

## Kvalita ovzduší vnitřního prostředí v nábytkářských firmách

📅 30.07.2012

### QUALITY OF INDOOR AIR IN FURNITURE COMPANIES

**Daniela Tesařová, Petr Čech<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Ústav nábytku, designu a bydlení, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno,  
[tesar@mendelu.cz](mailto:tesar@mendelu.cz), [Cech.P007@seznam.cz](mailto:Cech.P007@seznam.cz)*

hmotnostní spektrometr    těkavé organické látky    termální desorpce    VOC    plynový  
chromatograf    vnitřní prostředí    pracovní prostředí    ovzduší    nábytek    výroba

#### Abstrakt

Příspěvek řeší problematiku emisí těkavých organických látek tzv. VOCs (Volatile Organic Compounds) těkajících do ovzduší pracovního prostředí během výrobního procesu v nábytkářských, truhlářských a čalounických firmách a do ovzduší nevýrobních místností těchto firem. Součástí práce bylo porovnání jednotlivých pracovních míst ve výrobě nábytku a vyhodnocení vlivu pracovních procesů na kvalitu ovzduší vnitřního prostředí firem, to je na kvalitativním a kvantitativním složení VOC. Vzorky ovzduší pracovních, kancelářských prostor včetně vnějšího okolního prostředí firmy, byly odebírány pomocí čerpadla na odběrové sorpční trubičky, plněné sorbentem Tenax TA. Metodika odběru vzorků byla prováděna dle normy ČSN EN ISO 16000 - 1, 5, stanovující parametry měření VOC. Vzorky VOC byly analyzované spojením plynového chromatografu s hmotnostním detektorem s termální desorpce. Výsledkem analýz je kvalitativní a kvantitativní stanovení v podobě grafu a číselného vyjádření v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a porovnání dosažených hodnot na jednotlivých pracovištích. Získané výsledky se pak porovnávají s příslušnými limitními hodnotami stanovenými předpisy.

**Klíčová slova:** těkavé organické látky, VOC, pracovní a pobytové prostředí, plynový chromatograf, hmotnostní spektrometr, termální desorpce

#### Abstract

This paper investigates the problematic of emission volatile organic compounds emitted to working, indoor air of the furniture company, which produces wooden furniture during. The main goal of this research were assessment of quality of indoor air in working environment, which was load of emission VOC emitted from production processes of made furniture. The one part of this research deals of the influence individual technological operations in made furniture in dependence on quality and quantity composition of VOC, which they affect of quality external and internal environment of the furniture company. The samples of indoor air from working, residential areas including external

environment by load VOC were collected in sorption tube with adsorbent Tenax TA. The methodology of sampling samples of indoor air was done according to standard ČSN EN ISO 16000- part 1, 5. We analyzed the columns with captured VOC by analytical method that was used: the gas chromatograph in conjunction with mass spectrometer and Direct Thermal Desorption. The result of analysis is qualitative and quantitative data in form graph and numerical expression in  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . The obtained results are then compared with appropriate limit values set in regulations.

**Keywords:** volatile organic compounds, VOC, working and residential environment, gas chromatograph, mass spectrometer, thermal desorption

## Úvod

Předmětem příspěvku je posouzení vlivu výroby dřevěného a čalouněného nábytku na kvalitu ovzduší pracovního prostředí nábytkářských firem, zejména v úseku výrobního procesu dokončování nábytkových dílců. Obsahem práce bylo posoudit vlivy, které ovlivňují množství a složení těkavých organických látek (VOCs) emitovaných při výrobě dřevěného a čalouněného nábytku do ovzduší pracovního prostředí nábytkářských firem. Těkavé organické sloučeniny představují významný problém, který je potřeba, s ohledem na environmentální požadavky současné doby, řešit.

K těkavým organickým látkám VOCs patří dle znění zákona o ochraně ovzduší č.86/2002 Sb., §2<sup>[1]</sup> chemické sloučeniny mající níže uvedené vlastnosti:

*Těkavou organickou látkou se rozumí jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou methanu, která při teplotě 20 °C (293,15 K) má tlak par 0,01 kPa nebo více, nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití a může v průběhu své přítomnosti v ovzduší reagovat za spolupůsobení slunečního záření s oxidy dusíku za vzniku fotochemických oxidantů.*

*Vznik fotochemických oxidantů je uveden rovnicí:*

### **VOC + NO<sub>x</sub> + UV záření + teplo = troposférický ozón (O<sub>3</sub>)**

Termínem VOC (volatile organic compound) lze označit v principu všechny měřitelné těkavé organické látky v ovzduší. Podle definice světové zdravotnické organizace (World health organisation – WHO, 1989) byly mezi těkavé organické látky zařazeny všechny organické látky s bodem varu mezi 50°C až 240°C označené jako VOC (pro polární substance platí oblast od 100 až 260°C).<sup>[2]</sup> Mezi VOC látkami s nízkými a vysokými body varu jsou často rozdíly. K nízkovroucím patří např. Benzen, Toluén a izomerů m, p, o Xyleny, ale také i rozpouštědla na bázi Chlóru jako Chlorethylen nebo Dichlórmethan. Pro organické látky, jejichž bod varu je pod limitem 50°C resp. 100°C, byl použit výraz jako VVOC (very volatile organic compounds). Formaldehyd (CH<sub>2</sub>O) jako zástupce VVOC je většinou kvůli svému zdravotnímu významu brán separátně.

Těkavé organické látky se do ovzduší pracovního prostředí nábytkářských firem uvolňují nejen z vlastních zpracovávaných materiálů na bázi dřeva, ale zejména při dokončování jejich povrchových úprav, při operacích lepení konstrukčních spojů a při opláštování a zadýchování.

Nebezpečí VOC spočívá nejen v jejich neurotoxických účincích, ale i s ohledem na složení a koncentraci jednotlivých látek v pracovním ovzduší, ve specifických i nespecifických následcích na lidské zdraví. Specifické následky lze připsat působení dané konkrétní látky a obvykle jsou na základě epidemiologických studií poměrně dobře poznány.

Nespecifické následky jsou pak takové subjektivní zdravotní obtíže, které neodpovídají popsaným toxikologickým účinkům jednotlivých látek, ale jsou způsobeny synergickým působením malých koncentrací směsi sloučenin. Jedná se nejčastěji o bolesti hlavy, poruchy koncentrace, poruchy motoriky, závrať, nauseu a zvracení.<sup>[3]</sup>

Truhlářská, nábytkářská výroba i výroba čalouněného nábytku je z hlediska identifikace množství a složení emitovaných těkavých organických látek (dále VOC – Volatile organic compounds) během výrobních procesů výroby dřevěného a čalouněného nábytku velmi specifická.

V závislosti na použitých materiálech a výrobních technologiích během procesu výroby čalouněného i dřevěného nábytku přicházejí zaměstnanci do styku s chemickými látkami různého složení, které ve své většině obsahují také těkavé organické sloučeniny, a to v relativně velkém množství. Tyto těkavé organické látky se ve výrobním procesu během aplikace a zpracování chemických látek uvolňují do vnitřního pracovního prostředí firmy. Je tedy velmi důležité sledovat kvalitu ovzduší pracovního prostředí, a to kvalitativní a kvantitativní složení VOC ve vzduchu pracovního prostředí, a to zejména na pracovištích, kde jsou chemické látky používány. Současně by se mělo zjišťovat, jak ovlivňují VOC emitované na daném pracovišti kvalitu venkovního ovzduší v okolí výrobního závodu a jak ovlivňují kvalitu ovzduší ostatních výrobních a nevýrobních pracovišť firmy. Cílem těchto měření je úprava vnitřního pracovního prostředí se snahou o minimalizaci uvolněných VOC při aplikaci a zpracování těchto chemických látek, a tím i zlepšení kvality životního a pracovního prostředí. Se zlepšením kvality vnitřního pracovního ovzduší souvisí i snížení dopadů VOC na zdraví lidí. Lze s potěšením konstatovat, že v posledních letech došlo k výraznému poklesu koncentrací VOC v tomto odvětví díky zavádění a zpracovávání materiálů se sníženým obsahem těkavých organických látek.

- Omezení vlivu výrobních firem, v našem případě nábytkářských, truhlářských i čalounických firem, na životní prostředí, je věnovaná velká pozornost. Jejich vliv je omezen zákonem č. 86/2002 Zákon o ochraně ovzduší v platném znění doplněný prováděcí vyhláškou „Vyhláška 337/2010 Sb. - vyhláška o emisních limitech a dalších podmínkách provozu ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší emitujících a užívajících těkavé organické látky a o způsobu nakládání s výrobky obsahujícími těkavé organické látky. Dále to upravuje NV [476/2009 Sb.](#) Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 146/2007 Sb., o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Ochranou životního prostředí se zabývá Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů.
- Přípustné množství těkavých organických látek uvolňovaných do pracovního ovzduší během výrobního procesu je omezeno limity pro jednotlivé organické látky, a to limity pro dlouhodobé expoziční limity jednotlivých VOC (PEL) i nejvyšších přípustných koncentrací (NPK-P). Expoziční limity VOC jsou dány NV 361/2007 Sb. Nařízením vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (Příloha č.2) - Chemické látky, jejich hygienické limity a postup při jejich stanovení, ČÁST A: Seznam chemických látek a jejich přípustné expoziční limity (PEL) a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P).
- V rámci Evropské Unie jsou dána doporučení limitního množství emisí do pracovního prostředí prostřednictvím tzv. FACTS a Integrovaná prevence a omezování znečištění, dokument o nejlepších dostupných technikách pro povrchovou úpravu používající organická rozpouštědla, v nichž je uvedena Směrnice Evropské Rady o omezení emisí VOC vznikajících při používání organických rozpouštědel při některých činnostech a v některých zařízeních (1999/13/EC), Směrnice Evropské Rady o ochraně zdraví a bezpečnosti pracovníků před rizikem spojeným s chemickými látkami na pracovišti (98/24/EC)
- Předchozí předpisy se týkají měření v pracovním prostředí výrobní části závodu, pro pobytové místnosti jsou limitní hodnoty předepsány Vyhláškou 6/2003 (Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb)
- Metodický návod pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb.

Právě proto patří problematika VOC látek (volatile organic compounds) ve spojení s chemickým smogem mezi faktory s výrazným vlivem na lidské zdraví, a tím i na kvalitu života v obytném, pobytovém, pracovním i venkovním prostředí.

Kontrola uvolňovaných emisí VOC do pracovního prostředí během výrobního procesu a přísné nastavení jejich limitů je důsledkem pozorování, která poukazují na přímou závislost mezi zhoršujícím se zdravotním stavem lidí a jejich pobytem v znečištěných prostorách.

Pro vlastní měření je velmi důležité nejen identifikovat místa, kde jsou hlavně uvolňované emise VOC do ovzduší pracovního prostředí nábytkářského, truhlářského a čalounického výrobního závodu a také je nezbytné určit zdroje těchto emisí v jednotlivých výrobních závodech v závislosti na vyráběném druhu dřevěného a čalouněného nábytku a stavebně truhlářských výrobků.

V nábytkářské a truhlářské firmě jsou velkými zdroji emisí dle druhu vyráběného nábytku: nátěrové hmoty, lepidla, fólie. Nátěrové hmoty a lepidla jsou výraznými zdroji emisí, a to nejen rozpouštědlové nátěrové hmoty, ale i vodou ředitelné nátěrové systémy, které uvolňují v první fázi tvorby nátěrového filmu vysoko vroucí rozpouštědla.

Mezi velké zdroje emisí v nábytkářské výrobě patří také dokončované podkladové materiály, jde o aglomerované materiály na bázi dřeva a masivní dřevo. Mezi aglomerované materiály na bázi dřeva používané při výrobě nábytku a stavebně truhlářských výrobků patří dřevotřískové desky, dřevovláknité desky, OSB desky, spárovky, překližky, lisované dřevo i masivní dřevo, u kterého je množství emitovaných emisí závislé na druhu dřeva. Při množství aglomerovaných materiálů, které firmy zpracovávají, se jedná o výrazný zdroj emisí zejména na místech, kde se tyto materiály zpracovávají.

Vedle určení signifikantních zdrojů emisí v jednotlivých výrobních operacích výrobního procesu v nábytkářské, truhlářské a čalounické firmě je také velmi důležité, přesně identifikovat místa s největšími množstvími emitovaných organických těkavých látek, tedy místa s působením zdrojů VOC.

Místa, kde je emitováno největší množství emisí v nábytkářském a truhlářském výrobním procesu, jsou výrazně ovlivněna druhem a způsobem vyráběného nábytku.

Jsou to: místo přípravy nanášené směsi nátěrových hmot, místo přípravy lepidlové směsi, místo nanášení směsi nátěrových hmot, místo nanášení směsi lepidel, místa vytvrzování a vysoušení nátěrových hmot, místa vytvrzování lepidel, mezisklad nátěrových hmot a lepidel. Množství emisí je závislé také na způsobu nanášení nátěrových hmot v závislosti na konzistenci nátěrových hmot předepsané pro daný způsob nanášení a v závislosti na množství ztrát nanášených hmot daných technologií způsobu nanášení nátěrových hmot.

Dalšími však již běžně neměřenými místy, kde těkají do ovzdušní vnitřního prostředí firmy organické těkavé látky, jsou: místa oprav, místa leštění i místa broušení nátěrových filmů mezi nánosy, montáž výrobků, expedice výrobků, sklad výrobků.

Z předcházejících výzkumných prací a z poznatků, z nich získaných plyne, že emise organických těkavých látek, tedy rozpouštědel a ředidel unikají z hotových výrobků, a to v závislosti množství emisí na čase po exponenciálně a to podobu 28 dní. V stejném časovém úseku a také v exponenciální závislosti unikají i emise z materiálů na bázi dřeva po jejich opracování. Z důvodů emitování emisí po dobu 28 dní ze zpracovávaných materiálů a při vědomí dlouhodobého úniku emisí jsme se zaměřili na místa, kde jsou čerstvě vyrobené výrobky skladovány, kde je s nimi manipulováno, kde jsou expedovány, protože hotové výrobky a výrobky na montáži emitují poměrně velké množství emisí. Při měření emisí ve skladě hotových výrobků, na montáži a expedici jsme vycházeli ze znalosti doby průchodu materiálů výrobním procesem, při němž je z těchto materiálů vyroben dřevěný popřípadě čalouněný nábytek. Předpokládaná doba průchodu materiálů při výrobě nábytku je 7 až 14 dní. Místa, kde jsou skladovány hotové výrobky, nejsou však vybavena intenzivním odsáváním.

Vedle míst přímo ve výrobním procesu jsme měřili i koncentrace VOC v ovzduší vnitřního prostředí kanceláří,

umístěných v blízkosti výrobních prostor firmy. Pro naměřené hodnoty koncentrací v kancelářích, lze podle NV 361/2007 Sb. (paragraf 9) použít 1/3 PEL, ale je možné je orientačně hodnotit i podle vyhlášky č. 6/ 2003 Sb., s řádově nižšími limitními hodnotami viz. tabulka 1. Koncentrace naměřené ve výrobních prostorách byly hodnoceny podle NV 361/2007 Sb. Limitní hodnoty (PEL a NPK-P) vybraných VOC jsou uvedeny v tabulce 2.

Výsledky měření kvality ovzduší vnitřního prostředí nábytkářské, truhlářské a čalounické firmy nám podávají informace o koncentracích VOC v daném místě, v daném čase, při dané teplotě a při dané intenzitě odsávání emisí VOC, ale nepodávají nám přehled o kvalitě vnitřního prostředí v celé firmě, tedy i ve skladech, montážní dílně, v truhlářské dílně a v kancelářích, sousedících s výrobním provozem. Předmětem měření v celém příspěvku, je sledování vlivu emisí uvolňujících se během výrobního procesu, na kvalitu ovzduší v celém výrobním závodě.

<b>Těkavé organické látky</b>	<b>Vzorec</b>	<b>Limitní koncentrace [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>
Benzen	$\text{C}_6\text{H}_6$	7
Toluen	$\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_3$	300
o,m,p-Xylen	$\text{C}_6\text{H}_4\cdot(\text{CH}_3)_2$	200
Styren	$\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}\cdot\text{CH}_2$	40
Ethylbenzen	$\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_2\text{CH}_3$	200
Formaldehyd	HCHO	60
Trichlorethylen	$\text{CCl}_2\cdot\text{CHCl}$	150
Tetrachlorethylen	$\text{CCl}_2\cdot\text{CCl}_2$	150

**Tabulka 1: Požadavky pro bytové místnosti - Limitní koncentrace VOC ve vnitřním prostředí bytových místností staveb (vyhláška MZČR č.6/2003)[4]**

<b>Látka</b>	<b>číslo CAS</b>	<b>Hygienické limity látek [<math>\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	
		<b>PEL</b>	<b>NPK-P</b>
Aceton	67-64-1	800	1500
Benzen	71-43-2	3	10
Toluen	108-88-3	200	500
n-Butyl acetát	123-86-4	950	1200
Xyleny (suma)	1330-20-7	200	400
Etylbenzen	100-41-4	200	500

Styren	100-42-5	100	400
Butoxy-ethanol	111-76-2	100	200
1-methoxy-2-propanol	107-98-2	270	550
1,2,3-Trimethylbenzen	526-73-8	100	250
1,2,4-Trimethylbenzen	95-63-6	100	250
1,3,5-Trimethylbenzen	108-67-8	100	250

**Tabulka 2: Chemické látky a jejich přípustné expoziční limity (PEL) a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) dle nařízení vlády č. 361/2007 [5]**

## Materiál a použité metody

### Použitý materiál

Během výzkumného úkolu byly posuzovány nábytkářské a truhlářské firmy, vyrábějící dřevěný a čalouněný nábytek.

Rozdělení jednotlivých posuzovaných firem podle lokalit:

1. Nábytkářská firma (Zlínský kraj)
2. Truhlářská firma (Zlínský kraj)
3. Nábytkářská firma vyrábějící čalouněný nábytek nedaleko Brna (Jihomoravský kraj)

Kvalita ovzduší pracovního prostředí byla ve vybraných truhlářských a čalounických firmách posuzována v prostorách uvedených v tabulce č. 3.

Posuzovaná místnost	Výroba dřevěného nábytku	Výroba čalouněného nábytku
1	lakovna	čalounění korpusů postelí
2	truhlářská dílna	montáž lamelových roštů
3	sklad	sklad
4	kancelář	kancelář

**Tabulka 3: Posuzované pracovní místnosti a kanceláře**

### Použité zařízení pro měření

- membránové čerpadlo pro odběr vzduchu od firmy Gillian, s průtokem 12l/h;
- odběrová trubička – používá se ocelová termodesorbční odběrová trubice se specifickou náplní Tenax TA;
- plynový chromatograf Agilent 6890N s hmotnostním spektrometrem Agilent 5973 Network, termální desorpce od firmy Scientific Instrument Services Inc., model TD4.

## Metodika práce

### Odběr vzorků vzduchu

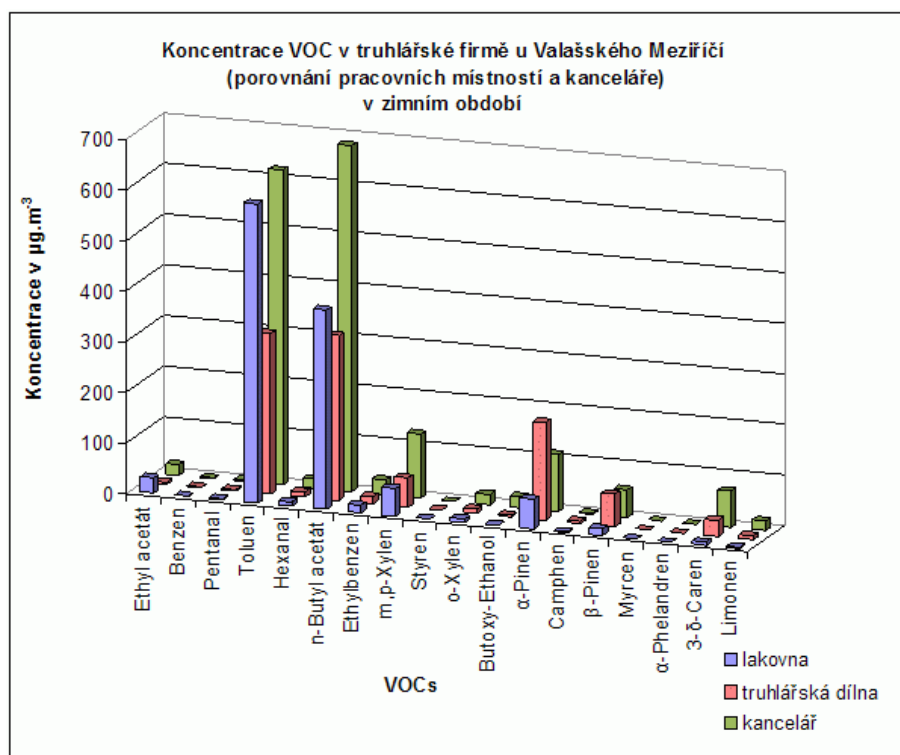
Vzorky ovzduší jednotlivých pracovišť ve výrobním procesu truhlářských, nábytkářských a čalounických firem a vzduchu vnitřního prostředí kanceláří, které se řadí mezi pobytové místnosti, byly současně odebírány za provozu dle normy ČSN EN ISO 16000-1 a podle normy ČSN EN ISO 16000-5 (způsob odběru dle SZU - Metodický návod č. 6) následně bylo analyzované kvantitativní a kvalitativní složení odebraných vzorků ovzduší na plynovém chromatografu s hmotnostní spektroskopií a termální desorpčí. Pro porovnání byly všechny vzorky ve všech měřených firmách odebírány v zimním období. Naměřené hodnoty byly porovnávány s předepsanými limitními hodnotami.

### Metodiky stanovení emisí VOC byly prováděny podle těchto norem a vyhlášek:

- ČSN EN ISO 16000-1 Vnitřní ovzduší - Obecná hlediska odběru vzorků,
- ČSN EN ISO 16000-5 Vnitřní ovzduší - Postup odběru vzorků těkavých organických látek (VOC),
- ČSN EN ISO 16000-11 Vnitřní ovzduší - Stanovení emisí těkavých organických látek ze stavebních materiálů a nábytku - Odběr, uchovávání a úprava vzorků,
- Vyhláška MZ 6/2003 Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb,
- Metodický návod MZ pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb.,
- NV 331/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci (Příloha č.2) - Chemické látky, jejich hygienické limity a postup při jejich stanovení, ČÁST A: Seznam chemických látek a jejich přípustné expoziční limity (PEL) a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P),
- Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb. ve znění zákona č. 385/ 2005 Sb.

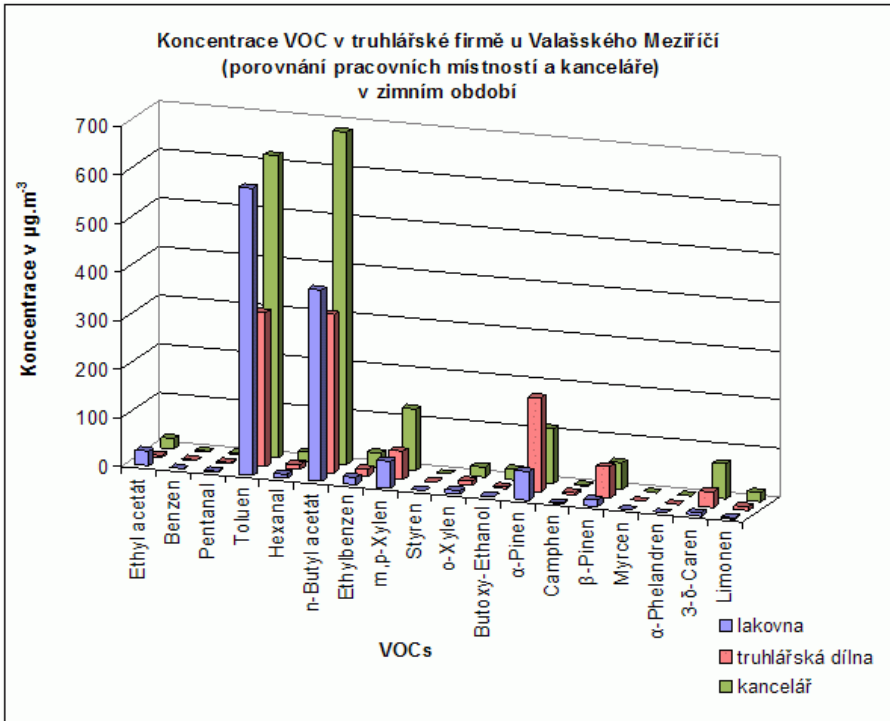
Mimo kvantitativní určení jednotlivých emitovaných organických těkavých látek a jejich kvantitativní složení se stanovovala u všech měřených pracovišť i hodnota TVOC, což je údaj, který charakterizuje celkové množství těkavých organických látek od hexanu po hexadekan kalibrovaných na toluen.

## Výsledky



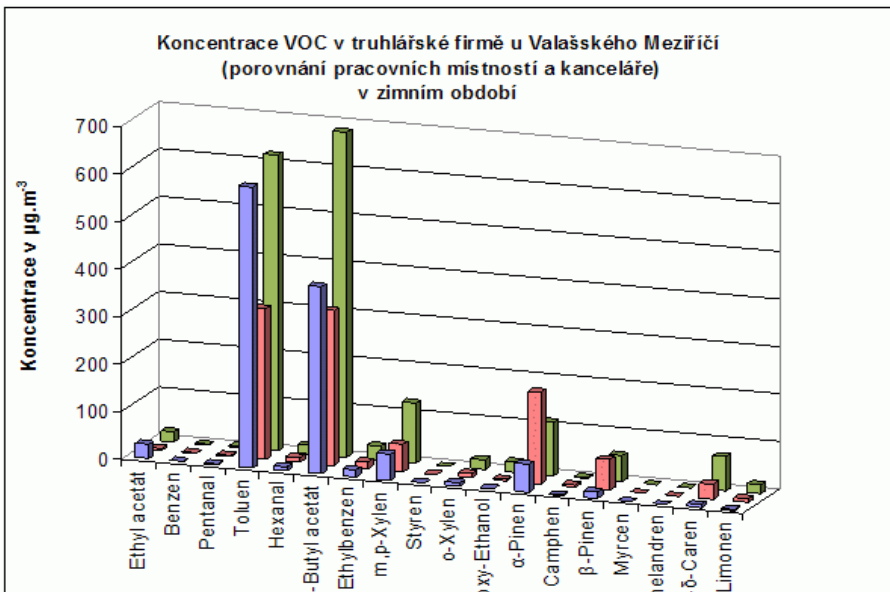
**Obr. 1: Koncentrace VOC v truhlářské firmě u Valašského Meziříčí - porovnání pracovních místností a kanceláře v zimním období**

Obrázek 1 zobrazuje grafické znázornění koncentrací VOC, jež jsou emitované do ovzduší pracovních místností při pracovní činnosti v lakovně a v truhlářské dílně a do ovzduší kanceláře nábytkářské firmy u Valašského Meziříčí v zimním období. Nejvyšší koncentrace těkavých organických látek byly zjištěny u Toluenu, n-Butyl acetátu, které byly ve velkém množství emitovány do ovzduší kanceláře a lakovny. Naopak terpeny byly emitovány ve vyšších koncentracích především ovzduším truhlářské dílny, a to hlavně prostřednictvím  $\alpha$  a  $\beta$  Pinenu a 3- $\delta$ -Carenu.



**Obr. 2: Koncentrace VOC v truhlářské firmě u Uherského Hradiště - porovnání pracovních místností a kanceláře v zimním období**

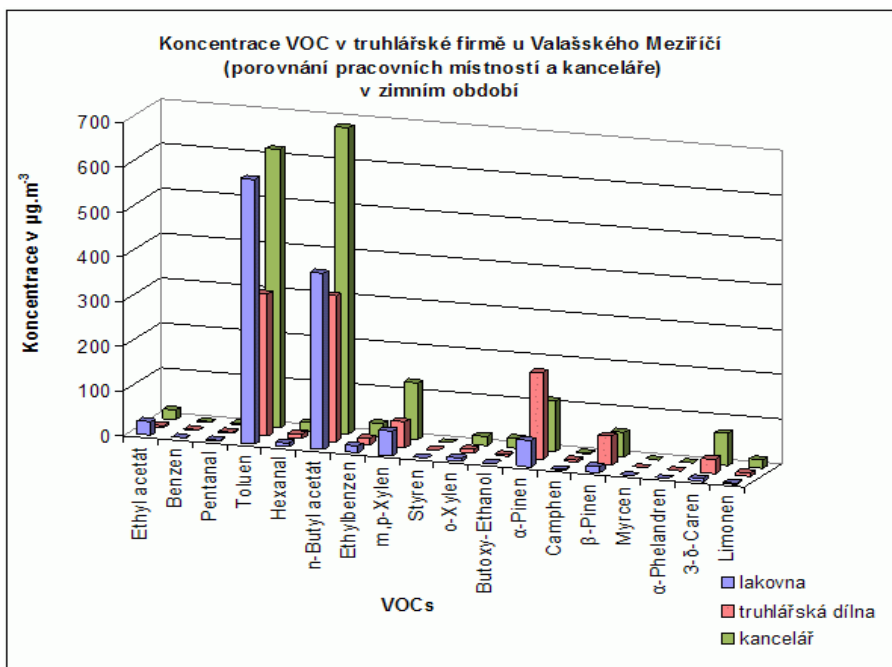
Obrázek 2 graficky zobrazuje koncentrace VOC emitované do ovzduší pracovních místností (lakovna, truhlářská dílna, sklad) a do ovzduší kanceláře truhlářské firmy u Uherského Hradiště, a to v zimním období. Z grafu je zřejmé, že nejvyšší koncentrace VOC jsou obsaženy v ovzduší lakovny, což je dáno činností prováděnou v lakovně - tedy nanášením nátěrové hmoty, jejím zasycháním a vytvrzováním nátěrového filmu, při kterém se uvolňuje velké množství VOC. V ovzduší lakovny byly dosaženy nejvyšší koncentrace Ethyl acetátu, Toluenu, n-Butyl acetátu, Etylbenzenu, m, p, o Xylenu a Butoxy-ethanolu.





### Obr. 3: Koncentrace VOC v truhlářské firmě nedaleko Brna, vyrábějící čalouněný nábytek - porovnání pracovních místností a kanceláře v zimním období

Na obrázku 3 je zobrazeno porovnání koncentrací VOC látek, obsažených v ovzduší pracovních místností, kam jsou organické těkavé látky uvolňované při jednotlivých technologických operacích výroby čalouněného nábytku (čalounění korpusů, montáž lamelových roštů, sklad), kdy jsou uvolňované zejména při nanášení lepidla a tvorbě lepeného spoje. Současně jsou organické těkavé látky uvolňované během výroby nábytku také do ovzduší kanceláře. Při technologické operaci čalounění korpusů byly uvolňované do ovzduší především tyto organické těkavé látky: Ethyl acetát, Toluen, Hexanal a také terpeny, a to  $\alpha$  a  $\beta$  Pinen, 3- $\delta$ -Caren a Limonen. Při posuzování vlivu technologické operace montáže lamelových roštů na kvalitu vnitřního ovzduší bylo zjištěno, že při pracovních činnostech vykonávaných na tomto pracovním místě jsou emitovány především aldehydy (Pentanal, Hexanal) a terpeny ( $\alpha$  a  $\beta$  Pinen, 3- $\delta$ -Caren a Limonen). Do ovzduší pracovního prostoru skladu s uskladněnými hotovými výrobky jsou hotovými výrobky emitovány především tyto látky: Ethyl acetát, Toluen, Hexanal a také terpeny ( $\alpha$  a  $\beta$  Pinen, 3- $\delta$ -Caren a limonen). V posuzovaném ovzduší kanceláře byla zjištěna zvýšená koncentrace u limonenu.



### Obr. 4: Porovnání TVOC u pracovních místností a kanceláří posuzovaných nábytkářských firem

Obrázek 4 graficky znázorňuje obsah TVOC v ovzduší pracovních místností a kanceláří všech posuzovaných nábytkářských firem. V pracovní místnosti nábytkářské firmy u Uherského Hradiště - lakovně byly emitovány do jejího ovzduší při nanášení nátěrových hmot a přeměně nátěrových hmot v nátěrové filmy nejvyšší hodnoty TVOC. V ovzduší posuzované truhlářské dílny firmy u Valašského Meziříčí byla zjištěna nejvyšší hodnota TVOC ze všech měření. Co se týče kvality vzduchu vnitřního prostředí pracovních prostor skladu, byla naměřena nejvyšší hodnota TVOC v ovzduší skladu ve firmě vyrábějící čalouněný nábytek (Brno). V ovzduší posuzovaných kanceláří byla nejvyšší hodnota TVOC zjištěna v ovzduší kanceláře firmy u Valašského Meziříčí.

## Diskuze

### 1. Truhlářská firma v okolí Valašského Meziříčí

U této posuzované truhlářské provozovny bylo zjištěno nejvyšší množství VOC v ovzduší výrobní firmy ze všech posuzovaných výrobních závodů. Nejvyšší koncentrace VOC byly stanoveny ve vzduchu vnitřního prostředí kanceláře, následovány pracovištěm dokončování povrchových úprav a truhlářskou dílnou. Rovněž nejvyšší hodnota ze všech

ledovaných VOC byla naměřena v ovzduší kanceláře a to u n-Butyl acetátu v množství  $683,6 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , dále u toluenu v množství  $622 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Hodnota více než dvakrát překračuje povolený hygienický limit pro bytové prostory dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví 6/2003, kde je u toluenu uvedena hodnota  $300 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , ale nepřekračuje 1/3 PEL uvedeného v NV 331/2007 Sb. Celkové zatížení emisemi VOC (TVOC) je opět nejvyšší u kanceláře, kde byla zjištěna hodnota v množství  $1983 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , následuje lakovna, jejíž hodnota TVOC je  $1386 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Z uvedených výsledků vyplývá, že proudění vzduchu ve firmě je špatně řízené a látky emitované při dokončování nábytkových dílců výrazně ovlivňují kvalitu vnitřního prostředí kanceláře, kde se zejména v zimním období hromadí. N-Butyl acetát obsažený ve vzduchu vnitřního prostředí kanceláře je chemikálie, která se používá v rozpouštědlech nátěrových hmot. Zdrojem jeho emisí je nanášení nátěrových hmot a dokončování povrchových úprav. Z místa, kde je ze zdroje emitován, je následně unášen proudem vzduchu do kanceláře.

## 2. Truhlářská firma u Uherského Hradiště

V této nábytkářské firmě byly zjištěny nejvyšší koncentrace VOC na pracovišti dokončování povrchových úprav stavebně truhlářských výrobků v prostoru lakovny, tedy při nanášení nátěrových hmot a při přeměně nátěrové hmoty v nátěrový film. Při vyhodnocení složení a množství VOC obsažených ve vzduchu vnitřního prostředí v dalších prostorách firmy, následovala kvalita vzduchu vnitřního prostředí výrobní části firmy truhlářská dílna a kvalita vzduchu vnitřního prostředí nevýrobní části firmy kancelář. Ve vnitřním ovzduší této firmy byla naměřena nejvyšší hodnota VOC ve vzduchu vnitřního prostředí firmy ze všech posuzovaných nábytkářských, truhlářských a čalounických provozoven, a to v lakovně, kde koncentrace n-Butyl acetátu v jejím ovzduší dosahovaly hodnot  $1961,4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tato látka se uvolňuje do ovzduší při dokončování povrchových úprav vodou ředitelnými nátěrovými hmotami, jejichž nátěrové směsi ho obsahují. V ovzduší lakovny bylo rovněž naměřeno vysoké množství sumy Xylenů (m, p, o) v množství přes  $520 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , které se uvolnily do ovzduší při dokončování povrchových úprav vybraných výrobků rozpouštědlovými nátěrovými hmotami. Co se týče celkového množství organických těkavých látek v ovzduší jednotlivých výrobních úseků charakterizované hodnotou TVOC, byla nejvyšší ve vzduchu v lakovně. Stanovená hodnota TVOC ve vzduchu v lakovně byla  $3241 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , následována hodnotou TVOC ve vzduchu kanceláře  $345 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a hodnotou TVOC ve vzduchu truhlářské dílny s množstvím  $204 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

## 3. Truhlářská firma vyrábějící čalouněný nábytek nedaleko Brna

Vzduch vnitřního prostředí výrobní části vyrábějící čalouněný nábytek, obsahoval nejmenší množství emisí VOC ze všech posuzovaných pracovišť, což je dáno nejen kvalitou odsávání, ale i charakterem výroby, protože při výrobě čalouněného nábytku se zpracovávají pouze lepidla ne nátěrové hmoty. Nejvíce VOC bylo obsaženo v ovzduší oddělení čalounění korpusů postelí, následovalo ovzduší montáže lamelových roštů a ovzduší kanceláře. Nejvyšší hodnota z VOC byla naměřena u Toluenu, který byl v ovzduší při pracovní operaci čalounění korpusů postelí v množství  $58,1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Při této operaci se používalo lepidlo. Při analýze ovzduší u montáže lamelových roštů bylo rovněž zjištěno větší množství  $\alpha$ -Pinenu, a to  $20,7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Zdrojem tohoto terpenu je zpracovávané a obráběné jehličnaté řezivo. Vyrábí se z něho lamelové rošty. Ostatní hodnoty sledovaných zástupců VOC látek byly na úrovni pozadí místnosti. Nejvyšší hodnota TVOC ve vzduchu byla analyzována ve vzduchu odebraném při operaci čalounění korpusů postelí v množství  $325 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , následovala operace montáž lamelových roštů v množství  $135 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a kancelář, jejíž zjištěná hodnota byla  $65 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

## Závěr

Z uvedených výsledků vyplývá, že místa pracovního prostředí výrobního procesu, která lze charakterizovat jako místa, na kterých dochází k největšímu uvolňování emisí VOC, což jsou lakovny, jsou ve všech firmách vybaveny intenzivním odsáváním. Vzduch pracovního prostředí na těchto pracovištích obsahuje takové naměřené množství a složení VOC, které splňuje normami a vyhláškami předepsané množství přípustných koncentrací.

Problémy však nastávají u pracovišť, jako jsou sklady, montáže ve výrobní části a kanceláře v nevýrobní části firem, jejichž ovzduší je rovněž zatíženo emisemi těkavých organických látek. Tato pracoviště však nejsou vybavena intenzivním odsáváním. Emise těkavých organických látek se ve skladech a na montáži uvolňují přímo ze zdrojů, což jsou nově vyrobené, slepené a dokončené nábytkové dílce, a tím zhoršují kvalitu vnitřního prostředí v těchto částech firem. Při řešení vzduchotechniky a odsávání v nábytkářských firmách, zejména ve skladech a prostorech montáže, by bylo třeba si uvědomit závislost množství emitovaných organických těkavých látek z výrobků na bázi dřeva na čase.

Na další pracoviště v nevýrobní části firmy, do ovzduší kanceláří, jsou doneseny prouděním vzduchu emise organických těkavých látek, emitované při dokončování povrchové úpravy a emitované hotovými výrobky. Emise z výrobní části firem zatěžují ovzduší vnitřního prostředí kanceláří a zhoršují tak kvalitu pracovního prostředí. Z uvedených výsledků vyplývá, že je potřeba se ve výrobním závodě zabývat způsobem proudění vzduchu od zdrojů emisí směrem k prostorám firmy, které již nejsou vybaveny odsáváním. Protože pracovníci firmy pracující v kancelářích, kteří jsou dlouhodobě vystaveni dlouhodobému působení zvýšenému množství VOC, se nejen snižuje pracovní komfort, ale současně se může projevit i působení na jejich zdraví a kvalitě práce.

Firmy by se měly zaměřit i na měření kvality ovzduší v prostorách firmy, které nejsou přímo začleněny do výrobního procesu, nebo nejde o místa s přímým velkým zdrojem emisí.

## Použitá literatura

- JOKL, M.: 2002. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Praha : Akademie věd České republiky. 2002. S. 76. ISBN 80-200-0928.
- ŠUTA, M. 2008. *Chemické látky v životním prostředí a zdraví*. Brno : Ekologický institut Veronica, 2008. ISBN 978-80-87308-00-4.
- FACTS (Furniture and Woodworking Acquis Communautaire Transfer System) - systém přenosu legislativy EU pro odvětví výroby nábytku a zpracování dřeva
- BRUNECKÝ, P.; TESAŘOVÁ, D. 2005. *Emise VOC z nábytkových dílců*. Brno : MZLU, 2005. S.14-36. ISBN 80-7355-040-7.
- CHURÁČEK, J. ...[et al.]. 1990. *Analytická separace látek*. Praha : SNTL, 1990. 384 s.
- ČSN EN ISO 16000-1. *Vnitřní ovzduší - Část 1: Obecná hlediska odběru vzorků*. 2007.
- ČSN EN ISO 16000-5. *Vnitřní ovzduší - Část 5: Postup odběru vzorků těkavých organických látek (VOC)*
- Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší ve znění zákona č. 385/ 2005 Sb.
- NV 331/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Vyhláška MZ č.6/2003, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Metodický návod pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb.

## Vzorová citace

TESAŘOVÁ, Daniela; ČECH, Petr. Kvalita ovzduší vnitřního prostředí v nábytkářských firmách. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online], 2012, roč. 5, č. 1-2. Dostupný z WWW: <<http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-02-2012/ovzdusi-nabytkarske-firmy.html>>. ISSN 1803-3687.

[1] Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb., § 2

[2] Directorate-General XII, Telecommunications, Information Market and Exploitation of Research: Legal notice Luxembourg 1995, s.4, ISBN 92-826-9332-5

[3] ŠUTA, M.: 2008. *Chemické látky v životním prostředí a zdraví*, Ekologický institut Veronica, Brno, ISBN 978-80-87308-00-4

[4] vyhláška MZČR č.6/2003

[5] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

---

Autor článku:

[Ing. Daniela Tesařová, Ph.D.](#)

[Ing. Petr Čech, Ph.D.](#)