

# Koncentrace atmosférických iontů v ovzduší klimatizovaných pracovišť

## Atmospheric ions concentration in air conditioned workplaces atmosphere

MUDr. Ariana LAJČÍKOVÁ, CSc.  
Státní zdravotní ústav Praha

V šesti klimatizovaných budovách na jednadvaceti pracovištích v různých podlažích byla změřena koncentrace lehkých iontů v ovzduší. Důvodem k měření byly zdravotní potíže, typické pro syndrom nemocných budov (SBS – Sick Building Syndrome). Zjištěné hodnoty byly porovnány s hodnotami získanými v budově s přirozeným větráním a ve venkovním prostředí poblíž měřených objektů. Rozdíl těchto hodnot byl statisticky významný. Naskytá se otázka, zda tato skutečnost není za syndrom nemocných budov alespoň zčásti odpovědná.

**Klíčová slova:** vzdušné ionty, klimatizace, syndrom nemocných budov

Recenzent  
prof. Ing. František Drkal, CSc.

The concentration of light ions in atmosphere was measured at twenty-one workplaces at different floors of six air conditioned buildings. The measuring was carried out due to the health difficulties typical for the syndrome of sick buildings (SBS – Sick Building Syndrome). The found out values were compared with values found out in the building with natural ventilation and in the outside atmosphere near the measured buildings. The difference between these values was statistically important. The question arises if this reality is not responsible at least partially for the sick building syndrome.

**Key words:** air ions, air conditioning, sick building syndrome

Není pochyb o tom, že klimatizace je technické zařízení ke zvýšení komfortu prostředí tam, kde nelze žádané charakteristiky vnitřního prostředí zajistit přirozeným větráním. Vzduch je v klimatizační jednotce ošetřen tak, že je vhodnou filtrací zbaven fyzikálních, chemických i biologických znečišťujících látek, podle požadavků je upravena jeho teplota a vlhkost. Jsou pracoviště, kde je klimatizace technicky dobře vyřešena, zaměstnanci si přesto stěžují a pracovní komfort postrádají [3]. Stížnosti se týkají většinou dráždění očí a nosohltanu – pálení, slzení a rýma, či dráždění kůže – svědění, zčervenání a vyrážka. Někteří lidé popisují tlak na prsou, dušnost a bolesti hlavy, vznětlivost, snížení pracovní kapacity a paměti, poruchy spánku, nesoustředěnost a výraznou únavu. Tyto příznaky charakterizují syndrom nemocných budov. O syndromu nemocných budov slyšel již každý z nás. Co je jeho příčinou, to se do dnešních dnů za dvacet let zkoumání prokázat nepodařilo [2]. Je možné, že příčinou je sumace samostatně nevýznamných podnětů, kterým jsou zaměstnanci ve vnitřním prostředí vystaveni. Takovým podnětem mohou být i vzdušné ionty. Všude jsme jim vystaveni, jejich působení jsme přizpůsobeni, aniž bychom je přímo některým smyslem vnímali. Blahodárné působení vysokých koncentrací iontů je však známo a prakticky využíváno při speleoterapii [5]. V přírodě elektricky neutrální prostředí neexistuje. My si je však vysoce vyspělou technikou prostředí uvnitř budov dokážeme vyrobít, nebo alespoň velké množství vzdušných iontů technickou úpravou vzduchu zlikvidovat.

## MATERIÁL A METODIKA

Důvodem k měření koncentrace lehkých atmosférických iontů byly stížnosti na zvýšenou únavu při práci a na nedostatečnou pohodu prostředí, kterou někteří lidé popisovali jako nedostatek koncentrace, roztěkanost a časté bolesti hlavy, jiní uváděli slzení a pálení očí. Uváděné zdravotní příznaky jsou pro syndrom nemocných budov typické.

Kromě objektu č. 7 se jednalo o nově zařízené interiéry, buď v novostavbách s lehkým obvodovým pláštěm (budova 1, 2 a 3) nebo ve zděných cihlových budovách, které prošly nedávnou rekonstrukcí (budova 4, 5 a 6). Měřené místnosti v prvních šesti budovách mají dnes nucené větrání, příp. doplněné chlazením či vlhčením (viz tab. 1.). Dále jsou podrobněji popsány. Předcházející měření ověřila, že větrání i osvětlení splňuje požadavky současné legislativy na technická zařízení těchto interiérů, i když ne vždy je řešeno optimálně (pří-

vod vzduchu v podlaže). Příčinu diskomfortu lidí neodhalilo ani měření prašnosti, ani měření elektromagnetických polí. Nebyla prokázána ani vyšší koncentrace prásků či mikrobiální znečištění ovzduší. Chemické látky v ovzduší nebyly měřeny, senzorické hodnocení bylo však zcela negativní. Nesetkali jsme se ani se stížnostmi na špatnou kvalitu ovzduší. Všechna pracoviště byla nekuřácká. Všude se používala běžná kancelářská technika.

Všechna měření se uskutečnila v podzimním období za srovnatelného počasí při difúzně zataženém obloze bez deště.

### Použité přístroje

Koncentrace lehkých iontů obou polarit byla měřena iontometrem Kathrein typ MGK 01 (SRN). Přístroj je kalibrován etalonem americia <sup>241</sup>Am. Měřeno bylo podle metodiky SZÚ na pracovním místě ve středu místnosti ve výšce sedící osoby. Uváděná výsledná hodnota je aritmetickým průměrem šesti hodnot odečtených na jednom místě během půl hodiny v intervalech 5 min.

Mikroklimatické veličiny byly měřeny přístrojem Testo 625 (SRN) na vybraném pracovním místě ve středu místnosti tak, aby orientačně charakterizovaly podmínky sedící osoby.

### Místa měření

**Objekt č. 1:** Prvním místem měření byla věž řízení leteckého provozu v Praze. Věž má kruhový půdorys a dvanáct nadzemních podlaží. Každé patro je jedním specializovaným pracovištěm. Jednotlivá patra se liší v úpravách interiéru, všude je běžný kancelářský nábytek z dýhované dřevotřísky a syntetické podlahové krytiny. Řídící věž je v nejvyšším patře prosklená, je nutný vizuální kontakt s letištní plochou. Tam, kde práce spočívá výlučně ve sledování pohybu letadel na monitorech a slovním kontaktu s piloty, jsou okna úmyslně zastíněna a denní osvětlení potlačeno. Všechna pracoviště jsou vybavena počítači, které byly v době měření v provozu. **Pracoviště je klimatizováno** (filtrace, ohřev, chlazení), má neotevíratelná okna, jedno pracoviště má instalováno místní vlhčení vzduchu (viz tab. 1.). Otevřít lze pouze okna podél schodiště. Měřeno bylo na osmi pracovištích a v kuřárně. Venkovní měření se uskutečnilo v jedenáctém patře z okna chodby a na volném prostranství před budovou. Práce je zde vysoce odpovědná, duševně náročná, vyžadující plnou koncentraci.

**Objekt č. 2:** Druhým místem měření byla nová budova jednoho z mobilních telefonních operátorů v Praze. Budova má sedm nadzemních a dvě podzemní

podlaží. V podzemí jsou technické místnosti a serverové sály. V nadzemních podlažích jsou pracoviště administrativní nebo hlasového kontaktu se zákazníky. K měření byla zvolena čtyři pracoviště v budově. Jedno měřené pracoviště je suterénní s umělým osvětlením. Nadzemní pracoviště jsou velkoprostorové kanceláře, rozdělené paravány a příčkami do boxů se sdruženým osvětlením. **Pracoviště je klimatizováno** (filtrace, ohřev, chlazení). Okna jsou otevřitelná. Nábytek je standardní kancelářský, materiálem je dřevotřísková s laminátovým povrchem. Podlahu pokrývá syntetický koberec. Hlavní pracovní náplní zaměstnanců je práce na PC a hovory se zákazníky přes mikroport.

**Objekt č. 3:** Třetím místem měření byla nová budova zahraniční obchodní firmy v Praze. Budova má čtyři nadzemní a jedno podzemní podlaží. V podzemí jsou serverové sály, garáže a technické zázemí budovy. **Pracoviště je klimatizováno** (filtrace, ohřev, chlazení), má neotevřitelná okna s protihlukovou úpravou. Elektroiontové mikroklima bylo měřeno v suterénním serverovém sále, který je bezokenní, uměle osvětlen kompaktními výbojkami. Místnost je vybavena kovovým policovým nábytkem, který je zcela zaplněn technickým zařízením počítačové sítě. V místnosti jsou uzamykatelnou kovovou konstrukcí s výplní z drátěného pleťva oddělena zvláště střežená speciální pracoviště. Podlaha je kryta PVC s antistatickou úpravou. Kromě centrální klimatizace jsou zde instalovány dvě podstropní chladicí jednotky. Hlavní pracovní náplní je komunikace s PC a další přístrojovou technikou.

**Objekt č. 4:** Čtvrté měření se uskutečnilo v budově brněnské lékařské fakulty. Jde o klasicistickou cihlovou stavbu z počátku dvacátého století. Po rekonstrukci byla v přízemí zřízena fakultní studovna, která byla vlastním místem měření. Má rozměry 18 x 8 m a světlou výšku 4 m. Je vybavena 40 osobními počítači v osmi řadách po pěti. V místnosti je 80 míst k sezení (vždy 2 židle u jednoho PC). Rozměrná okna na dlouhé stěně místnosti zajišťují značný podíl denního osvětlení, které je doplněno zářivkami. Po celý den je v místnosti osvětlení sdružené. Okna jsou otevřitelná, ale vzhledem k rušné komunikaci před budovou se prakticky (kromě horkých letních dnů) k větrání nepoužívají. **Větrání nucené** s přívody upraveného vzduchu (filtrace, ohřev, chlazení) mezi okny podél dlouhé stěny je doplněno dvěma chladicími jednotkami.

**Objekt č. 5:** Pátým místem měření byla studovna o rozměrech 10 x 8 m v budově rektorátu VUT v Brně. Budova je cihlová a pochází z první poloviny dvacátého století. Rozsáhlou rekonstrukcí, při které byl zastřešen dvůr a vytvořeno velké kryté prosklené atrium, došlo k zásadním změnám některých prostor. Místnost v přízemí, ze které byla zřízena studovna, měla původně otevřitelná okna do venkovního prostředí, denní osvětlení a přirozené větrání. Dnes **okna vedou do uzavřeného, nuceně větraného atria a větrání** ani osvětlení **neslouží**. Studovna má celodenní umělé osvětlení, které zajišťují kompaktní výbojky pod stropem. **Větrání nucené** s přívodem vzduchu ve stropě (filtrace, ohřev, chlazení).

**Objekt č. 6:** Šesté měření se uskutečnilo na šesti pracovištích velkoplošné kanceláře ve zděném objektu jedné ze zdravotních pojišťoven. **Pracoviště je klimatizováno** (filtrace, ohřev, chlazení) a má sdružené osvětlení. Podíl denního světla je zajištěn proskleným stropem. Ten je v letním období zdrojem velkých tepelných zátěží vnitřního prostředí. Měřené pracoviště bylo proto dodatečně vybaveno místním chlazením. I v tomto objektu je nábytek se syntetickou povrchovou úpravou a lepená syntetická podlahová krytina. Hlavní pracovní náplní zaměstnanců je vkládání dat do počítačů. Práci vykonávají výhradně ženy.

Všechny měřené objekty se nacházejí ve velkých městech (Praha, Brno) v blízkosti rušných komunikací či letiště. Z hlediska venkovních podmínek jsou podobné.

**Objekt č. 7:** Srovnávací měření se uskutečnilo v budově SZÚ Praha. Budova je zděná, padesát let stará a všechny místnosti mají **přirozené větrání**. Místo měření má obdobné zařízení a využití, jako vybraná pracoviště. Okna zajišťují dostatečné **denní osvětlení**.

Ostatní podmínky měření byly srovnatelné.

Současně bylo měřeno vždy i ve venkovním prostředí. S těmito kontrolními hodnotami byly naměřené koncentrace lehkých iontů srovnány při statistickém hodnocení.

## VÝSLEDKY

Tab. 1 – Mikroklimatické hodnoty a koncentrace lehkých iontů obou polarit vyjádřená jako počet iontů v cm<sup>3</sup> vzduchu na měřených pracovištích. (\*Rozdíly koncentrací iontů obou polarit na klimatizovaných pracovištích, ve venkovním prostředí a na přirozeně větraném pracovišti jsou statisticky významné).

Objekt	Poř. čís.	Název pracoviště	φ [%]	t [°C]	+ionty	-ionty	Poznámky
č. 1*	1.	Řízení letového provozu – nová věž – 12. p.	44	23,1	160	110	10 PC, trvale 6 osob, zvlhčovač
	2.	<b>Venkovní měření 11. p.</b>	<b>34,6</b>	<b>14,1</b>	<b>420</b>	<b>250</b>	<b>zataženo</b>
	3.	NOTOF-LIS Letecká informační služba – 7. p.	32,2	24,1	180	150	4 PC, trvale 4 osoby
	4.	RNAV – navigační dílna 6. p.	33,6	23,9	180	165	3 PC, 1 pracovník trvale
	5.	APP - technický sál řízení provozu – 5.p.	33,1	24,4	178	156	6 PC, 4 osoby
	6.	LTS – technický sál letecké telekomunikační služby – 4. p.	32,6	23,4	180	160	6 PC, 6 osob
	7.	ACC- technický sál řízení provozu – 3. p.	33,3	24,3	180	165	7 PC, 7 osob
	8.	MACC ČR – řízení vojenského leteckého provozu – 1. p.	28,9	26,4	150	120	5 PC, 5 osob
	9.	Vrátnice	28,9	26,4	150	120	1 PC, 2 osoby
	10.	Kuřárna v 11. p.	31,5	23,0	280	90	v době měření prázdná
	11.	<b>Venkovní měření před budovou v úrovni terenu</b>	<b>44,4</b>	<b>10,9</b>	<b>440</b>	<b>280</b>	<b>zataženo</b>
č. 2*	12.	Místnost operátorů – 1. suterén	22,8	19,0	70	30	6 PC, přítomny 3 osoby
	13.	Training and support – 5. p.	23,2	21,4	140	65	26 PC, 24 osoby
	14.	Odd. collections - 5. p.	23,3	21,6	190	75	25 PC, 24 osob
	15.	<b>Venkovní měření Praha, před budovou</b>	<b>41</b>	<b>10,2</b>	<b>650</b>	<b>185</b>	<b>zataženo</b>
č. 3*	16.	Serverový sál – 1. suterén	28,0	22,4	39	125	4 PC, 2 osoby + místní chlazení
	17.	<b>Venkovní měření Praha, před budovou</b>	<b>60</b>	<b>14,0</b>	<b>510</b>	<b>280</b>	<b>zataženo</b>
č. 4*	18.	Počítačová studovna LF MU v Brně, přízemí	29,3	26,6	190	100	35 PC, 60 osob + místní chlazení
č. 5*	19.	Počítačová studovna VUT v Brně – přízemí	36,5	22,8	165	90	14 PC, 15 osob
	20.	<b>Venkovní měření Brno, před budovou</b>	<b>35</b>	<b>14</b>	<b>610</b>	<b>210</b>	<b>zataženo</b>
č. 6*	21.	Zdravotní pojišťovna pojižovací hala, stůl 1	43	22,3	165	120	velkoplošná hala, 18 PC, 20 osob + místní chlazení
	22.	Pojižovací hala stůl 2	42,9	21,9	200	100	
	23.	Pojižovací hala stůl 3	43,0	22,0	150	90	
	24.	Pojižovací hala stůl 4	43,3	22,3	220	70	
	25.	Pojižovací hala stůl 5	43,0	22,2	260	150	
	26.	Pojižovací hala stůl 6	43,2	22,3	240	155	
	27.	<b>Venkovní měření Praha, před budovou</b>	<b>40,1</b>	<b>13,4</b>	<b>420</b>	<b>340</b>	<b>zataženo</b>
č. 7	28.	SZÚ Praha – přirozeně větrané pracoviště – 2.p.	34,5	25,9	450	280	1 PC, 1 osoba, okna zavřená
	29.	<b>Venkovní měření Praha, areál SZÚ, volné prostranství</b>	<b>44,0</b>	<b>12,8</b>	<b>660</b>	<b>350</b>	<b>zataženo</b>

## DISKUSE

Z výsledků měření vyplývá, že v plně klimatizované budově je výrazně méně lehkých atmosférických iontů než ve venkovním prostředí nebo než v kontrolním objektu s přirozeným větráním. Žádný jiný negativní faktor pracovního prostředí nebyl nalezen, přesto si lidé na ztrátu pocitu komfortu na pracovišti stěžovali. Venkovní měření charakterizuje z hlediska koncentrace lehkých atmosférických iontů znečištěné velkoměstské ovzduší, ať už v Praze či Brně. Uvnitř budovy s přirozeným větráním je patrný mírný úbytek iontů obou polarit oproti venkovnímu prostředí. V znečištěné přírodní lokalitě lze očekávat asi dvojnásobné koncentrace lehkých atmosférických iontů oproti naměřeným hodnotám uvnitř přirozeně větraných objektů [4]. V letním období je možno v přírodě naměřit asi tisíc iontů každé polarity v centimetru krychlovém vzduchu. Čím blíže k civilizaci a zdrojům znečištění ovzduší, tím je lehkých atmosférických iontů méně [5]. Je známo, že ne každý jedinec elektroiontové mikroklima vnímá.

Soudí se, že skupinu citlivých tvoří lidé, reagující na změny počasí (jsou meteorosenzitivní). Změnu počasí totiž provází nejen změna atmosférického tlaku, teploty, vlhkosti a proudění vzduchu, ale také změny koncentrací vzdušných iontů [1]. Co je příčinou, že někteří lidé cítí před změnou počasí bolesti kloubů, hlavy, jizev aj., není dodnes známo. Otázkou zůstává, zda a jak působí na člověka vzdušné ionty, ta malá kvanta elektrické energie, kterým je trvale vystaven. Jak působí jejich kolísání, nebo dlouhodobě uměle snížená koncentrace, ke které v budovách s nuceným větráním dochází. A proč si v přírodě rychle odpočíváme, zatímco v klimatizované budově se zpravidla cítíme rychleji unaveni? Na všech pracovištích se pracovalo s PC. V poslední době byly publikovány nové poznatky [7] o nepříznivém působení monitorů (nepříjemné ovzduší, oděry). Na měřených pracovištích jsme se s podobnými stížnostmi nesetkali, i když práce na PC byla hlavní pracovní náplní. Všude bylo dobře fungující nucené větrání.

V šesti klimatizovaných budovách na jednadvaceti pracovištích v různých podlažích byla změřena koncentrace lehkých iontů v ovzduší. Koncentrace ( $n \cdot \text{cm}^{-3}$  vzduchu) záporných iontů se zde pohybovaly od 30 do 165, kladných od 39 do 280. Zjištěné hodnoty byly porovnány s hodnotami získanými v budově s přirozeným větráním a ve venkovním prostředí poblíž měřených objektů. Ve venkovním prostředí byly naměřeny koncentrace kladných iontů od 420 do 650 a záporných od 185 do 350. V klimatizovaných objektech byla koncentrace vzdušných iontů výrazně nižší, zaměstnanci si stěžovali na únavu, bolesti hlavy, pálení a slzení očí a snížení pracovní pohody. **Rozdíl v koncentraci iontů proti venkovnímu prostředí a přirozeně větranému interiéru byl statisticky významný.** Z výsledků vyplývá, že klimatizace zajišťuje vzduch bez fyzikální, chemické a mikrobiální kontaminace, upraví jeho teplotu, případně i vlhkost,

ale zbaví jej z velké části jeho přirozené složky, vzdušných iontů. Naskytá se otázka, zda právě tato skutečnost není za vznik potíží, které nazýváme souhrnně syndrom nemocných budov, alespoň zčásti odpovědná. Jiná příčina těchto potíží nebyla nalezena.

Měření proběhlo v rámci výzkumného záměru CEZ: L31/98:23795.0001, dílčí výzkumný záměr č. IV, cíl č. 2 Zdravotní rizika expozice vybraným fyzikálními faktorům.

#### Použité zdroje:

- [1] CHARRY, J. M., KAVET, R. I.: *Air Ions: Physical and Biological Aspects*. CRC Press, USA, 1987, ISBN 0-8493-6535-X.
- [2] LAJČÍKOVÁ, A.: *SBS a ionizace vzduchu uvnitř budov*. Inženýrská komora 2001, vyd. ČKAIT Praha, 2001, s. 43–50.
- [3] LAJČÍKOVÁ, A.: *Syndrom nemocných budov a jiné nespecifické syndromy ve vztahu k vnitřnímu prostředí*. VVI, 9, 2000, č. 1, s. 5–7.
- [4] REITER, R.: *Phenomena in Atmospheric and Environmental Electricity*. Elsevier, Netherlands, 1992, ISBN 0-444-89286-9.
- [5] SPURNÝ, Z.: *Atmosférická ionizace*. Akademia Praha, 1985, 164 s.
- [6] SULMAN, F. G.: *The Effect of Air Ionization, Electric Fields, Atmospherics and Other Electric Phenomena on Man and Animal*. Thomas Publisher Springfield, USA, 1980, ISBN 0-398-03929-1.
- [7] ŠLANHOF, J.: *Prostředí budov a ionizované ovzduší*. Sborník konf. IUAPPA Praha, 2000, sekce A, s. 87–89.
- [7] WARGOCKI, P.: *New studies on emissions from electronic equipment*. REHVA Journal, June 2003, s. 12–13. ■

## Hygiena ovzduší v Semperově opeře v Drážďanech

### Atmosphere hygiene in the Semper opera house

Semperova opera patří k nejkrásnějším operním divadlům na světě. V roce 2002 byla zahájena rekonstrukce větrání objektu, který byl postaven před 125 lety. Již letmý pohled na stav vzduchových kanálů nevěstil nic dobrého. Vzduchové rozvody tvoří v budově husté rozvětvenou síť, procházející stěnami, stropy a podlahami. Netvoří ji však potrubí, ale vzduchové kanály z různých stavebních materiálů bez povrchového ošetření (rabička, plechové a omítané kamenné či zděné kanály). Ač používány, nebyly v minulosti nijak udržovány. Před dvěma roky došlo k dohodě mezi Institutem pro větrání a chladicí techniku v Drážďanech a firmou Hydroclean – Čištění a sanování větracích zařízení. Předmětem dohody byla rekonstrukce větracího systému památkově chráněné budovy Semperovy opery. Za poměrně napjatého rozpočtu se podařilo najít rozumný kompromis mezi nároky požární ochrany a hygieny, a některé stářím nebo povodní poškozené části systému nahradit či opravit a vše důkladně vyčistit.

Jako první krok byla začátkem roku 2002 provedena inspekce neznámých částí větracího systému. Videozáznam poskytl možnost posoudit stav vzduchových kanálů z 19. století. Následovalo čištění velmi komplikovaného a rozvětveného systému kanálů, vše opakovaně sledováno kamerovou technikou, která sloužila ke kontrole stavu a účinnosti čištění. zásahů. Protože materiály vzduchovodů nesplňovaly požadavky platné normy VDI 6022 Hygienické požadavky na vzduchotechnická zařízení v administrativních a shromažďovacích místnostech a demontáž nebyla možná, bylo rozhodnuto ošetřit vnitřní povrch vzduchových kanálů nátěrem elastické barvy s využitím robotů. Ta zpevnila a vyhladila povrch vzduchových kanálů tak, že se v nich omezi usazování nečistot a budou lépe přehledné a snadněji čistitelné technickým zařízením.

#### Téměř hotovo a přišla povodeň

V srpnu 2002 přišla do Drážďan stoletá voda. Řeky Weiseritz a Labe zatopily sklepní prostory divadla, v nichž je umístěna technická centrála klimatizace objektu. Během několika málo dní byla většina provedených a téměř dokončených prací zcela zničena. Část nově instalované a posléze zatopené techniky musela být demontována. Za své vzalo celé zařízení technické centrály klimatizace. Něco poškodila voda svou hmotností, něco vlhkost

a bahno. Bylo třeba začít znovu s náhradou vzduchových kanálů, jejich čištěním od kalů a bahna, výměnou požárních klapek, tlumičů hluku a regulační techniky. Firma Hydroclean zajistila vnitřní čištění, sanaci a desinfekci vnitřního zařízení i tam, kam záplava nedosáhla, ale bylo podezření na možnou mikrobiální kontaminaci suchého potrubí. Bylo ošetřeno nejen divadlo, ale i jeho zázemí – divadelní dílny, provozní budova a objekt restaurace tak, aby byly splněny požadavky VDI 6022.

#### Průběh prací:

1. video inspekce škod na fyzicky nedostupných místech (záběry pořízeny robotem s kamerou);
2. Vyčištění bahna (roboty s rotačními kartáči).
3. Hygienická kontrola suchých vzduchových kanálů k určení stupně kontaminace (kultivace odebraných vzorků ze stěrů vnitřního povrchu kanálů).
4. Vyčištění suchých, ale znečištěných částí klimatizačního zařízení.
5. Prohlídka suchých zděných a rabičkových kanálů.
6. Desinfekce veškerých vnitřních povrchů vzduchovodů.

#### Nejdříve vysušit, pak čistit

Po mnoho týdnů trvajícím vysychání zařízení muselo být nejdříve odstraněno bahno. Labské bahno je velmi jemné a po vysušení tvoří tvrdé, špatně čistitelné krusty. Pouhým vyplachováním vzduchových kanálů je nelze odstranit. Bylo zapotřebí kanály vydrhnout roboty opatřenými rotujícími kartáči. Vznikající prach byl podtlakem odsáván. Ty kanály, jejichž vnitřní povrch byl již před povodní ošetřen elastickým nátěrem, přestály katastrofu poměrně dobře a mohlo se rovnou začít s čištěním. K odstranění rizika mikrobiální kontaminace ze zatopených částí byly veškeré rozvody opakovaně desinfikovány. Specifickým problémem bylo větrání židlí v hledišti divadla. Práce postupovaly zvolna, po malých úsecích, ale celý rozvod se podařilo vyčistit. Celý objekt je památkově chráněn, každý krok probíhal pod dozorem památkářů. Nakonec se ale zdařilo veškeré nečistoty odstranit. Díky racionální spolupráci mezi státním podnikem SIB Dresden (zadavatel prací), Institutem pro větrání a chladicí techniku (odborný dohled) a firmou Hydroclean (vlastní provedení prací) se podařilo veškeré práce úspěšně dokončit.

Burhenne, S.: *Lufthygiene in der Semperoper*. CCI, 6. června 2003, s. 37

Příklad a výťah A. Lajčíková