tento postup popisuje základní procesní úkony státního zdravotního dozoru v ochraně veřejného zdraví, prováděného v režimu zákona

č552/1991 Sb., o státní kontrole, ve znění pozdějších předpisů nad vnitřním prostředím pobytových místností některých staveb dle §13 odst. 1 zák.č. 258/2000 Sb. **(31,32)**

1.5.1. Příprava na výkon státního zdravotního dozoru

Nejprve dojde k přesné specifikaci kontrolované osoby, podnikatelské činnosti, charakteru škodlivin, které budou sledovány, předání objednávky na provedení analýzy zdravotnímu ústavu. Tuto objednávku zadává konkrétní Orgán ochrany veřejného zdraví (Krajská hygienická stanice). Objednávka musí obsahovat přesnou identifikaci místa měření (adresa, typ místnosti respektive pobytové místnosti, využití , plocha místnosti a světlá výšky, vytápění, větrání a další přístroje, ovlivňující kvalitu vnitřního prostředí). Dále musí být v objednávce uveden požadovaný rozsah měření, termín měření, termín dodání protokolu a pracovník krajské hygienické stanice, která bude výkonu státního zdravotního dozoru přítomna. Další dílčí částí je vystavení pověření pro pracovníky zdravotního ústavu. Toto pověření je vystaveno na konkrétního pracovníka zdravotního ústavu, na konkrétní měření s identifikací data a místa měření. Pověření je podepsáno odpovědným pracovníkem Krajské hygienické stanice. Pověření vychází ze zákona č. 258/2000 Sb.(§88). **(31)**

Kontrolu vykonává vždy pracovník orgánu ochrany veřejného zdraví a musí pořizovat protokol. Po skončení státní kontroly (obdržení výsledků provedené analýzy vnitřního prostředí) ukončí kontrolní pracovník protokol o kontrole, s kterým musí seznámit kontrolovanou osobu. Jak už bylo uvedeno, kontrolované osobě je předána kopie protokolu, kontrolovaná osoba vše (seznámení a převzetí) podepíše. Případné odmítnutí ze strany kontrolované osoby je vyznačeno v protokolu.

Při přípravě měření a při měření samotném je potřeba vzít v úvahu požadavky ČSN EN ISO 16000-1 Vnitřní ovzduší – Část 1: Obecná hlediska odběru vzorků, dále se jedná o ventilaci, povahu a režim zdrojů měřených škodlivin, uživatele a jejich činnosti, typy a využití měřeného prostoru, mikroklimatické faktory, stav povrchů stěn a podlah z hlediska výskytu mikroorganismů.

Ventilace:

- v obytné místnosti musí být zajištěno přímé nebo nucené větrání,
- množství vyměňovaného vzduchu se stanovuje s ohledem na množství osob, vykonávanou činnost
- nucené větrání použít tam, kde přímé větrání není dostačující k odvodu škodlivin
- vývody odváděného vzduchu se umisťují tak, aby nedocházelo ke zpětnému nasávání znečištěného vzduchu
- klimatizace nesmí být zdrojem žádné kontaminace.

Povaha a režim zdrojů měřených škodlivin:

- požadavky na kvalitu vnitřního prostředí staveb můžeme pokládat za splněné, pokud nepřekročí střední hodnotu hodinové koncentrace zjišťované látky v měřeném intervalu za standardních podmínek.

Ještě pár slov k větrání, které patří mezi procesy ovlivňující významným způsobem kvalitu vnitřního prostředí (narušení rovnovážného stavu, únik látek do venkovního ovzduší, transport látek z významně znečištěného venkovního ovzduší). Zda větrat před a nebo při měření, je nutné zvážit účel prováděného měření. Při měření látek, jejichž zdroje jsou pouze ve vnitřním prostředí (stavební materiály nebo vybavení místnosti), lze doporučit začít měření až po určité době (doporučují se nejméně 3 hodiny), po posledním vyvětrání a v průběhu měření větrání omezit na nutné minimum, případně nevětrat, aby nedošlo k narušení rovnovážného stavu. V situaci, kdy je závažný zdroj škodlivin naopak ve venkovním prostředí a kdy je zapotřebí hodnotit jak infiltraci, tak expozici při větrání, je zapotřebí pokrýt měřením obě varianty.

V případě, kdy cílem měření je hodnotit skutečnou expozici uživatelů vnitřního prostředí, je nutné před a při měření zachovávat standardní režim větrání. Pokud dochází k řízené výměně vzduchu (ventilace) nebo úpravě vzduchu (klimatizace), mělo by měření začít minimálně po třech hodinách od spuštění, kdy se přepokládá, že se vzduch v místnosti třikrát obměnil. **(10)**

1.5.2. Základní pojmy

Pro úplné objasnění bych ráda uvedla stěžejní pojmy úzce související s problematikou kvality vnitřního prostředí. S těmito pojmy se setkáváme nejenom

ve vyhlášce č. 6/2003 Sb. kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb, ale i v protokolu o kontrolním měření.

Pojmy:

- vnitřní prostředí je ovzduší ve vnitřním prostředí budov, s výjimkou ovzduší na pracovištích určených zvláštním právním předpisem
- znečišťující látka může být jakákoli látka vnesená do vnitřního ovzduší nebo v něm druhotně vznikající, která má přímo a nebo po fyzikální či chemické přeměně, případně po spolupůsobení s jinou látkou, škodlivý vliv na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí nebo hmotný majetek
- znečišťování ovzduší můžeme chápat jako vnášení jedné či více znečišťujících látek do vnitřního ovzduší v důsledku lidské činnosti vyjádřené v jednotkách hmotnosti za jednotku času
- klimatizace je tepelně vlhkostní úprava filtrovaného venkovního i oběhového vzduchu
- limit je hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při standardní teplotě a tlaku (20°C, tlak 101,325 kPa)
- frakce prachu PM₁₀ jsou částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 μm odlučovací účinnost 50%
- frakce prachu PM_{2,5} jsou částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 2,5 μm odlučovací účinnost 50%
- kontinuální měření analyzátory znamená plně či částečně automatizované postupy, kdy odběr vzorku není oddělen od vlastní analýzy
- těkavá organická látka (volatile organic compound – VOC) může být jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou methanu, která při teplotě 25 °C (298,15 K) vyšší parciální tlak než 0,1 mm Hg sloupce, nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití
- mikroklimatické podmínky jsou teplotní, vlhkostní podmínky a proudění vzduchu. **(10,27)**

1.6. Vzorkování chemických látek ve vnitřním prostředí

Odběr vzorku znamená převedení přesně změřeného objemu analyzovaného ovzduší do analyzátoru nebo zařízení (kolektoru), které je schopno uchovat stanovenou složku pro následnou analýzu.

Metody vzorkování se mohou rozdělit na odběry aktivní, pasivní a přímé odběry. Aktivní odběry jsou založené na separaci a patří sem záchyt do roztoků, na pevný sorbent, filtrace a extrakce. Pasivní odběry využívají principů difúze. Přímé odběry se využívají při měření automatizovaných systémů a při odběrech do kanystrů nebo plynových vaků. Odběr vzorku vnitřního ovzduší je obtížně opakovatelný za stejných podmínek. **(10)**

1.6.1. Přístroje a vybavení

Pokud se jedná o automatizovaný systém je odběr vzorku součástí přístroje. U nepřímého postupu se musí sestavit odběrová trať. Ta zahrnuje odběrovou sondu, které bývá předřazena v případě suspendovaných částic separační hlavice, vedení vzorku, kolektor, regulátor průtoku vzorku, systém měření průtoku, bezpečnostní nádobku pro záchyt kapalin, čerpadlo a plynoměr pro integraci objemu odebraného vzorku.**(10)**

Nejjednoduššími odběrovými sondami jsou trubky o průměru 6 až 20 mm. Jsou vyrobeny z různých materiálů (sklo, křemen, nerez a další) zabezpečujících inertnost pro odebíranou látku. Ve složitějších případech se používá certifikovaných separačních hlavic. V případě požadavku na odběr z proudu vzorku je nutno použít manifold. Vedení (hadice, potrubí) mezi odběrovou sondou a kolektorem (slouží k záchytu stanovených látek – impinger, filtr, trubička) musí být krátké a z materiálu neovlivňujícího následné analýzy uvolňováním nebo záchytem sledovaných znečišťujících látek (teflon). **(10)**

K regulaci průtoku vzorku odběrovým zařízením lze použít jehlový ventil nebo kritickou trysku. Za optimální můžeme považovat průtokoměry s regulací průtoku (rotametry, nebo objemové a hmotnostní průtokoměry). Pokud je měřící metodou

požadována kontrola okamžitého průtoku, lze do odběrové trati zapojit měřidlo. Můžeme použít rotametry, bublinové průtokoměry. Informace může být průběžně získávána z objemových (volume) nebo hmotnostních (mass-flow) průtokoměrů. Pokud se jedná o nárazová měření na začátku a na konci odběrového intervalu, zapojuje se průtokoměr buď na vstup odběrové sondy – na začátek odběrové trati nebo za kolektor. **(10)**

Další součástí vybavení pro odběr vzorku je zdroj sání – čerpadlo. Čerpadla mohou disponovat různými výkony, záleží na požadovaném průtoku a hodnotě vytvořeného podtlaku (tvrlosti). Nejčastěji se používají membránová a lamelová čerpadla. Bateriová čerpadla použijeme tam, kde není zapotřebí velkých objemových průtoků. Pro naši potřebu je určitou výhodou regulace průtoku i při poměrně významně se měnících tlakových poměrech v odběrové trati a možnost programování režimu odběru. U čerpadel je nutno vždy před a po odběru zkontrolovat průtok vzorku. Při měření odebraného objemu se používají plynoměry. Mohou to být plynoměry bubnové (mokrý plynoměry, plynové hodiny) nebo plynoměry membránové (suché plynoměry). Optimálním řešením je objemový nebo hmotnostní průtokoměr s regulací průtoku a s integrací odebraného objemu v čase. Zjištěný objem plynu musí být přepočítán na standardní podmínky, to znamená 20 °C a 101,325 kPa. **(10)**

1.6.2. Vůz Horiba

Slouží k monitoringu kvality ovzduší. Vůz je speciálně upravený automobil značky Mercedes a vybaven analyzátory japonské firmy HORIBA k měření imisí oxidu siřičitého, oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, ozonu, polétavého prachu a organických látek – benzenu, toluenu a xylenů. Současně s měřením jsou sledovány i meteorologické parametry jako je směr a rychlost větru, teplota, relativní vlhkost vzduchu a barometrický tlak. Veškerá vyjmenovaná zařízení jsou napojena na systém pro sběr a zpracování dat, který umožňuje vyhodnocení neměřených dat. **(5)**

1.6.3. Principy záchytu vzorku

Záchyt vzorku se provádí do absorpční kapaliny, při tomto procesu se používá skleněných fritových absorbérů různého provedení nebo kapilárních absorbérů mnohdy zapojených do série v počtu dvou i více kusů. Druhým typem je záchyt na filtrační médium. U této metody jsou používány, v závislosti na konkrétní metodě, filtry o variabilní porositě (0,8 až 3 μm), průměru (od 20 do 47 mm), struktuře a složení (acetylcelulosa, nitrocelulosa, skelná případně keramická vlákna, teflon, nylon, polykarbonáty a další). Pro upevnění filtrů jsou jako optimální doporučovány držáky filtrů z polykarbonátů, které omezují nežádoucí vlivy elektrostatických interakcí. Při záchytu adsorpcí se používají skleněné nebo plastové trubice plněné sorbetem vhodné k adsorpci sledované látky. Nejčastěji se používá aktivní uhlí k záchytu těkavých organických látek, polymerních sorbetů, filtrů z polyuretanové pěny. Pro mnoho sloučenin existují komerčně dostupné vysoce selektivní hotové produkty s vhodným sorbetem. (10)

Vzorky se odebírají do vzorkovnic. K těmto účelům se používají kanystry, případně tedlarové vaky, ojediněle vzorkovnice.

1.6.4. Vzorkování, doba měření, vzorkovací interval

Pokud provádíme samotné vzorkování nesmí jím být ovlivněn režim činností v určených prostorách ani měřené hodnoty kvality ovzduší. Důležité je zvolit si vhodnou strategii vzorkování a dodržet správný postup odběru vzorku ovzduší. Při přípravě měření a při měření samotném nesmíme zapomínat na povahu a režim zdrojů měřených škodlivin, na uživatele a jejich činnosti a na typ a využití měřeného prostoru. Základním pravidlem je, že měření nebo odběr nesmí významně ovlivnit režim činností a využití vnitřního prostředí (hluk, zábor prostoru) ani měřené hodnoty. Ve vztahu k účelu měření a získání hodnot musíme minimalizovat nebezpečí ovlivnění odběru nebo měřených hodnot uživatelem/uživateli proměřovaného prostoru. Při provádění měření kvality vnitřního prostředí bychom měli mít informace o hodnotách základních mikroklimatických parametrů (teplota, tlak vzduchu, relativní vlhkost). V optimálním případě mít k dispozici údaje o výměně vzduchu a jeho proudění. (10)

Celková doba měření, frekvence a interval závisí na řadě faktorů jako je vlastnost látky, charakteristika zdroje, účel měření a další. Doba měření musí zahrnout časovou variabilitu koncentrací sledované látky danou režimem činnosti zdroje, antropogenními vlivy (denní cyklus, činnosti uživatelů v prostoru), mikroklimatickými faktory a také sezónností (topná/netopná sezóna). Doporučený minimální interval vzorkování jsou 3 hodiny. Vzorkovací interval by měl postihnout hodnocenou škodlivinu a její zdroj/zdroje. U automatizovaných postupů se integrační interval pohybuje od jedné minuty až do 30 minut. U nepřímých metod, kde je často omezením nižší citlivost, se interval vzorkování pohybuje v řádu hodin. **(10)**

1.6.5. Umístění systému

Optimální místo pro získání vhodného vzorku nelze předem určit, o výběru místa odběru rozhoduje mnoho faktorů (tvar prostoru, proudění vzduchu, měřená látka, rozmístění identifikovaných zdrojů). Rozmístění odběrového systému, případně odběrových systémů v konkrétních případech musí vycházet z obecných doporučení. Malé prostory (prostory do 60 m²) – odběrové sondy jsou umístěny ve středu místnosti, nejméně 1 m od zdí a ve výšce 1 až 1,5 m nad podlahou (dýchací zóna). Větší prostory (nad 60 m²) – rozdělíme na dvě části, nejprve ve vztahu k ventilaci a poté k režimu či účelu využití. Odběrové sondy umístíme nejméně 1 m od zdí a ve výšce 1 až 1,5 m nad podlahou. V prostorech s vysokým stropem (výška nad 10 m, sportovní, kulturní zařízení) je požadováno, aby měření pokrývalo i výškový gradient. I na vyvýšených místech by odběrové sondy měly být umístěny nejméně 1 m od zdí a ve výšce 1 až 1,5 m nad podlahou. **(10)**

Pokud je v měřeném prostoru řízená výměna vzduchu (klimatizace) nebo řízený oběh vzduchu lze provést měření dvěma systémy na vstupu a výstupu do hodnoceného prostoru. Musíme se také vyhýbat místům v blízkosti stálého či nárazového zdroje tepla, průvanu a dále se vyhýbat chladným (neplatí u zimních stadionů) místům, nebo naopak prosluněným místům. **(10)**

1.6.6. Specifika vnitřního prostředí

Větrání patří mezi procesy, které kvalitu vnitřního ovzduší významným způsobem ovlivňují, pokud se jedná o narušení rovnovážného stavu, únik látek do venkovního ovzduší a nebo naopak o transport látek z významně znečištěného venkovního ovzduší. Při rozhodování, zda před měřením a nebo při měření větrat, je nutno zvážit účel prováděného měření. **(10,22)** V případě měření látek, jejichž zdroje jsou pouze ve vnitřním prostředí (stavební materiály nebo vybavení místnosti), musí měření začít až po určité době – doporučují se 3 hodiny po posledním vyvětrání. V průběhu měření větrání omezit na nutné minimum, případně nevětrat, aby nebyl narušen rovnovážný stav. Pokud je závažný zdroj škodlivin ve venkovním prostředí a je nutno hodnotit jak infiltraci, tak expozici při větrání, je zapotřebí pokrýt měřením obě varianty.

Při měření by mělo být dodržováno pravidlo 10 %. Odebíraný objem vzorku za 1 hodinu by měl být menší než hodnota 10 % přirozené ventilace a nebo by měl být menší než 10 % objemu měřené místnosti. **(10)**

1.7. Chemické ukazatele ve vnitřním prostředí staveb sledované vyhláškou 6/2003

Při měření kvality vnitřního prostředí ovzduší staveb jsou hodnoceny měřené hmotnostní koncentrace ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu jsou následující: oxid dusičitý ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), frakce prachu PM₁₀ a PM₅ ($150, 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$), oxid uhelnatý ($5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ozón ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), amoniak ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), benzen ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), toluen ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$), styren ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sumy xylenů ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ethylbenzen ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), formaldehyd ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$), trichlorethylen a tetrachlorethylen ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). **(10)**

1.7.1. Oxid dusičitý

Vzniká při hoření fosilních paliv v přírodě i v tepelných elektrárnách, ve spalovacích motorech automobilů, hoření plynu. Předpokládaným zdrojem

ve vnitřním prostředí jsou otevřený oheň, plynové spotřebiče, tabákový kouř a výfukové plyny z automobilů. **(10, 22)**

Oxid dusičitý je dráždivý plyn – což je různorodá skupina plynů, ale také výparů a aerosolů některých kyselin a jiných látek, které dráždí dýchací cesty, spojivky, někdy i kůži. **(12)**. Dráždivé plyny dělíme na dvě skupiny, dobře rozpustné plyny a málo rozpustné plyny. Oxid dusičitý spadá do druhé skupiny (fosgen, nitrozní plyny, směs oxidů dusíku, hlavně dusičitého a dusnatého, méně dusného) to znamená, že adsorpce v horních cestách dýchacích je malá, nemá varovný efekt a dráždí až po delší latenci a převážně dolní dýchací cesty. Při vyšší koncentraci po latenci 24-72 hodin způsobuje skupina málo rozpustných plynů, kam tedy spadá i oxid dusičitý, těžkou dušnost, toxický nekardiální edém plic, respirační a kardiální selhání. Po nízkých koncentracích zpravidla chybí podráždění očí a horních cest dýchacích. Oxid dusičitý má silnější dráždivý účinek, oxid dusnatý může způsobit methemoglobinemii – ztráta schopnosti krve přenášet kyslík do tkání, tím dochází k poškození buněčného dýchání. **(4)** Toxicita je rozdílná, závisí na fyzikálně chemických vlastnostech jednotlivých plynů, koncentraci v ovzduší a délce expozice. **(14)**.

Léčba se je symptomatická. Hospitalizace na minimálně 24 hodin, úplný tělesný klid, sedativa, monitorování. **(14)**

1.7.2. Oxid uhelnatý

Nedráždivý plyn bez zápachu, nepatrně lehčí než vzduch. Vzniká při nedokonalé oxidaci organických látek včetně spalování zemního plynu za nedostatečného přístupu kyslíku. Dříve byl jeho zdrojem převážně svítiplyn, čímž docházelo k náhodným nebo úmyslným otravám. **(16)** Oxid uhelnatý je obsažen ve výfukových plynech spalovacích motorů (11 %), svítiplynu, zplodinách po výbuchu trhavin, v emisích z výroby vápníku, cigaretovém kouři a v kouřových plynech. Váže se na hemové železo v hemoglobinu. **(4)** „*Již 0,4% dávka je rychle smrtící. Patologický mechanismus jeho účinku spočívá ve velké afinitě oxidu uhelnatého k hemoglobinu za vzniku karboxylhemoglobinu, neschopného přenášet kyslík. Oxid uhelnatý má 250-300krát vyšší afinitu k hemoglobinu než kyslík. Toxicita oxidu uhelnatého se zvyšuje se zvyšující*

se teplotou prostředí.“ (14, 21) Vazba karboxylhemoglobinu je reverzibilní, po 3 – 4 hodinách klesá koncentrace na polovinu.

Akutní příznaky nejsou přísně specifické. Při 20 % karboxylhemoglobinu dochází k bolestem hlavy a závratím, při 30 % je nauzea, zvracení a akční neschopnost, 40-50 % úporná bolest hlavy, porucha vědomí až kóma, křeče, při 60 % může dojít k hlubokému kómatu až smrti. Chronická otrava oxidem uhelnatým je sporná. (4) Následkem těžké akutní otravy bývají nejčastěji neurastenický syndrom, vegetativní obtíže a extrapyramidová symptomatologie (parkinsonismus). Při otravě oxidem uhelnatým je nejlépe, když postiženého vyvedeme na čerstvý vzduch, nebo se doporučuje oxygenoterapie – přetlaková komora, kde je zvýšen parciální tlak kyslíku ve vdechovaném vzduchu. (14)

1.7.3. Suspendované částice PM₁₀

Suspendované částice jsou pevné nebo kapalné částice, které v důsledku zanedbatelné pádové rychlosti přetrvávají dlouhou dobu v atmosféře. (11) Suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ jsou částice, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 mm odlučovací účinnost 50 %. (11)

Mezi hlavní zdroje směsi suspendovaných částic a aerosolů ve vnitřním prostředí (také nazývané domácí prach) patří:

- vytápění, mikrobiologické faktory (spory hub, bakterie, roztoči, pyly)
- chov domácích zvířat
- obyvatelé (částičky kůže, vlasy, prach z oděvu)
- pohyb obyvatel (zviřování) i jejich činnost (vaření, domácí práce, kutilství a další)
- životní styl
- otěry ze stavebních materiálů
- transport z venkovního prostředí či okolí (větrání, ventilace a netěsnosti) (10)

Přístrojové metody-kontinuální

Mikrogravimetrie je metoda u které dochází ke kontinuálnímu mikrovážení částic zachycených z konstantního objemového proudu na sběrném filtru (skleněná vlákna pokrytá vrstvou teflonu). Držák filtru kmitá a ve dvousekundových intervalech je měřena frekvence kmitání, která je při konstantní budící síle funkcí hmotnosti filtru. Z rozdílu frekvence kmitání se vypočítává změna hmotnosti filtru, která je při konstantním objemovém proudu vzorku úměrná hmotnostní koncentraci zachycených částic. Při odběru musí být vždy samostatná přímá, kolmo k podlaze postavená, nerezová odběrová sonda o maximální délce 1,5 m. **(10)**

Další metodou je absorpce β záření. Vzorek je prosáván kontinuální rychlostí přes pásku (skleněná i papírová vlákna), částice zachycené na filtru jsou kontinuálně přeměřovány. Metoda je diferenční, β záření prochází přes exponovaný filtr a rozdíl mezi dvěma po sobě následujícími měřeními intenzity procházejícího záření je úměrný okamžité hmotnosti zachycených částic. Hmotnost částic je vztažena k odebranému objemu vzorku. Hlavním požadavkem při odběru vzorku je přímý záchyt na filtrační médium umístěné v separační hlavici nebo hned za separační hlavici.

Poslední metodou je čítač částic. Principem je rozptyl nebo odraz modulovaného, často monochromatického paprsku (laseru) na povrchu částic aerosolu. Protože rozptyl či odraz jsou funkcí velikosti (aerodynamický průměr) a tvaru částic je měření počtu částic jednotlivých velikostních frakcí poměrně přesné. Pro přepočtení na váhové koncentrace je nutno vždy pomocí paralelního odběru vzorku a gravimetrického stanovení určit střední hustotu stanovených částic. Při přímém odběru přístrojem definovanou odběrovou hlavici, je nutné provést paralelní odběr vzorku pro stanovení přepočítávacího faktoru. **(10)**

1.7.4. Ozón

Ozón je bezbarvý plyn s charakteristickým zápachem. Pouze velmi senzitivní osoby vnímají ozón už při koncentraci 0,001 ppm. Ozón je totiž jeden z nejtoxičtějších plynů, ale zároveň je pro život na Zemi nezbytný. **(4)** Negativní dopad na naše zdraví mají totiž vysoké koncentrace přízemního ozónu (v troposféře). Ozón vzniká působením

slunečního záření na primární emise, např. na výfukové plyny motorových vozidel, na spaliny a na různé průmyslové emise. Naopak ve stratosféře je ozón nutný, protože tvoří ozónovou vrstvu, která nás chrání před UV zářením (internet) Pravděpodobnými zdroji ozónu ve vnitřním prostředí jsou fotokopírky a laserové tiskárny. **(10)**

Ke stanovení koncentrace ozónu se běžně využívá přístrojových (kontinuálních postupů) výjimečně postupů nepřímých. U kontinuálních metod prochází vzorek odběrovou sondou přímo do analyzátoru, kde signál z detektoru je buď přímo digitalizován nebo převáděn na definované napěťové či proudové výstupy a dále zpracováván v řídicím nebo vyhodnocovacím modulu. Systémy jsou obvykle vybaveny možností přímo archivovat data nebo je on-line exportovat. U klasických analytických postupů je vzorek vzduchu prosáván za konstantního průtoku přes sorpční roztok, kde dochází k záchytu ozónu. Vzorek je změřen na spektrofotometru, kdy intenzita zabarvení vzorku je úměrná koncentraci ozónu. **(10)**

1.7.5. Amoniak

Je bezbarvý velmi štiplavý plyn. Amoniak je toxická, nebezpečná látka zásadité povahy. Při vdechování poškozuje sliznici. Je lehčí než vzduch. Krátkodobá expozice amoniaku může dráždit i popálit kůži a oči s rizikem trvalých následků. Dráždit může rovněž nosní sliznice, ústa, hltan a způsobuje kašel a dýchací potíže. Inhalace amoniaku může dráždit plíce a způsobit kašel či dušnost. Expozice vyšším koncentracím amoniaku může způsobit zavodnění plic (edém) a vážné dýchací potíže. **(8)**

Předpokládanými zdroji amoniaku ve vnitřním prostředí jsou maltové omítky, betonové podlahy a stěrkovací hmoty.

Koncentraci amoniaku lze provádět různými nepřímými analytickými postupy. Používají se jak denudery spojené s analýzou iontovou chromatografií, tak fotometrické postupy. Kam patří stanovení podle Nesslerera, kdy amonné soli dávají s Nesslerovým činidlem v nízkých koncentracích žlutohnědé zabarvení a jehož intenzita je úměrná množství iontu amoniaku. Dalším postupem je fotometrická metoda, kdy je výluh z teflonového a papírového filtru po záchytu aerosolu a plynného amoniaku dále zpracován v automatickém analyzátoru, kde ionty amoniaku reagují s alkalickým

roztokem fenolu s chlornanem při teplotě 95 °C. Vzniklé zbarvení se měří spektrofotometrem. Amoniak v ovzduší lze stanovit také pomocí analyzátoru s konvertorem. (10)

1.7.6. Benzen

Čirá, prchavá kapalina aromatického zápachu. Nachází uplatnění při výrobě anilinu, ethylbenzenu, fenolu anebo cyklohexanu. Používá se jako průmyslové rozpouštědlo, při výrobě léčiv, plastů a výbušnin. (17) Meziproduktem v řadě organických syntéz, přítomen v motorovém benzínu, vzniká při výrobě koksu z uhlí. Ve vnitřním prostředí jsou zdroji benzenu otevřené ohně, tabákový kouř, výfukové plyny, čerpací stanice a garážová auta. (29)

Příznaky otravy po inhalaci výparů se dostavují za 30 – 60 minut: euforie, závratě, zmatenost, bolesti hlavy, tachykardie, ventrikulární arytmie. Akutní účinek je excitační, po vyšších koncentracích působí depresivně na CNS. (14) Chronická expozice vede k poškození kostní dřeně pancytopenii (současný pokles počtu všech typů krevních buněk červených a bílých krvinek, krevních destiček), (26) leukémii nebo neuropsychickým poruchám. (15, 29)

Měření koncentrace těkavých organických látek, lze provádět různými analytickými postupy. Jsou dvě možnosti metod. Buď je možné použít automatické analyzátory, nebo nepřímé metody. Nepřímé metody se dále dělí na metody využívající selektivní záchyt filtračním médiem – sorpční metody a na metody s odběrem vzorku ovzduší do nádoby pro stanovení v laboratoři – kanystrová metoda. U sorpčních metod jsou organické látky zachycovány na různých typech sorbetů. K analytickému stanovení se využívá plynová chromatografie s vhodným detektorem. (10)

1.7.7. Formaldehyd

Čistý formaldehyd je za normálních podmínek bezbarvý plyn s pronikavým zápachem. Formaldehyd patří mezi tekavé organické látky. Plynný formaldehyd může vstupovat do těla inhalačně nebo kontaktem s kůží či okem. (29) Poločas rozpadu v krvi je asi 90 sekund a metabolitem je kyselina mravenčí (je vylučována močí) a oxid

uhličitý (je vydechován). Akutní expozice malým dávkám formaldehydu vyvolává bolesti hlavy a zánět nosní sliznice. Vyšší koncentrace způsobuje vážné podráždění sliznic a respirační problémy (například zánět průdušek a otok nebo zánět plic. Chronická expozice způsobuje zánět průdušek. Formaldehyd dráždí oči a vyvolává slzení. Vyšší koncentrace mohou vyvolat zákal rohovky nebo i ztrátu zraku. **(29)**

Zdroji formaldehydu ve vnitřním prostředí jsou otevřený oheň, tabákový kouř, dřevotřískové desky, izolační materiály, textilní látky, dezinfekční přípravky a výfukové plyny automobilů. **(19)**

Stanovení koncentrace formaldehydu se provádí různými nepřímými analytickými postupy. Prvním z nich je fotometrická metoda, kdy formaldehyd vytváří s pararosanilinem v přítomnosti siřičitanu fialové zbarvení, jehož intenzita je úměrná množství formaldehydu. Druhým postupem je sorpční metoda, kdy se vzorek po desorpci z pevného sorbetu analyzuje na plynovém nebo kapalinovém chromatografu. Další variantou je využití pasivních samplerů, které jsou vhodné pro stanovení dlouhodobé integrální koncentrace formaldehydu. Pro krátkodobé stanovení se použití pasivních samplerů jeví jako málo vhodné. **(10)**

1.7.8. Toluén, styren, ethylbenzen, trichlorethen, tetrachlorethen

Toluén je čirá bezbarvá kapalina s aromatickým zápachem. Toluén patří mezi těkavé organické látky, ovlivňuje hlavně centrální nervovou soustavu. Dráždí dýchací orgány, způsobuje srdeční arytmií a poškozuje játra a ledviny. Dráždí také kůži a oči. Akutní expozice způsobují bolesti hlavy, závratě, únavu, ztrátu koordinace a barevného vidění, zvracení a apatii. **(15)** Chronická expozice způsobuje únavu, ztrátu soustředění a paměti, podrážděnost, trvalé bolesti hlavy a poškození mozečku. Zdrojem toluenu ve vnitřním prostředí mohou být barvy, laky, fermeže, ochranné prostředky na dřevo, lepidla, rozpouštědla, tiskařské barvy a tisk, značkovače, výfukové plyny, čerpací stanice, garážová auta. **(10)**

Styren je bezbarvá olejovitá kapalina se sladkým zápachem. Patří mezi těkavé látky. Akutní expozice vyvolává dýchací problémy a podráždění očí a má vliv také

na gastrointestinální trakt. Chronická expozice ovlivňuje nervovou soustavu, vyvolává bolesti hlavy, únavu, zvracení, deprese, zhoršení koncentrace a paměti a ztrátu sluchu. Může také poškozovat játra, ledviny, krev a žaludek. **(2, 15)** Hlavními zdroji ve vnitřním prostředí jsou rozpouštědla, odpady a výfukové plyny.

Ethylbenzen je bezbarvá hořlavá kapalina s charakteristickým zápachem. Řadí se mezi organické těkavé látky. Největším zdrojem ethylbenzenu je těžba a zpracování ropy a používání ropných produktů, hlavně spalování benzínu a jiných paliv. **(10)** Ethylbenzen může vstupovat do těla inhalačně, orálně nebo přestupem kůží. Akutní i chronická toxicita ethylbenzenu jsou poměrně nízké. Expozice ethylbenzenem dráždí dýchací cesty a oči a může také ovlivnit funkci mozku a poškodit kůži. Akutní expozice způsobuje neurologické poruchy (závrat, únava) a dráždí oči a dýchací cesty. Chronická expozice může způsobovat poškození jater, ledvin, centrální nervové soustavy a očí. **(18)**

Zdrojem trichlorethenu jsou rozpouštědla a tetrachlorethenu chemické čištění.

1.8. Protokol o měření

Musí obsahovat požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří, název (protokol číslo...), číslo strany, celkový počet stran, identifikační údaje, podle kterých lze protokol a jeho podklady v organizaci snadno nalézt (číslo protokolu, objednávky..), datum přijetí zakázky, datum a čas provedení zkoušky, datum vypracování, případně odeslání protokolu. Dalšími náležitostmi jsou název a adresa zákazníka, za jakým účelem probíhalo měření, údaje o laboratoři a pracovnících provádějících měření (název a adresa laboratoře). Popis celého měření zahrnuje identifikaci měřících míst (případně plánek měření), měřené a hodnocené veličiny, použité metody měření, dobu měření, venkovní klimatické podmínky, popis činnosti a oděvu sledované osoby a další. Nejdůležitější částí protokolu jsou výsledky měření, údaje o použitých měřících zařízeních včetně jejich ověření a kalibrace. **(28)**

1.9. Zimní stadion České Budějovice

Stadion byl otevřen 27. 10. 1964 jako druhý s umělou ledovou plochou v České republice. K zastřešení došlo v roce 1966. V prosinci 1979 byla dobudována druhá ledová plocha, sloužící k tréninkům. Před hokejovou sezónou 2002/2003 byla provedena rozsáhlá rekonstrukce, která povýšila zimní stadion na hokejový stánek. Týden před kolaudací byl nový zimní stadion vytopen povodněmi a musel být znovu opraven. **(13)**

Kapacita stadionu je 6 431 míst, z toho je 551 k stání. Rozměry hracích ploch: u haly číslo I činí 28 × 58 m, hala číslo II má 30 × 60 m. Areál zimního stadionu se nachází asi 500 m od historického centra Českých Budějovic. **(23)**

1.10. Stroje na úpravu ledové plochy

Označení rolba vzniklo zhruba v roce 1962, kdy byla ve Švýcarsku založena panem Rolandem Baumanem společnost ROLBA. Česky správně je však zařízení označeno jako stroj na úpravu ledové plochy. Rolby Zamboni, které se pohybují po ledové ploše rychlostí 15 km/hodinu se skládají z podvozku, pohonné jednotky (nejčastěji zážehový motor), hydraulické pohonné jednotky, nádrže na sníh, nádrže na vodu a nejdůležitější části – suportu, který vlastně činí stroje Zamboni špičkou ve svém oboru.

Provedení kvalitní úpravy ledové plochy mezi jednotlivými třetinami hokejového zápasu nebo mezi jednotlivými tréninky, případně bruslením veřejnosti představuje poměrně složitou záležitost. 1. je třeba z plochy kluziště odvézt nabruslenou ledovou tříšť, 2. je třeba odstranit porušenou vrchní část ledu a zarovnat led do roviny, 3. je třeba přidat na ledovou plochu odpovídající množství vody pro vytvoření nového ledu tak, aby jeho celková tloušťka nad chladicí technologickou deskou zůstávala v požadované úrovni, cca 2–4 cm. Před vytvořením strojů na úpravu ledu byly všechny tyto operace prováděny ručně a bylo k tomu zapotřebí značné množství pracovníků

a času. Z tohoto důvodu byla většina tehdy fungujících ledových ploch s umělým chlazením upravována pouze jednou až dvakrát denně a výsledná kvalita a rovnost byla značně závislá na zkušenosti a pečlivosti pracovníků, kteří úpravu prováděli. (7)

1.10.1. Systém stroje Zamboni

Jak již bylo zmíněno, stroje Zamboni byly zkonstruovány pro účely úpravy ledových ploch. Zimní stadion v Českých Budějovicích zakoupil model 552 Electric. Tento stroj pracuje tak, že odřezává speciálním nožem led (hobluje). Během práce může řidič podle potřeby nastavit hloubku řezu a to přímo ze sedla řidiče. Zhoblovaný sníh a led jsou dopravovány dopravními šneky do sněhové nádrže. Šneky jsou poháněny horizontálně a vertikálně hydromotory. I hluboké rýhy a trhliny mohou být pomocí stroje Zamboni vyhlazeny. Stroj má k dispozici speciální mycí zařízení na led, které je zásobováno z nádrže na studenou vodu. Trhliny jsou vyplněny vodou a přebytečná voda se odsává čerpadlem přes filtr a čistí se, aby se mohla opět použít.

Při tomto procesu je na led zároveň nanášena teplá voda. Výsledkem je bezvadná, zrcadlová plocha. Tyto pracovní činnosti znamenaly v minulosti namáhavou práci, která zabírala mnoho času. Stroj Zamboni je schopen vykonávat všechny činnosti dohromady, nebo případně každou operaci provést zvlášť. (7)

Parametry stroje:

Pojezd - elektrický motor General Electric 17,5 HP (13 kW) s elektronickým ovládáním SEVCON byl vyzkoušen v různých uplatněních po celém světě. Kompaktní výkonový kontroler s technologií MOSFET a přístroje indikující stav motoru a baterií umožňují dosahovat vysoké provozní spolehlivosti a efektivity provozu.

Baterie a nabíječ - olověné trakční akumulátory s tekutým elektrolytem. Provozní napětí 80 V. Baterie jsou opatřeny systémem centrálního automatického doplňování vody a nucenou cirkulací elektrolytu. Standardní kapacita 525 Ah umožňuje provedení cca 12 úprav.

Pohonný systém - stálý náhon na všechna čtyři kola bez mezinápravového diferenciálu pro zajištění výtečné trakce na jakémkoli povrchu. Použití náprav DANA SPICER, které dovolují velké zatížení: vpředu i vzadu 29 kN. Hydraulická provozní brzda kol obou náprav, vpředu kotoučové, vzadu bubnové. Mechanická parkovací brzda zadních kol.

Hydraulický systém - elektrický motor BALDOR o výkonu 8 HP (6 kW) řemenem pohání dvojitě čerpadlo umístěné v nádrži hydraulického oleje. Oddělené sekce čerpadla pro vodorovné a svislé šneky zajišťují dostatečný výkon dopravníků sněhu. Snadno přístupný, 20 mikronový olejový filtr pro zajištění dlouhé životnosti oleje a hydraulických komponentů.

Konstrukce - Robustní svařovaný podvozek ZAMBONI je zhotoven z profilů 50x125 mm z kvalitního materiálu. Nerezavějící polyetylenové nádrže na vodu a laminátová sněhová nádrž jsou ve standardním provedení. (7)

První nový stroj značky Zamboni byl dodán do České republiky v roce 2000, konkrétně do Hradce Králové. (3)

1.10.2. Motory u strojů na úpravu ledu

Nespornou výhodou u strojů této značky je přechod ze spalovacího motoru na pohon elektromotorem. Ze stadionů tak mohly být odstraněny škodlivé emise.

U motorových strojů zajišťuje potřebný výkon vznětový nebo zážehový spalovací motor. Vznětové motory jsou provozovány na motorovou naftu, zážehové motory jsou provozovány na benzín, propan-butan, stlačený zemní plyn, nebo jejich kombinace. Elektrické stroje lze rozdělit na akumulátorové a přímo napájené. U akumulátorových je zdrojem energie trakční akumulátor, u přímo napájených je stroj trvale připojen kabelem na navijáku do elektrické sítě, nebo je použita pro napájení stroje vhodně konstruovaná trolej. V praxi jsou většinou používány stroje akumulátorové, protože pro jejich provoz není nutno zřizovat speciální zařízení, ale i stroje s přímým napájením mají své příznivce a některé výhody nad stroji akumulátorovými. Celkový výkon potřebný pro provoz stroje se pohybuje na úrovni cca 15 – 17 kW. (7)

1.10.3. Elektromotory

Elektromotory jsou používány stejnosměrné nebo střídavé. K řízení motorů jsou používány výkonové polovodičové prvky ovládané obsluhou a řídicím systémem stroje. V případě stejnosměrných motorů jde o pulzní řízení, u motorů střídavých je nutno použít frekvenční měniče. Ve většině případů jsou tyto komponenty integrovány do řídicího systému stroje, který zároveň sleduje činnost všech zařízení a stav nabití akumulátoru. Konstrukce stejnosměrného motoru je poněkud složitější než u motoru střídavého, celková účinnost je také o něco nižší, ale tyto motory již prodělaly dlouhý vývoj a jejich provozní spolehlivost je na velice vysoké úrovni. Konstrukce řídicího systému a výkonové elektroniky pro stejnosměrný motor je však jednodušší než pro motor střídavý a z toho vyplývá nižší pořizovací cena. Vzhledem k použití polovodičů v řídicí elektronice je energetická účinnost obou druhů motorů pro stejný výkon téměř srovnatelná. Vzhledem k tomu, že je pro provoz strojů na úpravu ledu potřeba i hydraulický okruh, minimálně pro ovládání hydraulických válců a servořízení, neexistuje v tomto oboru stroj s čistě elektrickým pohonem. (7)

Stroje ZAMBONI v elektrickém provedení používají pro pojezd centrální elektromotor, který přes redukční převodovku, hnací hřídele a diferenciály přední a zadní nápravy pohání všechna 4 kola. Vlastnosti elektromotoru, změna smyslu otáčení, jemně regulovatelný záběrový moment i rychlost otáčení elektronikou zcela nahradily parametry hydrostatického přenosu výkonu, použitého u motorových strojů. Vzhledem k tomu, že elektromotor nebrzdí stroj jako v případě použití hydrostatického pohonu, bylo nutno osadit na nápravy dostatečně dimenzované brzdy. Při provádění úpravy není brzdit třeba, ale při pojíždění a parkování jsou účinné brzy nutností. Pohon šnekových dopravníků, vyklápění sněhové nádrže, zvedání a spouštění suportu, ometací koště a činnost servořízení zajišťuje samostatný hydraulický okruh. Toto hydraulické čerpadlo je poháněno samostatným elektromotorem, který je pro řádnou funkci dopravníků elektronicky udržován na konstantních otáčkách. Přenos výkonu na dopravníky pomocí hydraulického okruhu byl zvolen z důvodu lepší celkové účinnosti jednoho většího elektromotoru na místo několika menších. Tím je kompenzována ztráta způsobená

vložení hydraulického okruhu. Také rozměry a hmotnost elektromotorů odpovídajícího výkonu by byly značně velké. (7)

1.10.4. Tvorba ledu

Pro tvorbu nového ledu je používána teplá voda, která se přivádí za suport pod roztírací plachetku. Voda o teplotě cca 50 – 70 °C rozpustí případné malé množství sněhu v hlubokých rýhách a nataví vrchní vrstvu ledu, s níž se potom dobře spojí. Vodní nádrž, nebo nádrže mohou být součástí vnějšího tvaru stroje, nebo jsou ukryty pod kapotáží. Celkový objem vodních nádrží bývá kolem cca 1000 l. Nádrže by měly být z nekorodujícího materiálu, aby byla zajištěna jejich dlouhá životnost a aby nebyla přídavná voda znečišťována rzi a nedocházelo k častému ucpávání otvorů v rozstříkovací trubce. Přívod vody do rozstříkovací trubky na suportu bývá buď samospádem, nebo je pro zvýšení tlaku použito čerpadlo. Užití čerpadla je nutné zejména v případech, kdy je dno vodní nádrže nízko nad suportem a při nízké hladině vody v nádrži by již samospádem nebyl zajištěn dostatečný průtok. Množství přídavné vody je regulováno škrtkicím ventilem ovládaným z místa obsluhy stroje. Stroje ZAMBONI mají vodní nádrž umístěnou dosti vysoko, a proto používají přívod vody samospádem. Pro zvýšení kvality úpravy ledu však mohou být vybaveny tzv. systémem proporčního nanášení vody. Tento systém se skládá z objemového čerpadla, regulačních prvků a elektromagnetické spojky. Náhon čerpadla přes elektromagnetickou spojku je proveden od hnací hřídele pojezdu stroje. Díky tomu a konstrukci čerpadla je dodáváno do rozstříkovací trubky konstantní množství vody na jednotku upravené plochy. V praxi to znamená, že se již obsluha nemusí zabývat regulací množství přidávané vody podle rychlosti jízdy a tento systém vše obstará sám. (7)

1.10.5. Údržba strojů

Na provozní bezpečnosti a spolehlivosti stroje na úpravu ledu závisí celý provoz zimního stadionu. V případě jeho výpadku může být ohroženo konání hokejového zápasu, nebo placené pronájmy, a pokud není k dispozici náhradní stroj, může toto vést ke značným ztrátám jak finančním, tak i prestiže stadionu. Většinu těchto potíží lze

předejít prováděním pravidelných prohlídek a plánované údržby, i když riziko poruchy nelze nikdy zcela vyloučit. Největší díl odpovědnosti v prevenci poruch leží vždy na obsluze stroje. Obsluha musí být se strojem důkladně obeznámena, musí znát činnost jeho jednotlivých částí a musí provádět pravidelné kontroly a běžnou provozní údržbu. Okamžitým odstraňováním drobných závad lze často předejít závažné poruše a nutnosti velkých investic do opravy stroje. (7)

1.11. Stroje na úpravu ledu Destarol

Společnost Derol s. r. o. Teplice vznikla z důvodu zániku DESTY CZ, která se zabývala výrobou vysokozdvihných vozíků, tak speciálních vozů na úpravu ledové plochy pod značkou DESTAROL. Tato společnost vyrábí tři typy roleb ve třech modifikacích. Tyto rolby mají označení DEROL 99-P /classic + hydrostat/. Společnost se dále zabývá servisní činností na Desta-rolby – Destarol L1, Destarol LX, Destarol 92, Derol 99.

Technické parametry:

- motor UVAZ - výkon 54 kW hnací náprava – lasic
- kompaktní ořezávač s koštětem – teleskopický, kopíruje mantinel, jako jediný výrobce tohoto zařízení zahraniční rolby mají ořezávač napevno
- obsah vodních nádrží 850 l.

2. CÍL PRÁCE

Cílem mé diplomové práce je zhodnocení výsledků provedeného cíleného státního zdravotního dozoru (SZD) v oblasti kvality vnitřního prostředí, který byl uložen krajským hygienickým stanicím včetně Hygienické stanice hlavního města Prahy, ředitelům krajských hygienických stanic a ředitelům zdravotních ústavů pokynem hlavního hygienika České republiky ze dne 14.3.2007. Na základě zpracovaných protokolů pocházejících z měření vybraných ukazatelů kvality vnitřního prostředí v objektu Zimního stadionu v Českých Budějovicích a jejich vyhodnocení z hlediska kvality vnitřního prostředí mám dospět ke zjištění, zda účinnost opatření provedených na základě státního zdravotního dozoru je dostatečná.

3. METODIKA PRÁCE

3.1. *Metoda výzkumu*

Pro zpracování výzkumné části diplomové práce byl použit kvalitativní výzkum. Metodou sběru dat bylo pozorování a analýza dokumentů. Sběr dat byl proveden následující technikou: sekundární analýza dat

Pozorování

Jednalo se o přímé, nezúčastněné a zjevné pozorování. U nezúčastněného pozorování se výzkumník nezapojuje do jakéhokoli procesu.

Sekundární analýza dat

Veškerá data byla získána po vyhodnocení výsledků měření hygienických laboratoří zdravotního ústavu (v roce 2007 pod hlavičkou Zdravotního ústavu se sídlem v Českých Budějovicích, v roce 2011 pod hlavičkou Zdravotního ústavu se sídlem v Plzni) a na základě detailního prostudování souvisejícího spisového materiálu poskytnutého Krajskou hygienickou stanicí Jihočeského kraje se sídlem v Českých Budějovicích.

Zdroj dat

Pokyn hlavního hygienika České republiky k provedení cílené kontroly zaměřené na kvalitu vnitřního prostředí z 14.3.2007. Pokynem byl stanoven předmět kontroly – prostor zimního stadionu, a to vzhledem k technickému zdroji kontaminujícímu ovzduší – rolby. Pokynem byly dále stanoveny kontaminanty u kterých měla být provedena laboratorní analýza. Jednalo se o NO₂ – oxid dusičitý, CO – oxid uhelnatý, formaldehyd a benzen. Analýza vnitřních prostředí měla být provedena zdravotními ústavu dle Metodického návodu pro měření a stanovení

chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č.6/2003 Sb. **(10,27)**

Metodický návod pro měření a stanovení fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. vydaný Ministerstvem zdravotnictví – hlavním hygienikem ČR podle §80 odst.1 písm. a) zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů ke sjednocení postupu pracovníků zdravotních ústavů a krajských hygienických stanic při měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. (č.j.OVZ – 32.0-08.3.07/8559 z 23.3.2007). **(10)**

Zápis z porady vedoucích odboru hygieny obecné a komunální konané dne 15.5.2007 na Ministerstvu zdravotnictví České republiky. Na této poradě byly upřesněny podmínky provedení hlavního úkolu – vnitřní prostředí (indoor) zimních stadionů (zdroj rolba). Bylo rozhodnuto, že laboratorní analýza vnitřního prostředí bude za standardního provozu stadionu a v závislosti na typu rolby zaměřena na následující kontaminanty:

pro plynové rolby: NO₂ – oxid dusičitý

CO – oxid uhelnatý

pro dieselové či benzinové rolby: NO₂ – oxid dusičitý

CO – oxid uhelnatý

PM_{2,5}

Benzen

V roce 2007 byla na zimním stadionu provozována rolba s plynovým pohonem – palivo propan (typ rolby DESTAROL 92 P) – hodnocen byl proto oxid dusičitý a oxid uhelnatý.

Zkušební protokol č. 81/2007 zpracovaný Zdravotním ústavem se sídlem v Českých Budějovicích. **(33)**

Protokol o kontrolním zjištění zpracovaný odborným pracovníkem Krajské hygienické stanice Jihočeského kraje. (Kontrola byla zahájena dne 9.10.2007 odběrem

vzorků a ukončena dne 7.11.2007 seznámením kontrolované osoby se zkušebním protokolem). (36)

Zkušební protokol č. 1243/2011 – oxid dusičitý. Zkušební protokol č.1256/2011 – oxid uhelnatý, suspendované částice PM₁₀. (34, 35)

Při měření v roce 2011 bylo kromě stanovení oxidu dusičitého a oxidu uhelnatého provedeno stanovení koncentrace suspendovaných částic o velikosti PM₁₀ k dokreslení celkového stavu kvality vnitřního prostředí zimního stadionu.

Protokol o kontrolním zjištění zpracovaný odborným pracovníkem Krajské hygienické stanice Jihočeského kraje (Kontrola byla zahájena dne 21.1.2011 odběrem vzorků a ukončena dne 23.3.2011 seznámením kontrolované osoby se zkušebními protokoly). (37)

3.2. *Metody stanovení koncentrace oxidu dusičitého*

Pro stanovení koncentrace oxidů dusíku ve vnitřním prostředí lze použít klasické analytické postupy, ale jako jednodušší a rychlejší se jeví použití kontinuálních analyzátorů. Vzorek ovzduší prochází odběrovou sondou přímo do analyzátoru, kde je signál z detektoru buď přímo digitalizován nebo převáděn na definované napěťové či proudové výstupy a dále zpracováván v řídicím nebo vyhodnocovacím modulu. Systémy jsou obvykle vybaveny možností přímo archivovat data nebo je on-line exportovat. U klasických analytických postupů je vzorek vzduchu prosáván za konstantního průtoku přes sorpční roztok (TEA, guajakol), kde dochází k záchytu oxidu dusičitého. Po úpravě je vzorek změřen na spektrofotometru, kdy intenzita zabarvení vzorku je úměrná koncentraci oxidu dusičitého. (10)

Měření analyzátozem

Využívá světelnou emisi molekul oxidu dusičitého vzniklých chemickou reakcí oxidu dusného a ozonu ve vakuové komoře. Molekuly oxidu dusičitého vzniklé touto reakcí přechází na vyšší energetickou hladinu, při návratu zpět na nižší energetickou

hladinu uvolňují energii ve formě chemiluminiscence v širokém spektrálním rozsahu 500 až 3000 nm s maximem 1100 nm.

Rovnice: $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow (\text{NO}_2) + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 + \gamma$ (chemiluminiscence)

1 molekula (NO_2) vzniká z jedné molekuly NO – intenzita chemiluminiscenční reakce je přímo úměrná koncentraci NO ve vzorku. Přístroj měří i NO_2 , ale opět pouze jako NO – měření tedy musí předcházet redukce NO_2 na NO v katalytickém konvertoru. Přístroj měří jak NO tak NO_x , když je sekvenčně přepínán proud vzorku ovzduší na fáze NO a NO_x . Hodnoty NO_2 jsou dopočítávány podle vztahu $\text{NO}_x - \text{NO}$, za předpokladu účinnosti konvertoru nad 96 %. **(10)**

Guajakolová metoda

Při guajakolové metodě je zkoumaný vzduch prosáván přes dvojici kapilárových impingerů naplněných roztokem hydroxidu sodného s přídavkem guajakolu. Exponovaný absorpční roztok reaguje s roztokem sulfanilamidu v prostředí kyseliny fosforečné a roztokem N-(1-naftyl)ethylendiamindihydrochloridu za vzniku červeného zabarvení. Intenzita zabarvení se měří diferenční fotometrií při vlnové délce 545 nm a je úměrná koncentraci oxidu dusičitého ve vzorku vzduchu. **(10)**

Metoda s použitím roztoku TEA

Pokud je využita metoda s použitím roztoku TEA (triethanolamin) je zkoumaný vzduch prosáván dvojicí fritových absorbérů naplněných roztokem triethanolaminu, přídavkem kyseliny sulfanilové a N-(1-naftyl)ethylendiaminu v kyselém prostředí vznikne červené zabarvení, jehož intenzita, která je úměrná koncentraci oxidu dusičitého ve vzorku, se měří diferenční fotometrií při vlnové délce 540 nm. **(10)**

Odběr vzorku

Odběr vzorku se provádí teflonovou nebo borosilikátovou odběrovou sondou o maximální délce 1,5 m pro měření s použitím analyzátoru. Při použití klasických analytických postupů je odběr vzorku prováděn pomocí čerpadla s definovaným průtokem (0,2 až 0,5 l/minutu), popřípadě je za dvojici absorbérů či impingerů zapojen

kalibrovaný či ověřený plynoměr nebo průtokoměr s integrací objemu vzorku. Objem odebraného vzorku je funkcí času. (10)

Požadavky na metodu

Kontinuální přístrojové metody. Měřicí rozsah je 0 – 0,1910 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 ppm). Mez stanovitelnosti minimálně 10 % stanoveného limitu – 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nejistota metody do 4 % měřicího rozsahu. Možnost archivace nebo přenosu základních měřených hodnot v definovaném tvaru. Možnost interní a externí kontroly stavu přístroje. (10)

3.3. *Metody stanovení oxidu uhelnatého*

Při stanovení oxidu uhelnatého v ovzduší nejsou vyvíjeny nepřímé analytické postupy stanovení. Používají se přístrojové (kontinuální) postupy. Vzorek ovzduší prochází odběrovou sondou přímo do analyzátoru (často je předřazen systém manifoldu zajišťující standardizovaný odběr vzorku z proudu), kde signál z detektoru je buď přímo digitalizován nebo převáděn na definované napěťové či proudové výstupy a dále zpracováván v řídicím nebo vyhodnocovacím modulu. Systémy jsou obvykle vybaveny možností přímo archivovat data nebo je exportovat.

Lze využít odběru do tedlarového vaku (minimálně 15 litrů) s následným (do 24 hodin) stanovením analyzátoru v laboratoři.

V současnosti jsou standardně využívány dva principy měření vycházející z diferenčního spektrofotometrického měření absorpce infračerveného záření oxidem uhelnatým ve vzorku ovzduší. (10)

Systém s plynnou korelací

Využívá možnost porovnat absorpci vzorku ovzduší s absorpcí samotného oxidu uhelnatého. Infračervené záření je usměřováno na filtrační okruh, kde postupně prochází:

- celou s vysokou koncentrací CO (na detektoru signál, který je výsledkem absorpce všech látek ve vzorku ovzduší s odečtenou hodnotou absorpce CO-referenční signál)

- celou s dusíkem a dále pak měrnou celou (na detektoru měrný signál, který je výsledkem absorpce všech látek ve vzorku ovzduší)

- k ploše od které se odráží

Z rozdílu hodnot lze spočítat signál odpovídající koncentraci oxidu uhelnatého ve vzorku. **(10)**

Systém bez plynné korelace

Znamená, že měrný paprsek prochází střídavě měrnou a referenční celou. V obou případech se rozsah měřených koncentrací pohybuje od 0,1 ppm (0,116 mg/m³) do 200 ppm (232 mg/m³). **(10)**

Odběr vzorku

Odběr vzorku se provádí na teflonovou nebo borosilikátovou odběrovou sondu o maximální délce 1,5 m.

Požadavky na metodu

Měřicí rozsah je 0 – 116 mg/m³ / 232 mg/m³ (100/200ppm). Mez stanovitelnosti minimálně 10 % stanoveného limitu = 500 µg/m³. nejistota metody je do 4 % měřicího rozsahu. Opět i u této metody je možnost archivace nebo přenosu měřených hodnot a možnost interní a externí kontroly. **(10)**

3.4. Metody stanovení suspendovaných částic

Při měření těchto částic se dají použít dva postupy:

- první z nich je manuální nepřímá gravimetrická stanovení po záchytu na filtru K záchytu částic dochází na filtrační médium o definované porositě (0,8 až 1,2 µm) při prosávání vzorku ovzduší přes certifikovanou separační hlavici za standardního a konstantního průtoku vzorku (15 až 40 l/min). Váhová koncentrace suspendovaných částic se stanoví po přepočtu rozdílů váhy exponovaného filtru na odebrané množství vzorku ovzduší.

- druhým postupem jsou přímé přístrojové kontinuální postupy. Kontinuální metody se dále dělí na vibrační/mikrogravimetrické (mass balance), absorpční/ spektrometrické (β absorption) a optické čítače částic (particle counter).
- Vzorek ovzduší prochází odběrovou sondou přímo do analyzátoru, kde je signál z detektoru buď digitalizován nebo převáděn na definované napěťové či proudové výstupy a dále zpracováván v řídicím nebo vyhodnocovacím modulu. **(10)**

4. VÝSLEDKY

4.1. První měření

První odběr vzorků byl proveden 9. 10. 2007, v prostorách zimního stadionu: ledové plochy I. Měření probíhalo za standardního provozu na ledové ploše. Průběžně se střídala úprava ledové plochy rolbou v délce 15 minut s tréninkem hokejistů, který trval 45 až 60 minut a jako zdroj znečištění ovzduší byla pozorována rolba. Jednalo se o rolbu (typ DESTAROL 92P) s plynovým pohonem (palivo propan), proto byly zvoleny dva nejrizikovější ukazatele znečištění ovzduší (oxid uhelnatý a oxid dusičitý).

Identifikace místa měření:

První měřící místo bylo na horní hranici ochranného mantinelu plexiskla v první řadě sedadel.

Druhé měřící místo bylo v sekci tribuny A mezi 10. a 11. řadou sedadel.

Na obou měřících místech se provádělo souběžně měření koncentrace oxidu uhelnatého a oxidu dusičitého (tabulka č. 1)

Po celou dobu byla zapnuta klimatizace, která pracovala v následujícím režimu:

Mezi 12.30 až 16.00 hod. byla klimatizace nastavena na stupeň číslo 2.

V době od 16.00 až 18.35 hod. byla klimatizace spuštěna na stupeň číslo 1.

Odběry vzorků vzduchu byly provedeny podle Metodického návodu pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí dle vyhlášky 6/2003 Sb., vydaného hlavním hygienikem České republiky ze dne 14.3. 2007.

Režim odběru vzorku

Oxid uhelnatý – Na již zmíněných měřících místech byl proveden odběr vzorku do tedlarového vaku o objemu 40 l s dobou odběru 180 minut. Průtok vzduchu byl

0,3 l/minutu. Odebraný vzorek byl analyzován analyzátozem APMA 350 – měřicí vůz Horiba. Hodnoty byly uváděny za standardních podmínek – teplota 20° C, barometrický tlak 101, 3 kPa. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Časový harmonogram a sled činností na ledové ploše při měření oxidu uhelnatého:

Ve 12.30 až 12.40 hod. - úprava ledové plochy rolbou

13.00 až 14.15 hod. - trénink

14.15 až 14.25 hod. - úprava ledové plochy

14.30 až 15.30 hod. - trénink.

Tabulka č.1

Místo odběru, škodlivina

| Místo odběru | | Měřená škodlivina |
|----------------------|-------------------|-------------------------------|
| Zimní stadion České | Měřicí místo č. 1 | Oxid uhelnatý CO |
| Budějovice tribuna A | Měřicí místo č. 2 | Oxid dusičitý NO ₂ |

Zdroj: vlastní výzkum

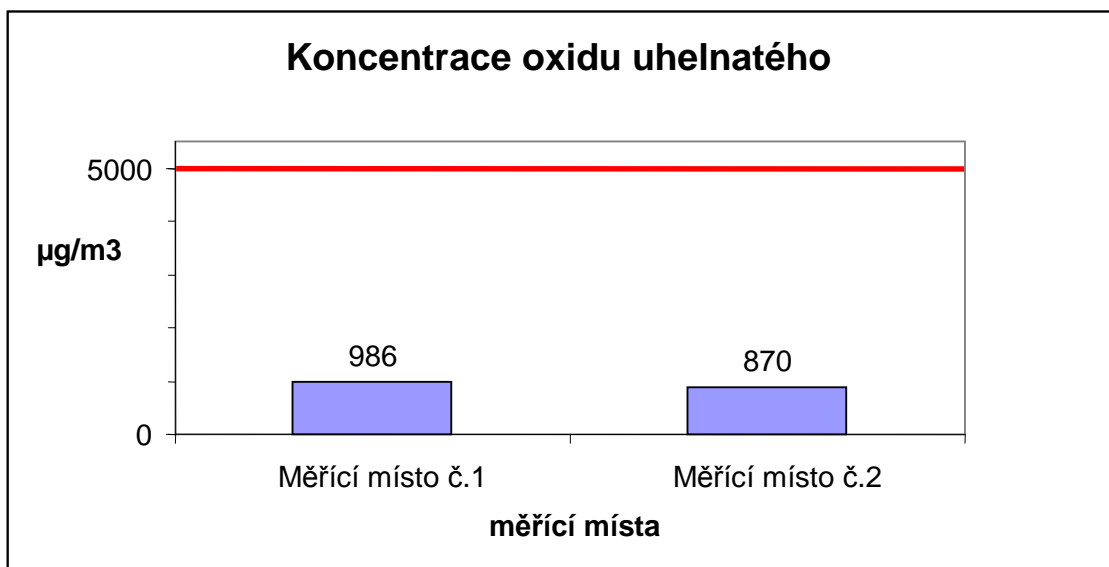
Tabulka č. 2**Zimní stadion České Budějovice tribuna A – oxid uhelnatý (CO)**

| Sledovaný parametr | Měřící místo č.1 Horní hranice ochranného mantinelu plexiskla v první řadě | Měřící místo č.2 Mezi 10. a 11. řadou sedadel |
|--|---|--|
| Začátek odběru (hod., min.) | 12,30 | 12,30 |
| Konec odběru (hod., min) | 15,30 | 15,30 |
| Teplota vzduchu (°C) | 12,8 | 13,6 |
| Barometrický tlak vzduchu (hPa) | 976 | 976 |
| Relativní vlhkost vzduchu (%) | 59,4 | 59,7 |
| Proudění vzduchu (m/s) | 0,30 | 0,40 |
| Koncentrace oxidu uhelnatého (µg/m³) | 986,0 | 870,0 |

Zdroj: protokol z měření

Graf č. 1

Koncentrace oxidu uhelnatého



Zdroj: vlastní výzkum

Jak je patrné z grafu č. 1 limitní hodinová koncentrace oxidu uhelnatého je 5000 µg/m³ (tabulka č. 3). Naměřené hodnoty oxidu uhelnatého nejprve na měřícím místě č. 1 (horní hranice ochranného mantinelu plexiskla v první řadě), nepřesahují limitní hodnotu. Hodnota naměřeného oxidu uhelnatého činí 986µg/m³.

To samé můžeme říci i o měřícím místě č. 2 (mezi 10. a 11. řadou). Ani zde hodnota oxidu uhelnatého nepřesahuje danou limitní hodinovou koncentrací. Naměřená hodnota činila 870 µg/m³.

Tabulka č. 3

Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu

| Ukazatelé | Hodinový limit v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--|---|
| oxid dusičitý (NO_2) | 100 |
| frakce prachu PM_{10} | 150 |
| frakce prachu $\text{PM}_{2,5}$ | 80 |
| oxid uhelnatý (CO) | 5 000 |
| ozón (O_3) | 100 |
| amoniak (NH_3) | 200 |
| benzen (C_6H_6) | 7 |
| toluen (C_7H_7) | 300 |
| suma xylenů (C_8H_{10}), | 200 |
| styren (C_8H_8), | 40 |
| etylbenzen (C_8H_{10}), | 200 |
| formaldehyd (HCHO) | 60 |
| trichloretylen (C_2HCl_3) | 150 |
| tetrachloretylen (C_2Cl_4) | 150 |

Zdroj: Příloha vyhlášky č. 6/2003

Režim odběru vzorku

Oxid dusičitý- odběr tohoto plynu probíhal na předem určených místech (tabulka č.4). Pro odběr byla zvolena metoda s použitím roztoku TEA (triethanolaminu). Hodnoty jsou uváděny pro standardní barometrický tlak a teplotu. Výsledky měření uvedeny v tabulce č. 4

Časový harmonogram a sled činností na ledové ploše při měření NO_2 :

Od 15.30 až 15.40 hod. - úprava ledové plochy pomocí rolby

15. 45 až 17. 00 hod. - probíhá trénink

17.00 až 17.10 hod. - úprava ledové plochy

17.15 až 18. 30 hod. - trénink

Venkovní mikroklimatické podmínky v době měření byly následující – polojasno až zataženo, mírný proměnlivý vítr, barometrický tlak 976 hPa, relativní vlhkost činila 69,4 % a průměrná teplota vzduchu byla 12,2.

Tabulka č.4

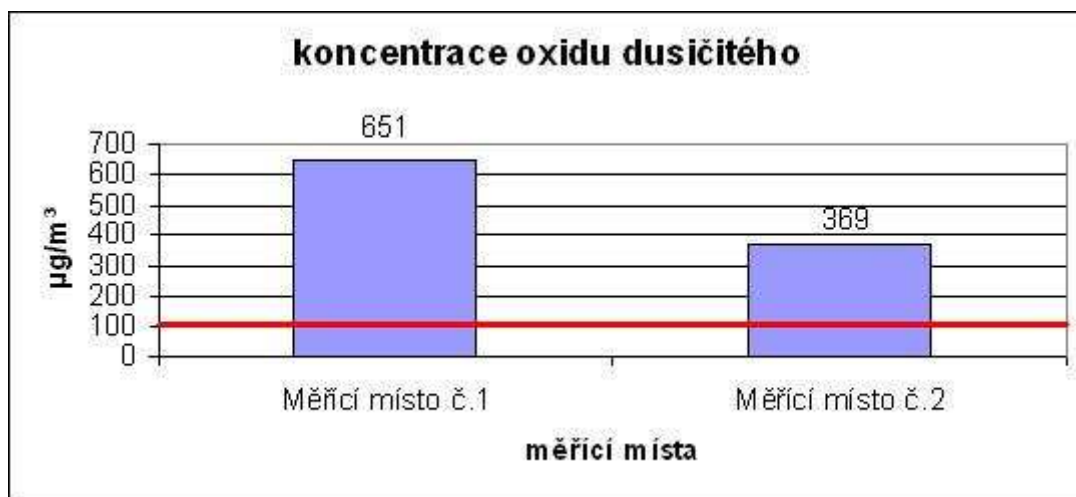
Zimní stadion České Budějovice tribuna A – oxid dusičitý (NO₂)

| Sledovaný parametr | Měřící místo č.1 Horní hranice ochranného mantinelu plexiskla v první řadě sedadel | Měřící místo č.2 Mezi 10. a 11. řadou sedadel |
|--|--|---|
| Začátek odběru (hod., min.) | 15,31 | 15,31 |
| Konec odběru (hod., min.) | 18,31 | 18,31 |
| Teplota vzduchu (°C) | 12,9 | 14,4 |
| Barometrický tlak vzduchu (hPa) | 976 | 976 |
| Relativní vlhkost vzduchu (%) | 56,7 | 58,1 |
| Proudění vzduchu (m/s) | 0,10 | 0,16 |
| Koncentrace oxidu dusičitého (µg/m³) | 651 | 369 |

Zdroj: protokol z měření

Graf č. 2

Koncentrace oxidu dusičitého



Zdroj: vlastní výzkum

Limitní hodinová koncentrace oxidu dusičitého činí 100 µg/m³ (tabulka č.3). Naměřená hodnota na měřicím místě č. 1 (horní hranice ochranného mantinelu plexiskla v první řadě sedadel) byla 651 µg/m³. Na měřicím místě č. 2 (mezi 10. a 11. řadou sedadel) byla zaznamenána hodnota 369 µg/m³. Tudiž z těchto hodnot jasně vyplývá překročení limitní hodinové koncentrace.

4.2. Druhé měření

Druhé měření proběhlo 21.1. 2011 na zimním stadionu v Českých Budějovicích. Odběr vzorků opět probíhal na ledové ploše haly I, za jejího běžného užívání. V průběhu měření se střídala úprava ledové plochy rolbou v průměru 15 minut s tréninkem hokejistů, který trval 45 až 60 minut. Při tomto měření byla ledová plocha upravována elektrickou rolbou typu ZAMBONI ELECTRIC 552. Aby bylo možno porovnat výsledky měření s měřením z roku 2007 byly hodnoceny stejné chemické ukazatele (oxid uhelnatý a oxid dusičitý) jako u prvního měření, kromě stanovení těchto dvou kontaminantů bylo provedeno stanovení koncentrace suspendovaných částic o velikosti PM₁₀ k dokreslení celkového stavu kvality vnitřního prostředí zimního stadionu.

Identifikace místa měření

První měřicí místo bylo vybráno na horní hranici ochranného mantinelu plexiskla v první řadě sedadel kolem ledové plochy, sekce tribuny A

Druhé měřicí místo bylo v sekci tribuny A mezi 10. a 11. řadou sedadel na podestě
Měřicí místa byla zvolena naprosto totožně jako při prvním měření. Hlavním účelem bylo dosažení stejných podmínek, tudíž i odběrových míst.(tabulka č.5)

Ledová plocha zimního stadionu v Českých Budějovicích je větrána centrálně, vzduchotechnickou jednotkou JANKA KLM 80. V době měření nebyl přisáván okolní vzduch z důvodu nízkých teplot venkovního ovzduší.

Odběry vzorků vzduchu byly provedeny podle Metodického návodu pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí dle vyhlášky 6/2003 Sb., vydaného hlavním hygienikem České republiky ze dne 14.3. 2007.

Tabulka č. 5

Místo odběru, škodlivina

| Místo odběru | | Měřená škodlivina |
|----------------------|-------------------|----------------------|
| Zimní stadion České | Měřicí místo č. 1 | Oxid uhelnatý |
| Budějovice tribuna A | Měřicí místo č. 2 | Suspendované částice |
| | | Oxid dusičitý |

Zdroj: vlastní výzkum

Režim odběru vzorku oxidu uhelnatého

Oxid uhelnatý – na předem určených místech (tabulka č.5) byl souběžně proveden odběr vzorku vzduchu do tedlarového vaku o objemu 40 l po dobu 180 minut. Průtok vzduchu byl 0,2 – 0,25 l/min. Sebraný vzorek byl poté analyzován analyzátozem APMA 350 – kterým je vybaven měřicí vůz Horiba. Analyzátor pracuje na principu infračerveného záření. Naměřená hodnota oxidu uhelnatého v jednotkách ppm byla přepočtena na $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a to vynásobením koeficientem 1 160. Tento koeficient přepočtu platí pro 20 °C a standardní barometrický tlak 101,3 kPa, přesně dle požadavků vyhlášky č. 6/2003. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Časový harmonogram a sled činností na ledové ploše při měření oxidu uhelnatého

12.30 – 12.40 hod. – úprava ledové plochy rolbou

12.54 – 14.00 hod. – trénink

14.00 – 14.10 hod. – úprava ledové plochy rolbou

14.15 – 15.30 hod. – trénink

Tabulka č. 6**Zimní stadion České Budějovice tribuna A – oxid uhelnatý (CO)**

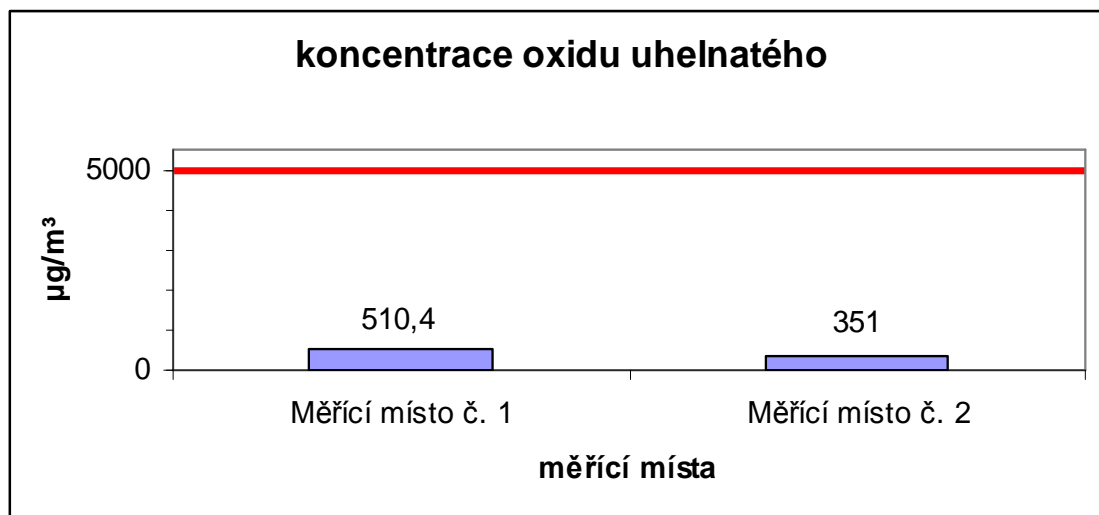
| Sledovaný parametr | Měřicí místo č. 1 Na horní hranici ochranného mantinelu plexiskla v první řadě sedadel | Měřicí místo č. 2 Mezi 10. a 11. řadou sedadel na podestě |
|--|---|--|
| Začátek odběru (hod., min.) | 12,30 | 12,35 |
| Konec odběru (hod., min.) | 15,30 | 15,35 |
| Teplota vzduchu (°C) | 10,2 | 10,4 |
| Barometrický tlak vzduchu (hPa) | 976 | 976 |
| Relativní vlhkost vzduchu (%) | 51,5 | 51,9 |
| Proudění vzduchu (m/s) | 0,04 | 0,02 |
| Koncentrace oxidu uhelnatého (µg/m³) | 510,4* | 351,0* |

**koncentrace uvedená v tabulce je průměrnou koncentrací z odběru vzorku vzduchu, který trval 180minut*

Zdroj: protokol z měření

Graf č.3

Koncentrace oxidu uhelnatého

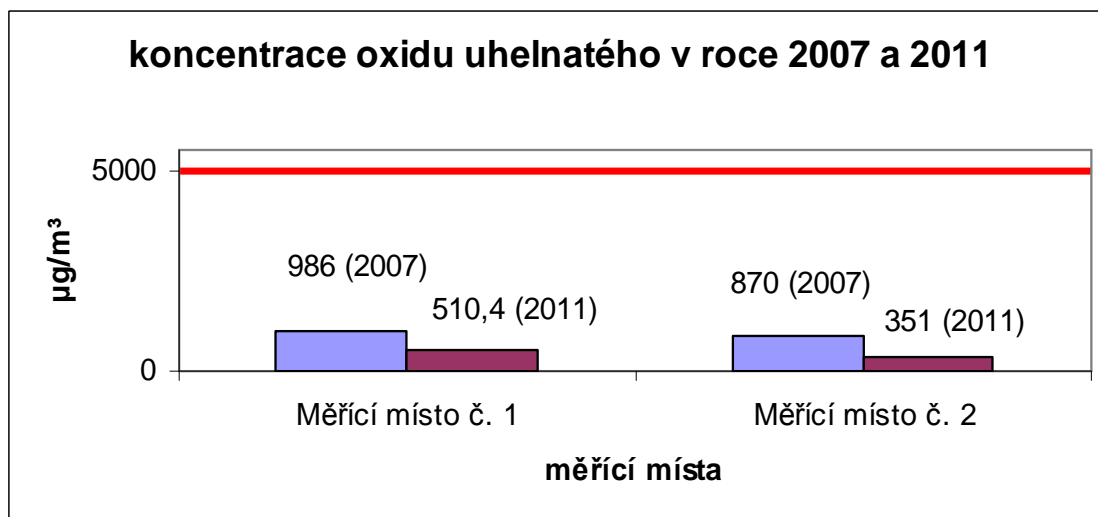


Zdroj: vlastní výzkum

Dle tabulky č. 9 je hodinový limit pro oxid uhelnatý $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jak je patrné z grafu č. 3 na horní hranici ochranného mantinelu plexiskla v první řadě byla naměřená hodnota tohoto plynu $510,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na druhém místě, kde probíhalo měření (mezi 10. a 11. řadou sedadel) byla zjištěna hodnota ještě o něco nižší než na místě prvním a to $351,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Z toho jasně vyplývá nepřekročení limitní hodinové koncentrace pro oxid uhelnatý.

Graf č.4

Porovnání koncentrací oxidu uhelnatého v roce 2007 a 2011



Zdroj: vlastní výzkum

Graf č. 4 znázorňuje porovnání koncentrací oxidu uhelnatého za rok 2007 a 2011. Můžeme vidět snížení každé hodnoty. Na měřicím místě č. 1 je hodnota 510,4 µg/m³,oproti hodnotě 986 µg/m³ z roku 2007. To znamená snížení o 48,2 %. To samé lze konstatovat i o místě č.2, kde je hodnota 351 µg/m³ oproti hodnotě 870 µg/m³ z roku 2007. Zde došlo ke snížení o 59,7 %.

Režim odběru vzorku oxidu dusičitého

Oxid dusičitý – vzorky byly odebrány z obou předem vybraných míst (tabulka č. 5). Bylo postupováno dle Metodického návodu pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb., vydaného hlavním hygienikem České republiky ze 14. 3. 2007.

Byla zvolena metoda s požitím roztoku TEA (triethanolaminu). Výsledky se uvádějí v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a to pro 20 °C a standardní barometrický tlak 101,3 kPa, tak jak požaduje již zmíněná vyhláška č. 6/2003. Výsledky uvedeny v tabulce č. 7.

Časový harmonogram a sled činností na ledové ploše při měření oxidu dusičitého:

15.30 – 15.40 hod. – úprava ledu

15.45 – 17.00 hod. – trénink

17.00 – 17.10 hod. – úprava ledu

17.10 – 18.15 hod. – trénink

18.15 – 18.25 hod. – úprava ledu

18.30 hod. – začátek tréninku

V 18.40 hod. bylo měření ukončeno

Venkovní mikroklimatické podmínky panující v den měření. Bylo zataženo, vál proměnlivý vítr, barometrický tlak byl 976 hPa, relativní vlhkost vzduchu činila 62,5 % a průměrná teplota vzduchu byla 1,0 °C.

Tabulka č. 7

Zimní stadion České Budějovice tribuna A – oxid dusičitý (NO₂)

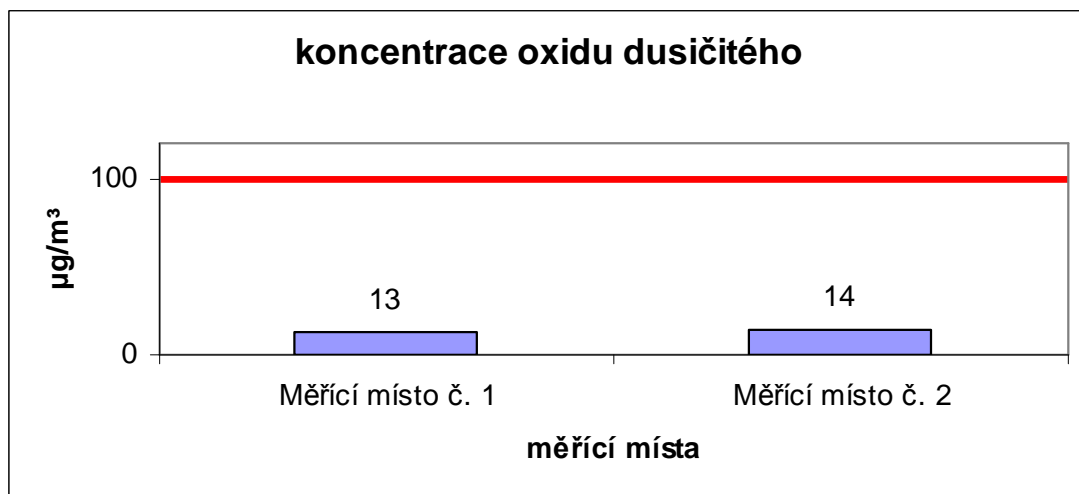
| Sledovaný parametr | Měřicí místo č. 1 Horní hranice ochranného mantinelu plexiskla (první řada) | Měřicí místo č. 2 Mezi 10. a 11. řadou sedadel na podestě |
|---|--|--|
| Začátek odběru (hod., min.) | 15,30 | 15,40 |
| Konec odběru (hod., min.) | 18,30 | 18,40 |
| Teplota vzduchu (° C) | 7,9 | 8,6 |
| Barometrický tlak vzduchu (hPa) | 976 | 976 |
| Relativní vlhkost vzduchu (%) | 53,6 | 55,5 |
| Proudění vzduchu (m/s) | 0,16 | 0,03 |
| Koncentrace oxidu dusičitého (µg/m³)* | 13,0* | 14,0* |

**koncentrace uvedená v tabulce je průměrnou koncentrací z odběru vzorku, který trval 180 minut*

Zdroj: protokol z měření

Graf č. 5

Koncentrace oxidu dusičitého



Zdroj: vlastní výzkum

V tabulce č.9 je uveden hodinový limit pro oxid dusičitý, který je $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na prvním měřicím místě (horní hranice ochranného mantinelu plexiskla) byla naměřena hodnota $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabulka č. 5). Druhé měřené místo (mezi 10. a 11. řadou) byla vyhodnocena hodnota $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pokud tedy porovnáme naměřené hodnoty oxidu dusičitého s limitní hodinovou koncentrací, zjistíme, že ji nepřekračují.

Graf č. 6

Porovnání koncentrací oxidu dusičitého v roce 2007 a 2011



Zdroj: vlastní výzkum

Graf č. 6 znázorňuje koncentraci oxidu dusičitého v roce 2007 a 2011. Toto porovnání jasně vykazuje snížení hodnot. V roce 2011 pouhých 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, to znamená snížení oproti roku 2007 o 98 %, na měřicím místě č. 1 a 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na místě č. 2. Zde došlo k snížení o 96,2 %.

Režim odběru vzorku suspendovaných částic

Suspendované částice (PM₁₀) – měření koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ bylo provedeno přístrojem EPAM 5000 s nástavcem pro frakci o velikosti částic 10 μm . Požadovaný impaktor splňuje požadavky stanovené ve vyhlášce č. 6/2003. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Časový harmonogram a sled činností na ledové ploše při měření suspendovaných částic
Nejprve probíhalo měření na měřícím místě č. 1 (horní hranice ochranného mantinelu
plexiskla v první řadě), údaje jsou následující

12.30 – 12.40 hodin – úprava ledové plochy rolbou

12.54 – 14.00 hodin – trénink

14.00 – 14.10 hodin – úprava ledové plochy rolbou

14.15 – 15.30 hodin – trénink

Poté byl proveden odběr i na druhém předem určeném místě (mezi 10. a 11. řadou
sedadel na podestě)

15.30 – 15.40 hodin – úprava ledové plochy rolbou

15.45 – 17.00 hodin – trénink

17.00 – 17.10 hodin – úprava ledové plochy rolbou

17.10 – 18.15 hodin – trénink

18.15 – 18.25 hodin – úprava ledové plochy rolbou

V 18. 30 hodin – začátek tréninku

Celé měření bylo ukončeno v 18.40 hodin.

Tabulka č. 8**Zimní stadion České Budějovice tribuna A – suspendované částice (PM₁₀)**

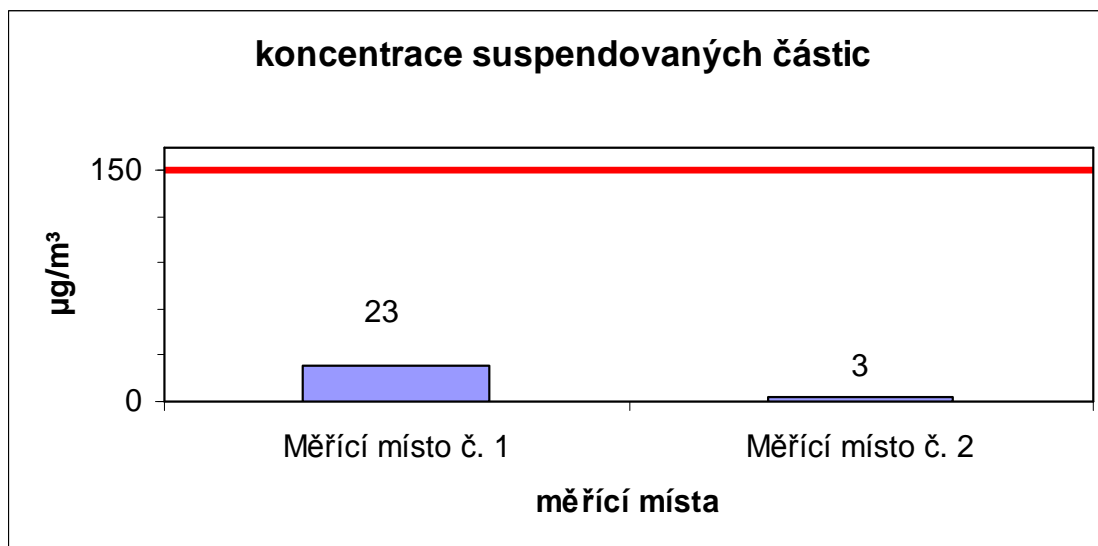
| Sledovaný parametr | Měřící místo č. 1 Na horní hranici ochranného mantinelu plexiskla v první řadě sedadel | Měřící místo č. 2 Mezi 10. a 11. řadou sedadel na podestě |
|---|---|--|
| Začátek odběru (hod., min.) | 12,30 | 15,34 |
| Konec odběru (hod., min.) | 15,30 | 18,34 |
| Teplota vzduchu (°C) | 10,2 | 8,6 |
| Barometrický tlak vzduchu (hPa) | 976 | 976 |
| Relativní vlhkost vzduchu (%) | 51,5 | 55,5 |
| Proudění vzduchu (m/s) | 0,04 | 0,03 |
| Koncentrace suspendovaných částic (µg/m³) | 23,0* | 3,0* |

* koncentrace uvedená v tabulce je průměrnou koncentrací z odběru vzorku, který trval 180 minut

Zdroj: protokol z měření

Graf č. 7

Koncentrace suspendovaných částic



Zdroj: vlastní výzkum

Tabulka č. 8 uvádí hodnoty naměřené u suspendovaných částic. V prvním případě se opět jednalo o měřicí místo na horní hranici ochranného mantinelu, tato hodnota činí 23 µg/m³. Na druhém měřeném místě, na podestě mezi 10. a 11. řadou sedadel, byla hodnota pouhé 3 µg/m³. Při provedení komparace s tabulkou č. 9 zjistíme, že limitní koncentrace pro suspendované částice je 150 µg/m³. Ani jedna z naměřených hodnot tento limit nepřesáhla.

Tabulka č. 9**Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu**

| Ukazatelé | Hodinový limit v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--|---|
| oxid dusičitý (NO_2) | 100 |
| frakce prachu PM_{10} | 150 |
| frakce prachu $\text{PM}_{2,5}$ | 80 |
| oxid uhelnatý (CO) | 5 000 |
| ozón (O_3) | 100 |
| amoniak (NH_3) | 200 |
| benzen (C_6H_6) | 7 |
| toluen (C_7H_7) | 300 |
| suma xylenů (C_8H_{10}), | 200 |
| styren (C_8H_8), | 40 |
| etylbenzen (C_8H_{10}), | 200 |
| formaldehyd (HCHO) | 60 |
| trichloretylen (C_2HCl_3) | 150 |
| tetrachloretylen (C_2Cl_4) | 150 |

Zdroj: Příloha vyhlášky č. 6/2003

5. DISKUZE

Teoretická část diplomové práce se nezaměřuje pouze na problematiku kvality vnitřního prostředí, ale snaží se provést i témata souvisejícími. Vzhledem k zadání diplomové práce bylo nezbytné zabývat se podrobněji i postavením orgánů ochrany veřejného zdraví, jejich pravomocemi a úkoly v oblasti ochrany veřejného zdraví. Během shromažďování podkladů k diplomové práci jsem měla možnost se blíže seznámit se způsobem provádění státního zdravotního dozoru zaměřeného na kontrolu kvality vnitřního prostředí a dokonce jsem měla možnost se osobně zúčastnit kontrolního šetření v prostorách zimního stadionu v Českých Budějovicích a být svědkem činnosti pracovníků Zdravotního ústavu se sídlem v Plzni, kteří prováděli odběry vzorků ovzduší ke stanovení sledovaných kontaminant. Téma mé práce je velice úzce zaměřené a při vyhledávání literatury s obdobnou problematikou jsem nebyla příliš úspěšná. Vycházela jsem proto z materiálů, které jsou nezbytné pro činnost orgánů ochrany veřejného zdraví a provádění státního zdravotního dozoru. Stěžejními zdroji informací byl pro mne zákon č.258/2000 Sb., vyhláška č. 6/2003 Sb., jako prováděcí vyhláška k §13 zákona č. 258/2000 Sb., a zákon č. 552/1991 Sb.. Detailním průvodcem státním zdravotním dozorem v oblasti kvality vnitřního prostředí pro mne byly tyto dokumenty: pokyn hlavního hygienika České republiky k provedení cílené kontroly zaměřené na kvalitu vnitřního prostředí z 14.3.2007, metodický návod pro měření a stanovení fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. vydaný Ministerstvem zdravotnictví - hlavním hygienikem České republiky dne 23.3.2007, zápis z porady vedoucích odboru hygieny obecné a komunální konané dne 15.5.2007 na Ministerstvu zdravotnictví a standardní pracovní postup k výkonu státního zdravotního dozoru v oblasti kontroly dodržování hygienických požadavků na vnitřní prostředí. Ze zmíněné porady vedoucích odboru Hygieny obecné a komunální (HOK) ze dne 15.5.2011 vyplynula pro Krajskou hygienickou stanici Jihočeského kraje a Zdravotní ústav se sídlem v Českých Budějovicích povinnost zabývat se kontrolou dvou chemických látek – oxidu dusičitého (dále jen NO₂) a oxidu uhelnatého (dále jen CO).

Ještě před samotným vyhodnocením výsledků jednotlivých analýz je dle mého názoru nezbytné provést právě diskuzi ve vztahu ke shora uvedeným materiálům. Pokynem hlavního hygienika byl stanoven předmět kontroly – prostor zimního stadionu, kontaminanty u kterých měla být provedena laboratorní analýza – NO₂, CO, formaldehyd a benzen, byl stanoven časový plán výkonu státního zdravotního dozoru včetně odběru vzorků - do 31.11.2007. Dále pokynem hlavní hygienik stanovil povinnost zdravotních ústavů provést analýzy dle Metodického návodu pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb., a přesně určil měřící místa tj. horní okraj ochranného mantinelu plexiskla v první řadě sedadel kolem ledové plochy a současně vybraná řada v hledišti – tj. 2 měřící místa kde mělo být provedeno měření souběžně. Zadání uvedené v pokynu hlavního hygienika bylo dále upřesněno při poradě vedoucích odboru hygieny obecné a komunální dne 15.5.2007. Nejprve jsem se zaměřila na postup Krajské hygienické stanice Jihočeského kraje se sídlem v Českých Budějovicích (dále jen KHS) při plnění hlavního úkolu. KHS od samého začátku spolupracovala se Zdravotním ústavem se sídlem v Českých Budějovicích (dále jen ZÚ) a společně provedly přípravu měření. Při společném jednání se zástupcem provozovatele zimního stadionu získaly podklady nezbytné pro provedení měření - situační plán ledové plochy I, projekt VZT, rozpis využití ledové plochy nezbytný k určení dne nejvhodnějšího pro měření. Na místě samém, tedy prostoru ledové plochy I, byla vybrána i měřící místa. Výsledkem přípravné fáze bylo vytvoření konkrétních podmínek pro měření. Měření proběhlo dne 9.10.2007 na Zimním stadionu v Českých Budějovicích, na ledové ploše I, která slouží především tréninku hokejových týmů žáků a dorostu. Dle rozvrhu využití ledové plochy byl vybrán den s rovnoměrným využitím, kdy provoz lze označit za standardní. První měřící místo bylo vybráno na horní hranici ochranného mantinelu plexiskla v první řadě sedadel, druhé měřící místo v sekci tribuny A mezi 10. a 11. řadou sedadel. KHS objednala u ZÚ provedení odběru a analýz oxidu dusičitého a oxidu uhelnatého. Na základě objednávky KHS provedl ZÚ měření těchto dvou kontaminant. Měření prováděl vždy souběžně na obou měřících místech. Ve zkušebním protokolu z měření č. 81/2007 ZÚ garantuje provedení odběru vzorků

vzduchu a jejich zpracování v souladu s Metodickým návodem pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. Po obdržení protokolu z měření KHS dokončila protokol o kontrolním zjištění a seznámila provozovatele s výsledky státního zdravotního dozoru. Po porovnání zadání hlavního úkolu a podmínek provedení měření z roku 2007 musím konstatovat, že KHS i ZÚ podle mého názoru respektovaly pokyn hlavního hygienika České republiky k provedení cílené kontroly zaměřené na kvalitu vnitřního prostředí z 14.3.2007, metodický návod pro měření a stanovení fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. vydaný Ministerstvem zdravotnictví – hlavním hygienikem České republiky dne 23.3.2007, závěry porady vedoucích odborů hygieny obecné a komunální konané dne 15.5.2007 na Ministerstvu zdravotnictví i standardní pracovní postup k výkonu státního zdravotního dozoru v oblasti vnitřního prostředí. Za stejných podmínek bylo provedeno i měření v lednu 2011.

Výsledky měření z 9.10.2007 jsou uvedeny ve zkušebním protokolu č 81/2007, výsledky měření z 21.1.2011 jsou rozděleny do dvou zkušebních protokolů. Protokol č. 1243/2011 – měření oxidu dusičitého a protokol č. 1256/2011 – měření oxidu uhelnatého a suspendovaných částic PM₁₀.

Jak již bylo uvedeno, první měření proběhlo 9. 10. 2007 na Zimním stadionu v Českých Budějovicích. Jako zdroj znečištění ovzduší byla pozorována rolba. Jednalo se o rolbu (typ DESTAROL 92P) s plynovým pohonem (palivo propan). Jako první byl měřen oxid uhelnatý. Naměřené hodnoty jsou názorně uvedeny v tabulce č. 2, které náleží i graf č. 1. Z grafu je jasně patrné, že naměřené koncentrace nepřesahují limitní hodnotu, která činí 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. První hodnota oxidu uhelnatého činí 986 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, druhá hodnota je 870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pokud se podíváme na druhé měření oxidu uhelnatého z 21. 1. 2011, při tomto měření byla ledová plocha upravována elektrickou rolbou typu ZAMBONI ELECTRIC 552, která byla nově zakoupena, zjistíme, že naměřené hodnoty opět nepřesáhly hodinový limit, který, jak už je uvedeno výše, činí 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vše nám znázorňuje tabulka č. 6

a následně graf č.3, z kterého můžeme vyčíst hodnotu na prvním měřicím místě, která činí 510,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a hodnotu pro druhé měřené místo, která je 351 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Celkové porovnání oxidu uhelnatého za rok 2007 a 2011 ukazuje graf č. 4. Z tohoto grafu lze učinit jediný závěr a to ten, že při měření v roce 2011 došlo ke snížení oxidu uhelnatého na prvním měřicím místě o 48,2 % a na druhém měřicím místě došlo ke snížení o 59,7 %. Tudíž můžeme říci, že účinnost provedeného opatření byla dostatečná.

Stejně porovnání můžeme provést i u oxidu dusičitého, u kterého byla situace v roce 2007 složitější, z důvodu překročení limitní hodinové koncentrace. Tuto skutečnost potvrzuje tabulka č. 4 a následně i graf č 2, který zobrazuje hodnoty. Na prvním měřicím místě je hodnota 651 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na druhém místě hodnota činí 369 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Limitní hodnota pro oxid dusičitý je 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Při měření v roce 2011 se nadlimitní hodnota již nevyskytla. To potvrzuje jak tabulka č. 9, tak graf č. 5. Na prvním měřicím místě byla hodnota pouhých 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na druhém místě byla hodnota o 1 vyšší, tudíž 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pokud opět provedeme komparaci hodnot u oxidu dusičitého za rok 2007 a 2011, dostane se nám překvapujícího zjištění. Na prvním měřicím místě byla hodnota z roku 2007 snížena o neuvěřitelných 98 %. Na druhém měřicím místě se hodnota snížila o 96,2 %. Toto porovnání je zaneseno v grafu č. 6, který nám umožňuje srovnání hodnot. I v tomto případě můžeme jednoznačně říci, že provedené opatření bylo dostatečné a u zmíněného plynu se již nadlimitní hodnota nevyskytla.

V roce 2011 proběhlo měření suspendovaných částic o velikosti PM_{10} , které posloužily k dokreslení celkového stavu kvality vnitřního prostředí zimního stadionu. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 7. Na prvním měřicím místě je hodnota 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, druhé měřicí místo má hodnotu pouhé 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pokud tyto naměřené hodnoty porovnáme s limitní hodinovou koncentrací, zjistíme, že ani jedna ji nepřesahuje. Tuto skutečnost zobrazuje graf č. 7. Bohužel porovnání s rokem 2007 nemůžeme provést, protože měření se neuskutečnilo.

Výsledky jasně prokazují, že po provedení opatření se již nevyskytla nadlimitní koncentrace u stanovených ukazatelů. Tudíž můžeme říci, že toto opatření bylo dostatečně účinné.

6. ZÁVĚR

Problematice vnitřního prostředí není z hlediska legislativy věnována taková pozornost jako například venkovnímu ovzduší, pitné vodě a dalším. Toto téma je velice specifické a neexistuje veliké množství literatury, či odborných článků zabývajících se touto problematikou. Vnitřní prostředí je prostředím, kde trávíme nejvíce času. Proto významně ovlivňuje naše fyzické zdraví a duševní pohodu. Přitom se zde vyskytuje mnoho faktorů, které mohou představovat zdravotní rizika a proto by toto téma nemělo být podceňováno.

Cílem mé diplomové práce bylo zpracovat protokoly, které pocházely z měření v objektu Zimního stadionu v Českých Budějovicích z hlediska kvality vnitřního prostředí. A zjistit, zda účinnost opatření provedených na základě státního zdravotního dozoru je dostatečná. Tato měření byla nařízena s pokynem hlavního hygienika České republiky. Veškerá data jsou zobrazena a popsána v kapitole „Výsledky“. Na základě jich mohu konstatovat, že stanovený cíl byl naplněn. Především se o tuto skutečnost postaralo vedení zimního stadionu, které i přes obrovské finanční náklady zareagovalo velice rychle a umožnilo zakoupení nového stroje na úpravu ledové plochy.

V průběhu zpracování jsem se setkala s nedostatečnou komparací mé práce s pracemi na podobné téma. Množství literatury, zabývajících se stanovenou problematikou, bylo také mizivé. Naopak spolupráce s vedením zimního stadionu byla bez sebemenších problémů. To samé mohu říci o spolupráci s Krajskou hygienickou stanicí Jihočeské kraje v Českých Budějovicích. Pro úplné dořešení problematiky by bylo vhodné provést opakovaná měření na všech místech, kde prvotní měření probíhalo. Samozřejmě tato úvaha je myšlena v rámci celé republiky, ovšem je zcela nereálná. Časová náročnost je veliká a finanční možnosti orgánů ochrany veřejného zdraví jsou velice omezené.

Prací jsem se snažila zachytit problematiku kvality vnitřního prostředí na Zimním stadionu v Českých Budějovicích, ovšem jak jsem již uvedla, ne vždy jsem byla úspěšná. Myslím si, že by práce mohla posloužit odborným pracovníkům Krajské hygienické stanice Jihočeského kraje se sídlem v Českých Budějovicích při dalším

šetření a může posloužit i široké veřejnosti v případě poskytování informací o kvalitě vnitřního prostředí. Případně může být dobrým námětem pro práci vznikající na podobné téma.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. BENCKO, Vladimír, a kol. *Hygiena: učební texty k seminářům a praktickým cvičením*. 2. vydání. Praha. 2002. 205 s. ISBN 80-7184-551-5
2. CENIA, MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Styren*. [online]. 2008 [cit. 2011-07-19] Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/91>
3. CVETLER, Miloslav. „*Ledový muž*“ *evropských kluzišť*. [online]. 2008 [cit.2011-07-19] Dostupné z: http://www.rolmont.cz/images/ledovy_muz_evropskych_kluzist.pdf
4. HORÁK, Josef. a kol. *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky, VŠCHT*. 1. vydání. Praha: vydavatelství VŠCHT v Praze, 2004. 188 s. ISBN-978-80-7080-548-0
5. JUNEK, Pavel. *Archiv výsledků měření ovzduší vozem Horiba v Pardubicích*. [online]. 2009 [cit.2011-07-19] Dostupné z: <http://www.zupu.cz/index.php?pid=84>
6. Kolektiv autorů. *Pracovní lékařství: Základy primární pracovnělékařské péče*. 1. vydání. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských oborů, 2005. 338 s. ISBN 80-7013-414-3
7. KUCHAR, Zdeněk. *Stroje na úpravu ledových ploch*. [online]. 2011 [cit.2011-07-19] Dostupné z: http://www.rolmont.cz/stroje_na_upravu_ledovych_ploch
8. KVASNICOVÁ, Vladimíra. *Amoniak*. [online]. 2004 [cit.2011-07-19] Dostupné z: <http://ciselniky.dasta.mzcr.cz/hypertext/200610/hypertext/KVACK.htm>
9. LAJČÍKOVÁ, A. Právo na zdravé vnitřní ovzduší - prohlášení Světové zdravotnické organizace. *Vytápění, větrání, instalace* [online]. 2001, č.3 [cit.2011-07-19]

Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/607-pravo-na-zdrave-vnitri-ovzdusi-prohlaseni-svetove-zdravotnicke-organizace>. ISSN: 1801-4399

10. Ministerstvo zdravotnictví, Metodický návod pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí dle vyhlášky č. 6/2003 Sb, 2007,

http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri_ovzdusi/met_nav_mrereni_stanoveni_chem_fyz_bio_indoor.pdf

11. Nařízení vlády č. 429/2005 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší, ve znění nařízení vlády č. 60/2004 Sb.

12. PATOČKA, Jiří. *Úvod do obecné toxikologie*. 1. vydání. Praha: Manus, 2003. 44 s. ISBN 80-86571-04-1

13. PAVLATA, Tomáš. *Zimní stadiony: České Budějovice*. [online]. 2003 [cit.2011-07-19] Dostupné z: <http://www.zimnistadiony.cz/view.php?cislocianku=2003041002>

14. PELCLOVÁ, Daniela. a kol. *Nejčastější otravy a jejich terapie*. 2. vydání. Praha: Galén, 2009. 163 s. ISBN978-80-7262-603-8

15. PELCLOVÁ, Daniela. a kol. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2006. strany. ISBN 80-246-1183-X

16. PEŠTÁLOVÁ, Miroslava. *Toxikologie*. 1. vydání. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. 37 s. ISBN 80-7013-382-1

17. PETRLÍK, Jindřich. *Benzen*. [online]. 2010 [cit.2011-07-19] Dostupné z: <http://arnika.org/chemicke-latky/benzen>

18. PETRLÍK, Jindřich. *Ethylbenzen*. [online]. 2010 [cit.2011-07-19]
Dostupné z: <http://arnika.org/chemicke-latky/ethylbenzen>
19. PETRLÍK, Jindřich. *Formaldehyd*. [online]. 2010 [cit.2011-07-19]
Dostupné z: <http://arnika.org/chemicke-latky/formaldehyd>
20. PODSTATOVÁ, Hana. *Základy epidemiologie a hygieny*. 1. vydání. Praha: Galén, 2009. 158 s. ISBN 978-80-7262-597-0
21. PROKEŠ, Josef. *Základy toxikologie*. 2. vydání. Praha: Galén, 2005. 248 s.
ISBN 80-7262-301-X
22. PROVAZNÍK, Kamil. *Kvalita vnitřního prostředí*. 1. vydání. Praha: Fortuna, 2002.
28 s. ISBN 80-7071-186-8
23. STATUTÁRNÍ MĚSTO ČESKÉ BUDĚJOVICE. *Zimní stadion*. [online]. 2011
[cit.2011-07-19] Dostupné z: <http://www.c-budejovice.cz/cz/turistika-a-volny-cas/sport/stranky/zimni-stadion.aspx>
24. VELIKOVSKÝ, Zdeněk. a kol. *Vybraná témata z hygieny životního prostředí*.
1. vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta,
2007. 186 s. ISBN 978-80-7040-945-9
25. VELIKOVSKÝ, Zdeněk. ŘEPOVÁ, Radmila. *Metody dozoru*. 1. vydání. Jihočeská
univerzita v Českých Budějovicích: Zdravotně sociální fakulta, 2007. 93 s.
ISBN 978-80-7040-943-5
26. VOKURKA, Martin. HUGO, Jan. a kol. *Velký lékařský slovník*. 2. revidované
vydání. Praha: Maxdorf, 2002. 925 s. ISBN 80-85912-77-5

27. Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb

28. Vyhláška č. 263/2000 Sb., Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu

29. WHO, *Guidelines for indoor air quality: Selected pollutants*. [online].

2010 [cit.2011-07-19]

Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri_ovzdusi/indoor_guidelines_2010.pdf

30. Zákon č. 500/2004 Sb., správní řád

31. Zákon 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

a) §13 odstavec 1

b) §86 odstavec 1

c) §86 odstavec 2

32. Zákon č.552/1991 Sb., o státní kontrole

Protokoly:

33. Zdravotní ústav se sídlem v Českých Budějovicích, Zkušební protokol z měření č. 81/2007. 9. 10. 2007. 3 s. [cit.2011-07-19]

34. Zdravotní ústav se sídlem v Plzni Centrum hygienických laboratoří, Protokol č. 1256/2011. 21. 1. 2011. 4 s. [cit.2011-07-19]

35. Zdravotní ústav se sídlem v Plzni centrum hygienických laboratoří, Protokol č. 1243/2011. 21. 1. 2011. 4 s. [cit.2011-07-19]

36. Krajská hygienická stanice Jihočeského kraje se sídlem v Českých Budějovicích, Protokol o kontrolním zjištění. 9. 10. 2007. 5 s. [cit.2011-07-19]

37. Krajská hygienická stanice Jihočeského kraje se sídlem v Českých Budějovicích, Protokol o kontrolním zjištění. 21. 1. 2011. 3 s. [cit.2011-07-19]

8. KLÍČOVÁ SLOVA

Chemické ukazatele ve vnitřním prostředí

Státní zdravotní dozor

Státní správa v ochraně veřejného zdraví

Vnitřní prostředí budov

9. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Měřicí místo č. 1, odběr vzorku vzduchu pro stanovení oxidu dusičitého

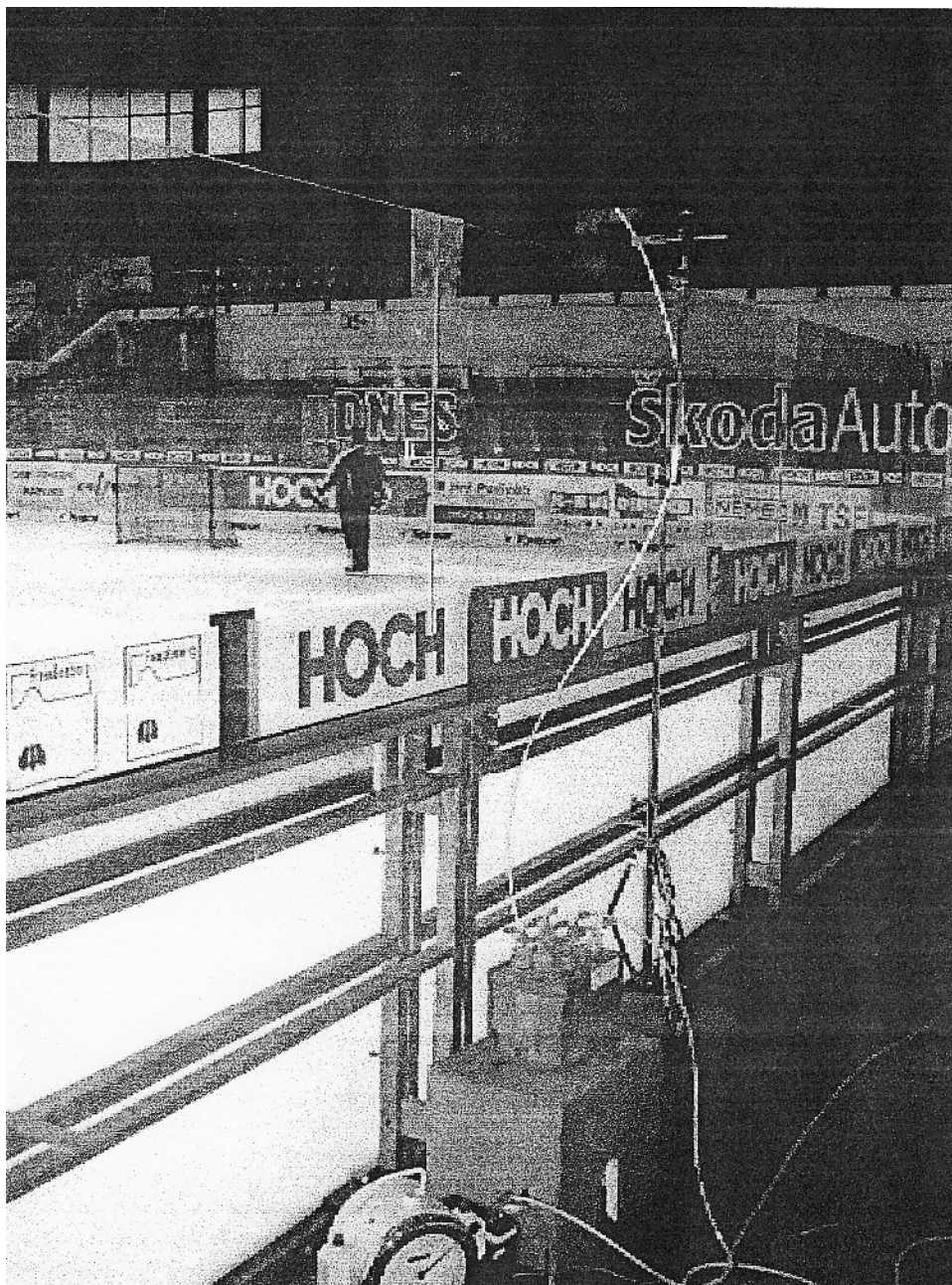
Příloha č. 2 – Měřicí místo č. 2, odběr vzorku vzduchu pro stanovení oxidu dusičitého

Příloha č. 3 – Měřicí místo č. 1, odběr vzorku vzduchu pro stanovení oxidu uhelnatého

Příloha č. 4 – Měřicí místo č. 2, odběr vzorku vzduchu pro stanovení oxidu uhelnatého

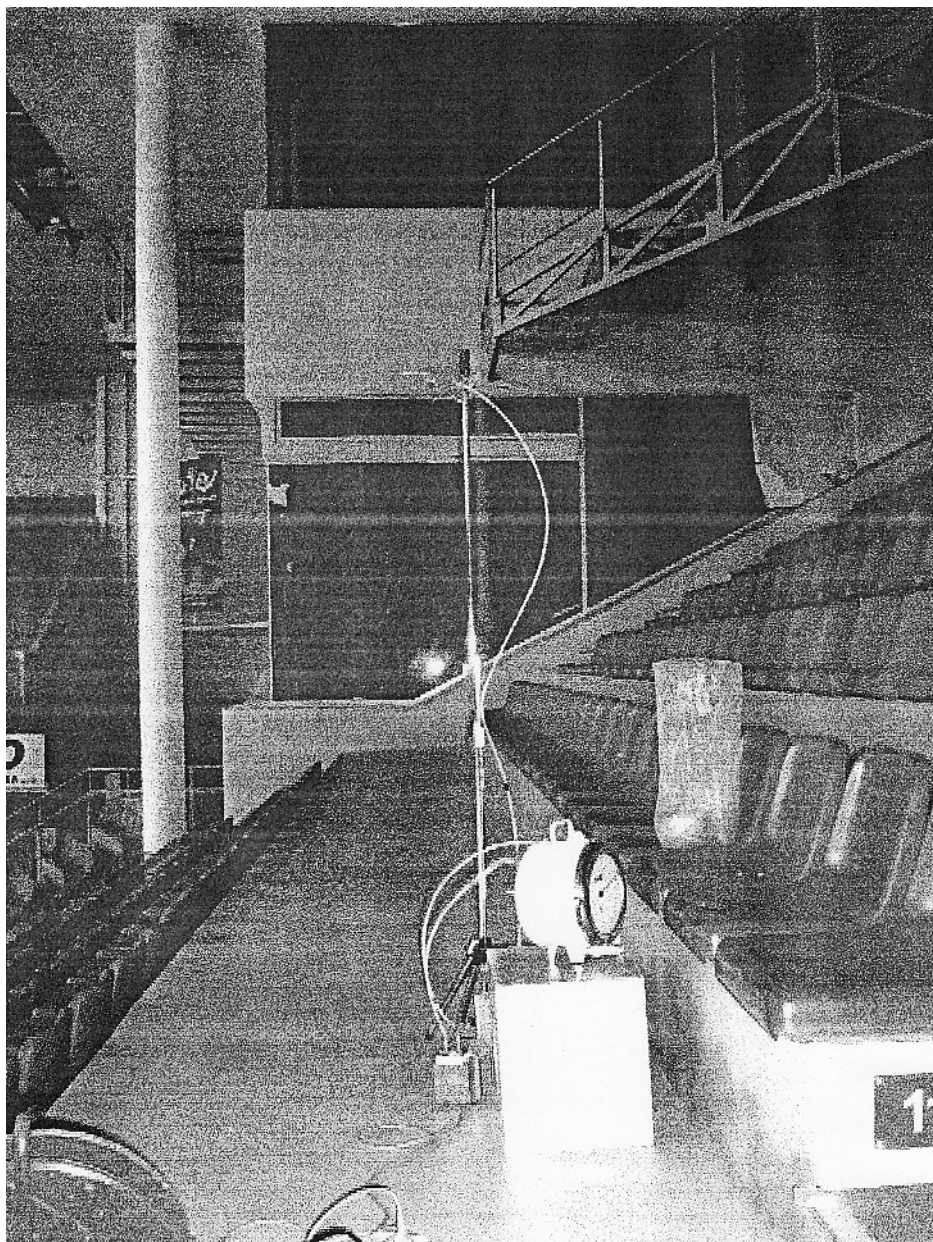
Příloha č. 5 – Hlediště zimního stadionu

Příloha č. 1 – Měřicí místo č. 1, odběr vzorku vzduchu pro stanovení oxidu dusičitého



Zdroj: příloha protokolu z měření

Příloha č. 2 – Měřicí místo č. 2, odběr vzorku vzduchu pro stanovení oxidu dusičitého



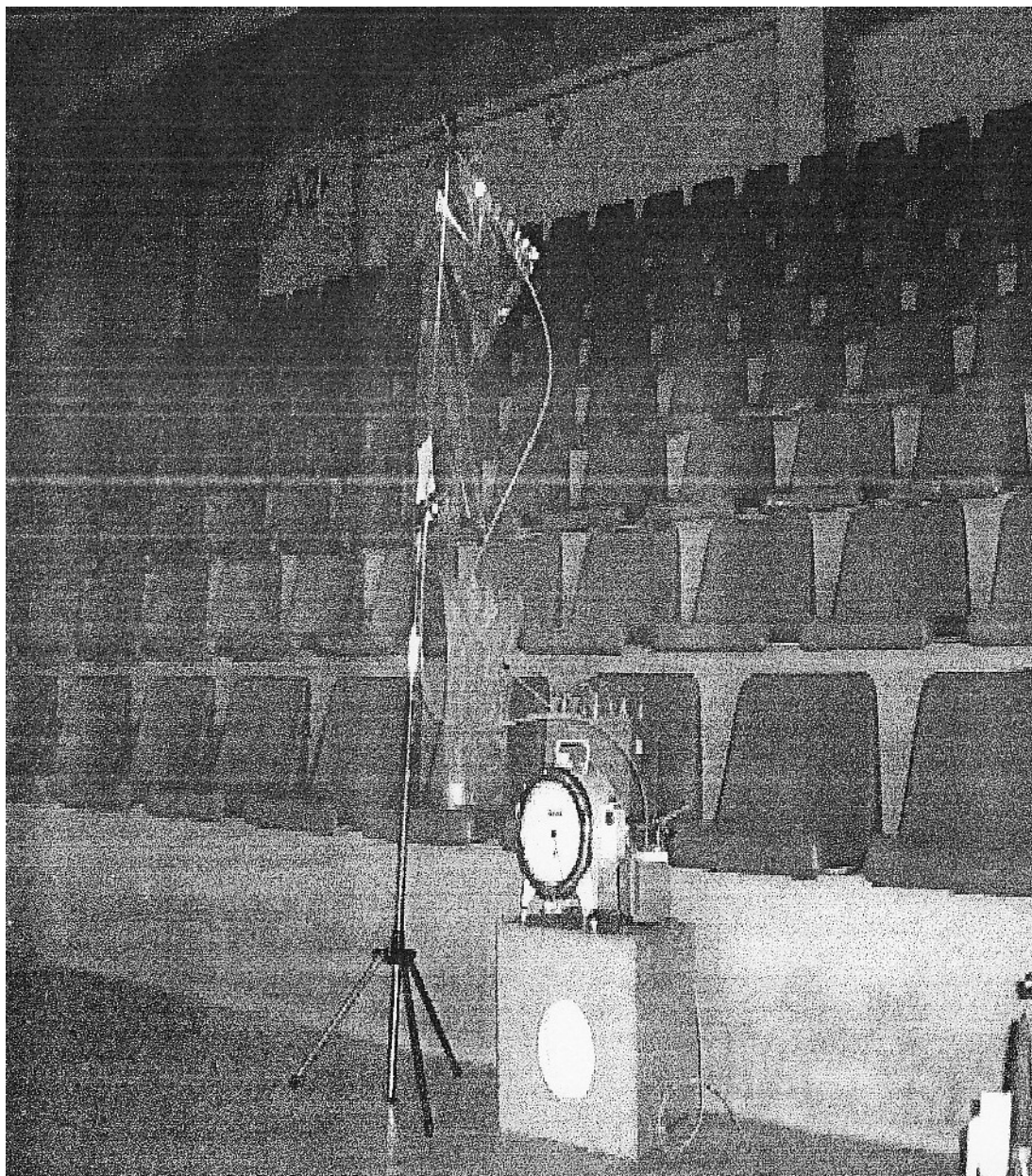
Zdroj: příloha protokolu z měření

Příloha č. 3 – Měřicí místo č. 1, odběr vzorku vzduchu pro stanovení oxidu uhelnatého



Zdroj: příloha protokolu z měření

Příloha č. 4 – Měřicí místo č. 2, odběr vzorku vzduchu pro stanovení oxidu uhelnatého



Zdroj: příloha protokolu z měření

Příloha č. 5 – Hlediště zimního stadionu

