

KVALITA VNITŘNÍHO OVZDUŠÍ NA ZIMNÍM STADIONU V RYCHNOVĚ NAD KNĚŽNOU

INDOOR AIR QUALITY AT THE ICE STADIUM IN RYCHNOV NAD KNĚŽNOU

MONIKA TODTOVÁ, MARTIN LIBOTOVSKÝ, LIBUŠE JŮVOVÁ

Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje se sídlem v Hradci Králové, Hradec Králové

SOUHRN

V článku je popsáno poškození zdraví hráčů při hokejovém zápase na zimním stadionu v Rychnově nad Kněžnou, ke kterému došlo v prosinci roku 2012. Bylo provedeno několik místních šetření a měření kvality vnitřního ovzduší haly zimního stadionu, vyloučení účastníků tohoto hokejového utkání i prostudována zdravotní dokumentace poškozených. Přestože se podle lékařů jednalo o akutní inhalační trauma, je průkaz přímé příčinné souvislosti s inhalační expozicí hráčů diskutabilní, neboť nevyhledali lékařskou péči bezprostředně po utkání, ale až s určitým časovým zpožděním.

Klíčová slova: ovzduší vnitřní – znečištění, oxid uhelnatý, oxid dusičitý, zimní stadion

SUMMARY

This article describes health damage to ice hockey players during a match at the ice stadium in Rychnov nad Kněžnou in December 2012. A number of local investigations and air quality tests were conducted at the stadium. All match participants were interviewed and the medical records of all injured parties were examined despite the fact that according to doctors the event comprised acute inhalation trauma. Direct connection is apparently debatable because the affected hockey players failed to seek medical assistance immediately but only after some time following the event.

Key words: indoor air – pollution, carbon monoxide, nitrogen dioxide, ice stadium

Úvod

Ke konci roku 2012 byl proveden výkon státního zdravotního dozoru na základě předaných telefonických informací řediteli Krajské hygienické stanice Královéhradeckého kraje se sídlem v Hradci Králové (dále jen KHS), týkajících se zdravotních problémů některých hráčů hokejbalového mužstva „Jeleni“ Letohrad, kteří se ve čtvrtek 20. 12. 2012 zúčastnili přátelského hokejového zápasu s domácím mužstvem HC Zilvar Rychnov nad Kněžnou (hrají neregistrovanou ligu) na zimním stadionu v Rychnově nad Kněžnou.

Materiál a metody

Nejednalo se o klasický zápas, jak jej známe z profesionálních soutěží, proto nejsou známy žádné bližší údaje o nasazení 45 hráčů, strávené době na ledě apod. Dle vyjádření zaměstnance přítomného po celou dobu provozu zimního stadionu nebyly toho dne zaznamenány žádné mimořádné události, nikdo z účastníků předešlého bruslení ani zápasů si nestěžoval na dýchací obtíže ani neuváděl jiné zdravotní problémy.

V tomto dni byl zimní stadion v rámci večerního programu v provozu od 18:00 hodin a předmětný zápas se uskutečnil jako třetí v pořadí od 22:15 hodin.

Následující den 21. 12. 2012 v dopoledních a večerních hodinách vyhledalo celkem 7 hráčů hostujícího týmu Jeleni Letohrad v Orlickoústecké nemocnici lékařskou pomoc, 4 hráči byli ošetřeni ambulantně a 3 hráči byli krátkodobě hospitalizováni.

V sobotu dne 22. 12. 2012 v 9:40 hodin dopoledne zahájila KHS bezprostředně po telefonickém oznámení kontrolní šetření na místě spojené s měřením kvality vnitřního ovzduší haly zimního stadionu v rozsahu ukazatelů oxidů dusíku (NO_x) a oxidu uhelnatého (CO). Po zahájení měření se naměřené hodnoty oxidu dusičitého (NO_2) pohybovaly nad $1\,500\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a překračovaly měřicí rozsah použitého analyzátoru oprávněné laboratoře.

Na základě průběžných výsledků měření provozovatel téhož dne ve 12:00 hodin zimní stadion do odvolání uzavřel. Zabezpečil mimořádné odvětrání haly a dne 23. 12. 2012 kontrolním měřením kvality vnitřního ovzduší prokázal dodržování limitů ukazatele NO_2 i CO . Na základě tohoto měření byl provoz zimního stadionu obnoven v omezeném režimu, od 26. 12. 2012 pak v plném rozsahu s omezeními vyplývajícími z vypracovaného provozního řádu. Dne 23. 1. 2013 následovalo další měření kvality vnitřního ovzduší, na základě jehož výsledků provozovatel upravil provozní řád, dle kterého byla dokončena sezóna.

Objekt zimního stadionu v Rychnově nad Kněžnou se nachází v prostoru navazujícím na jedné straně na škol-

ský areál a na straně druhé na bytovou zástavbu rodinných domů. Ledová plocha byla kolaudována a uvedena do provozu v roce 1999, zakrytí a opláštění zimního stadionu se realizovalo a kolaudovalo v roce 2004. Kapacita haly činí 349 osob, nejvyšší počet diváků při sportovní akci je 1 150 osob, pro veřejné bruslení je stanovena maximální kapacita 389 osob. Ledová plocha, o rozměrech 26×56 m a výšce plastových mantinelů s dřevěnými madly 120 cm, má po obvodu ledové plochy na mantinelech instalováno plexisklo do výše 300 cm (zakřivení ledové plochy) a do výše 210 cm (podélné mantinely).

Systém chlazení ledové plochy je dvoustupňový – čpavek/etanol. Čpavek se používá pouze v primárním okruhu chlazení. Systém je zabezpečen registrací možného úniku chladicích médií (čpavku) pomocí čidla zařízení DEGA osazeného ve stropě strojovny.

Přirozené větrání haly otvíracími dveřmi a vraty je doplněno nuceným větráním – pěti střešními ventilátory s ručním ovládáním a v rozích ledové plochy ve výši cca 4 m čtyřmi instalovanými ventilátory zajišťujícími intenzivnější promíchání a cirkulaci vzduchu v hale.

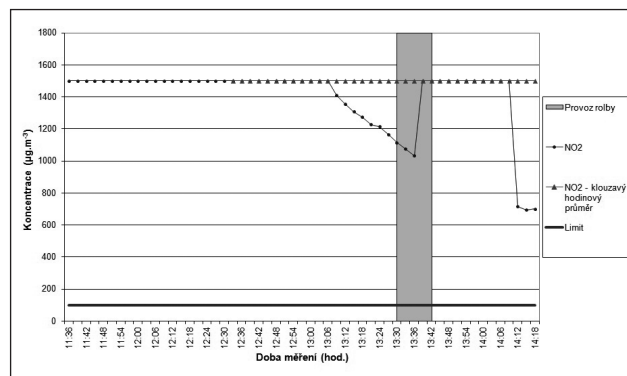
K úpravě ledu se používala rolba DEROL 99P, motor zetor 7201-026 s katalyzátorem, palivo propan (spotřeba 10 kg/den), rok výroby 2004 s periodickými revizemi po 200 motohodinách. Poslední revizní prohlídka byla provedena společností Auto SAS s.r.o., Praha, dne 21. 9. 2012 (bez závad), s platností do 21. 9. 2013. Provoz rolby nevykazoval žádné havárie ani závady. Výška vyústění výfuku rolby byla v době kontroly cca 190 cm nad ledovou plochou.

Dle sdělení obsluhy byla rolba dne 20. 12. 2012 v provozu v odpoledních hodinách od 17:45–18:00 hod., ve večerních hodinách od 19:00–19:15, 21:00–21:15 a 22:00–22:15 hod. Každé úpravě ledu předcházelo zahřátí rolby v garáži po dobu cca 5 minut s odvedením zplodin flexibilním potrubím nasazeným na výfuk rolby mimo objekt. Při provozu rolby byly zapnuty na maximální výkon všechny ventilátory ve střešní konstrukci. Mimo provoz rolby jsou ventilátory v provozu při zahájení provozu haly (cca 1,5 hodiny) a v průběhu hokejových utkání během přestávek. Dne 20. 12. 2012 nebyly instalované vnitřní ventilátory ve výši cca 4 m nad ledovou plochou během úpravy ledové plochy ve večerních hodinách v provozu, dle dostupných informací pouze při otevření haly po dobu cca 1,5 hodiny. Vzduchotechnika je ovládána manuálně.

Výsledky

První měření KHS se uskutečnilo v sobotu 22. 12. 2012, dva dny po uvedeném hokejovém utkání. Po zahájení měření byly předběžně zjištěny hodnoty NO_2 nad $1000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (obr. 1). Z vyhodnocení pak vyplynulo, že naměřené hodnoty NO_2 překračovaly horní mez stanovitelnosti použitého analyzátoru, která je $1500 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Na základě průběžných výsledků měření byl zimní stadion provozovatelem uzavřen do odvolání. Zvýšené koncentrace jiných chemických látek nebyly ve vnitřním prostředí haly zimního stadionu prokázány (obr. 2).

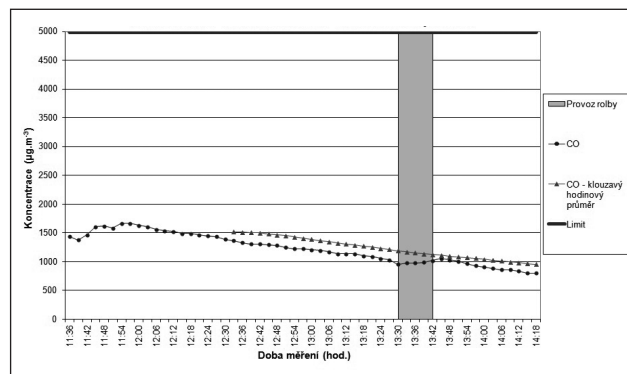
Měření kvality ovzduší, zaměřené na škodliviny CO a NO_2 probíhalo 160 cm nad ledovou plochou (tzv. dýchací zóna bruslicích). Měření prokázalo řádové překročení hygienického limitu koncentrací NO_2 . Konkré-



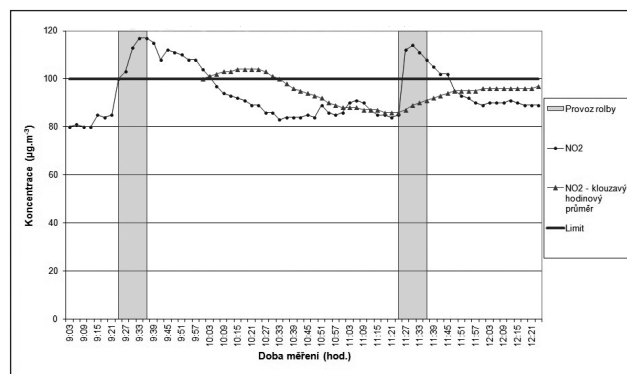
Obr. 1: Měření KHS dne 22. 12. 2012. Koncentrace oxidu dusičitého nad ledovou plochou.

ní výše překročení hygienického limitu pro koncentraci NO_2 nebylo možné stanovit, protože naměřené koncentrace překračovaly horní mez stanovitelnosti použitého analyzátoru, která je $1500 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb stanoví limitní hodinovou koncentraci ukazatele NO_2 $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hygienický limit pro uvedený ukazatel tak byl překročen minimálně desetkrát. Naměřené hodnoty CO se pohybovaly na úrovni cca 20 % hygienického limitu $5000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dle vyhlášky č. 6/2003 Sb.

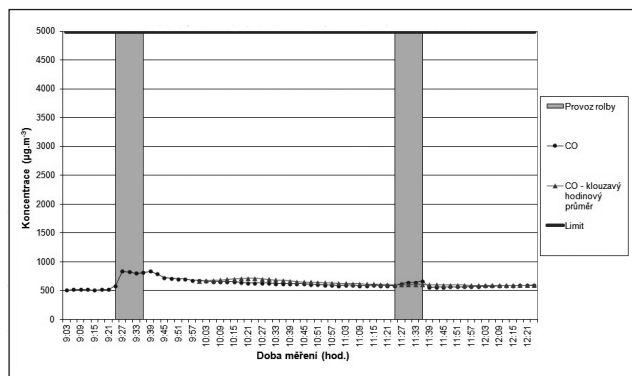
Dne 23. 12. 2012 byla provozovatelem přijata mimořádná organizační opatření ke zlepšení kvality vnitřního ovzduší zimního stadionu a zároveň zajištěno kontrolní měření oprávněnou osobou k ověření účinnosti provedených opatření. Výsledky měření kvality vnitřního ovzduší nad ledovou plochou, které jsou uvedeny v ob-



Obr. 2: Měření KHS dne 22. 12. 2012. Koncentrace oxidu uhelnatého nad ledovou plochou.



Obr. 3: Měření provozovatele dne 23. 12. 2012. Koncentrace oxidu dusičitého nad ledovou plochou.



Obr. 4: Měření provozovatele dne 23. 12. 2012. Koncentrace oxidu uhelnatého nad ledovou plochou.

rácích 3 a 4, prokázaly zlepšení situace oproti předchozímu stavu – dodržení hygienického limitu koncentrace oxidu dusičitého dle vyhlášky č. 6/2003 Sb.

Na základě vyhovujících výsledků provedeného měření kvality vnitřního ovzduší a přijetí opatření v režimu větrání a provozu rolby, byl provozovatelem obnoven provoz zimního stadionu v omezeném režimu dne 23. 12. 2012.

Následující den 24. 12. 2012 byla provozovatelem, po zhodnocení výsledků měření, přijata konečná verze opatření ke zlepšení kvality vnitřního prostředí – upraven provozní řád zimního stadionu, zejména co se týká režimu provozu větrání haly a provozu rolby.

Zde uvádíme jeho plné znění: „Celý den (od 8 hodin do 22 hodin) bude puštěno pět stropních ventilátorů a otevřeny dveře a vrata budovy. Od 22 hodin do 8 hodin bude v provozu jeden ventilátor nepřetržitě a rolba nesmí vyjíždět. Při úpravě ledu, kdy popojíždí rolba, budou spuštěny sloupové větráky po celou dobu úpravy tj. 20 minut a otevřeny dveře mantinelů. Doba popojíždění rolby při úpravě je přibližně 10 minut a sloupové větráky budou v provozu dalších 10 minut po odjetí rolby. Při disco bruslení se nesmí používat kouřový plyn jako efekt. Časový interval mezi jednotlivými úpravami ledu je minimálně 2 hodiny. Bude vedena provozní evidence o pohybu rolby na ledové ploše. Pojezd rolby bude bez přítomnosti osob, režim provozu rolby bude přizpůsoben časový rozvrh dne, ze kterého budou zřejmé časové rozestupy bez přítomnosti osob, nezbytné k řádnému provětrání haly po úpravě ledu“.

Dne 26. 12. 2012 došlo k obnově plného provozu zimního stadionu.

Následnou kontrolou pracovníky KHS dne 27. 12. 2012 zaměřenou na dodržování přijatých opatření ke zlepšení kvality vnitřního prostředí zimního stadionu nebylo shledáno žádné porušení přijatých opatření. Časový interval mezi jednotlivými úpravami ledu rolbou byl dodržován, režim větrání objektu probíhal v souladu s předloženým provozním řádem.

Od 11. 10. 2013 je na zimním stadionu v provozu elektrická rolba Icebear Electric, provoz je bez jakéhokoli omezení. Dle dotazů pracovníků KHS uživatelé haly zimního stadionu i provozovatel zaznamenali významné zlepšení kvality vnitřního ovzduší.

utkání, jeden z hráčů v dopoledních, ostatní ve večerních hodinách. Nikdo z postižených neudával literárně popsané zdravotní účinky oxidu dusičitého v celém rozsahu, kdy se jeho působení může projevit změnou reaktivity dýchacích cest, kašlem, bolestmi hlavy, bolestmi na hrudi a při vysokých koncentracích nelze vyloučit edém plic či jiná plicní poškození (1, 2). Jedná se o látku málo rozpustnou ve vodě, která snadno proniká do dolních cest dýchacích, snižuje odolnost respiračního traktu k infekčním onemocněním a zvyšuje riziko vyvolání astmatických obtíží. Nejzávažnějším účinkem je tedy ovlivnění plicních funkcí a zvýšení reaktivity dýchacích cest. Prokázán je také dráždivý účinek na oči a kůži. Expozice méně koncentrovaným spalínám mohou vést k příznakům s odstupem až několika hodin (3). Inhalované množství se v respiračním traktu zvyšuje s rostoucí intenzitou tělesné zátěže.

Ten z hospitalizovaných hráčů, který se k lékaři dostavil dopoledne, udával jako jeden z důvodů návštěvy pohmoždění hrudníku, které bylo způsobeno opakovanými pády na led, zároveň mu byla zjištěna ventilační porucha. Ostatní hráči měli obtíže převážně v oblasti dýchacího systému. Všichni udávali dušnost, někteří dechovou nedostatečnost a ošetřující lékaři se shodovali v názoru, že se jedná o chemickou pneumonii po intoxikaci, susp. čpavek, chlór nebo oxidy dusíku (po konzultaci lékařů s toxikologickým centrem). Hráči pak udávali jako další obtíže především kašel a nauseu, někteří pak rýmu a slzení očí.

Impulem pro provedení výkonu státního zdravotního dozoru KHS byly zdravotní problémy některých hráčů. KHS vycházela z předložené časové souslednosti, a to konání hokejového zápasu dne 20. 12. 2012, poskytnutí lékařské péče sedmi ze čtyřiceti pěti hráčů dne 21. 12. 2012 a měření kvality vnitřního ovzduší dne 22. 12. 2012. Nutno vzít v úvahu, že bližší informace o nasazení hráčů, jejich aktivitě, stávajícím zdravotním stavu ani předzápasovém pohybu nám nebyly známy. KHS tak dospěla k závěru, že nebyl předložen přímý průkaz možné příčinné souvislosti mezi úrazovým dějem – pobytem hráčů na zimním stadionu a příslušným poškozením zdraví, a to i s přihlédnutím k časovému rozestupu mezi vyšetřením hráčů a hokejovým zápasem. Nebyla tak jednoznačně prokázána přímá návaznost mezi zápasem konaným dne 20. 12. 2012 a výsledkem měření kvality vnitřního ovzduší provedeným dne 22. 12. 2012. KHS dále vycházela z poznatku, že při měření kvality vnitřního ovzduší dne 22. 12. 2012, které bylo provedeno za účasti KHS v době tréninku hokejistů a kdy byla prokazatelně překročena limitní hodinová koncentrace NO_2 , nebyl z řad osob pobývajících v hale zimního stadionu zaznamenán žádný podnět na zhoršenou kvalitu vnitřního ovzduší v době měření ani později. Nelze však vyloučit ani obdobné výsledky kvality vnitřního ovzduší v den vzniku události, neboť režim větrání i provoz rolby probíhaly ve stejném režimu jako v den měření.

Vyhodnocení daného případu může být zdánlivě jednoznačné. Je všeobecně známo a potvrzeno několikaletými měřeními, že provozem plynové rolby se nad ledovou plochou vytvářejí různé silné koncentrace NO_2 (1). Můžeme se domnívat, opět to bylo několikrát potvrzeno, že je tomu tak při každém utkání. Pak záleží na mnoha okolnostech, souhrách, kdy dojde nebo nedojde k takovému účinku na zdraví přítomných osob, že se obje-

Diskuse

Bylo postiženo 7 hráčů hostujícího týmu, kteří vyhledali lékařské ošetření následující den po proběhlém

ví více nebo méně závažné obtíže, které vyústí až k poškození zdraví. Je tedy elektrická rolba skutečně jediným řešením? Nebo při správně navrženém systému větrání, dodržování optimálního provozu větrání, pravidelném seřizování a servisování rolby, kdy velkou roli hraje i její předešlý před samotnou úpravou ledu mimo vnitřní prostor haly zimního stadionu, je možné zajistit dodržování hygienických limitů pro vnitřní prostředí hal zimních stadionů i při provozu plynové rolby (1, 4).

Závěr

Zdá se tento případ povědomý a ojedinělý? Nikoli, v podmínkách Královéhradeckého kraje jsme tuto situaci řešili v krátké době již po druhé. Od roku 2006, kdy bylo zjištěno nejasné poškození zdraví účastníků hokejového zápasu v Třeběchovicích pod Orebem, věnujeme problematice kvality vnitřního ovzduší v halách zimních stadionů nemalou pozornost. Máme zde třináct staveb zimních stadionů, z nichž pouze dva jsou konstruovány jako původně zakryté a tři k úpravě ledu používají elektrickou rolbu. Každý rok se uskutečnila v rámci plnění krajské prioritní oblasti kontrolního plánu měření kvality vnitřního ovzduší v halách vybraných zimních stadionů. Převážně se jednalo o ty stavby zimních stadionů, kdy zastřešení nebo opláštění ledové plochy bylo provedeno dodatečně, k úpravě ledu se používá plynová rolba a větrání haly není vždy plně automatické. Není výjimkou, že za dobu trvání monitoringu bylo zjištěno nejméně jedenkrát překročení hygienických limitů škodlivých chemických látek (NO_2 , CO) v každém z nich. Z poznatků doposud shromážděných na KHS o dané problematice v rámci její úřední činnosti převládá zjištění, že výskyt nadlimitních hodnot NO_2 je převážně v návaznosti na nedostatečné nebo chybně provozované větrání objektu.

Státní zdravotní dozor chápeme nikoli jako represivní činnost, ale zejména jako poradenskou službu pro provozovatele těchto staveb. Proto budeme i nadále stavby zimních stadionů zařazovat mezi významná zařízení s možnými zdravotními riziky pro jejich návštěvníky. S ohledem na zjištěné skutečnosti je třeba věnovat zvýšenou pozornost nejen přípravě projektu, ale i právní úpravě vztahující se k vnitřnímu prostředí této kategorie staveb. Důvodem je mimo jiné i postupně narůstající počet staveb, rozšíření nabídky služeb v rámci volnočasových aktivit pro širokou veřejnost a s tím související vyšší celkový počet exponovaných osob.

LITERATURA

1. Kotlík B, Mikešová M, Velická H, Mikuška P. Kryté zimní haly – specifický typ vnitřního mikroprostředí. *Ochrana ovzduší*. 2013;(3):26-31.
2. Marhold J. Přehled průmyslové toxikologie: anorganické látky. 2. vyd. Praha: Avicenum; 1980.
3. Karlson-Stiber C, Höjer J, Sjöholm A, Bluhm G, Salmonson H. Nitrogen dioxide pneumonitis in ice hockey players. *J Intern Med*. 1996 May;239(5):451-6.
4. Pelham TW, Holt LE, Moss MA. Exposure to carbon monoxide and nitrogen dioxide in enclosed ice arenas. *Occup Environ Med*. 2002 Apr;59(4):224-33.

Došlo do redakce: 27. 4. 2015

Přijato k tisku: 28. 8. 2015

*MUDr. Monika Todtová
KHS Královéhradeckého kraje
Habrmánova 19*

*501 01 Hradec Králové
E-mail: monika.todtova@khsbk.cz*