

DLOUHODOBÉ EMISE VOC Z NÁBYTKOVÝCH DÍLCŮ

Z. Jergl

Došlo: 27. listopadu 2006

Abstract

JERGL, Z.: *Long-term VOC emissions emitted by furniture parts*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2007, LV, No. 1, pp. 65–70

The contribution refers to the problems of long-lasting emissions of VOC (volatile organic compounds) emitted from surface finishing furniture components. Furniture is one of the sources of VOC (volatile organic compounds) in living and working environment. By long-lasting affecting on a human body, higher emission concentrations of VOC in interior can cause health problems.

Time is a significant factor influencing the number of VOC (volatile organic compounds) emitted from surface finishing furniture components. The number of long-term emissions was examined in particular phases of production of furniture components.

The comparison was focused on a difference in surface finishing of furniture components with water-diluted materials and solvent lacquer materials.

The compound of water-diluted materials and solvent lacquer materials has an effect of a quantity of emitted VOC.

The quantitative and qualitative determination of VOC emissions from lacquer materials is the result of the carried out analyses.

VOC emissions, furniture's component, surface finishing, gas chromatography, mass spectrometry

V současné době je výzkum v oblasti analytické chemie v rámci instrumentálních metod hojně využíván ke stanovování množství škodlivin v pobytovém prostředí člověka. V uzavřených a nevětraných místnostech totiž dochází k postupnému zvyšování koncentrací sloučenin emitovaných z různých materiálů, které tvoří různé předměty, jimiž jsou interiéry vybavovány. Zdraví škodlivé jsou především emitované VOC látky (Volatile organic compounds – těkavé organické sloučeniny). VOC patří k největším znečišťovatelům vnitřního i vnějšího prostředí. Nárůst jejich koncentrace v interiéru je způsoben díky minimalizování tepelných ztrát lepším utěsněním dveří a oken budov. Zároveň však zvyšujícím se množstvím chemických látek v interiérech. Zdrojem těkavých organických látek v interiérech jsou tak především nábytek (velkoplošný konstrukční materiál, lepidla a nátěrové hmoty), nátěry, barvy a laky, sanitární prostředky, textilie, podlahoviny, kosmetika apod.

Každý jedinec je na působení těchto škodlivých látek jinak citlivý. Při zvýšené expozici mohou způsobovat únavu, stres, vyčerpání, bolest hlavy a start latentních nemocí. Mnohem závažnějším problémem jsou však somatické mutace (rakovina), mutace genetické, případně různé alergie. Onemocnění, která jsou spojována se zvýšenou koncentrací chemických látek ve vnitřním prostředí, jsou označována SBS (Sick Building Syndrom), též tzv. syndrom nemocných budov.

Z tohoto důvodu jsou díky výzkumům a v rámci legislativy stanovovány prahové koncentrace škodlivých látek v pobytových místnostech budov a v životním prostředí.

Jedním ze zdrojů škodlivých látek v interiéru, jak již bylo výše uvedeno, je právě nábytek. Z tohoto důvodu je pozornost v tomto příspěvku zaměřena na dlouhodobé emise VOC z nábytkového dílce, vyrobeného ze současně nejpožívanějších materiálů pro výrobu nábytku.

Cílem je zjištění, jaké množství škodlivých látek emitují jednotlivé materiály určené k výrobě nábytkového dílce a jak ovlivňuje hotový nábytkový dílec dokončený vybranými nátěrovými hmotami vnitřní pobytové prostředí člověka.

Výsledkem časově náročné výzkumné činnosti je odhalení toho, zda se běžný spotřebitel nevystavuje koupí tak základního předmětu denní potřeby, jakým je nábytek, budoucím zdravotním potížím.

MATERIÁL A METODY

Materiál

Pro potřeby výroby nábytkového dílce a analyzování VOC byly použity následující materiály:

- čerstvě vyrobená třívrstvá dřevotřísková deska (DTD) v surovém stavu (rozměry $18 \times 690 \times 690$ mm – celkový povrch tvoří 1 m^2)
- tabulové sklo jako inertní podklad nátěrových hmot pro stanovení jejich emisí VOC (povrch 1 m^2)
- močovinoformaldehydové lepidlo použité k dýhování (nános 150 g.m^{-2})
- dubová dýha tloušťky 0,8 mm pro dýhování výše uvedené DTD
- dýhová DB hrana s naneseným tavným lepidlem
- nátěrové hmoty: dvoukomponentní polyuretanová nátěrová hmota rozpouštědlová a dvoukomponentní polyuretanová nátěrová hmota vodou ředitelná (VRNH).

Zkušební zařízení

Zařízení pro měření emisí VOC

Maloprostorová komora VOC – TEST 1000 pro klimatizování vzorků představuje zkušební zařízení skříňového typu, jejíž dvě základní části tvoří vlastní zkušební prostor o objemu 1 m^3 a soustava strojního a elektronického zařízení, pro udržení nastavených parametrů a komory v provozu.

Zkušební prostor komory je vyhotoven z nerezového materiálu a je umístěn v horní části zařízení. Přístrojovým vybavením je zajištěno trvalé měření proudění vzduchu nad testovaným vzorkem. Proudění vzduchu je laminární o rychlosti $0,1\text{--}0,3 \text{ m.s}^{-1}$ a je zabezpečeno vodorovně uloženými lamelami v komoře před vstupem vzduchu. Objem vzduchu komory, tedy 1 m^3 , je vyměňován po 60 minutách tak, aby nastavené parametry vlhkosti (50 % r.v.v.) a teploty (23°C) ve zkušebním prostoru zůstaly konstantní.

Zařízení pro odběr vzorků vzduchu z maloprostorové komory

K odběru vzorků vzduchu zatíženého emisemi byla použita odběrová desorpční trubička se sorbentem

Tenax TA, přes níž vzduch prochází pomocí odběrového čerpadla vzduchu Gilian – LFS 113 SENSIDINE s průtokem vzduchu 6 l.h^{-1} a dobou odběru 360 minut.

Zařízení pro analyzování odebraných vzorků vzduchu s emisemi VOC

Desorpční trubičky se vzorkem odebraného vzduchu a s obsahem emise VOC budou podrobeny analýze na plynovém chromatografu (6890N HPST) s hmotnostním spektrometrem (5973 Network) a to podle metody předepsané normou: ČSN P ENV 13419 – Determination of emission volatile organic compounds.

Zkušební metody

Způsob řešení je shrnut do následujících bodů:

- Zhotovení vzorků, tedy podkladových dílců pro nátěrové hmoty (Naformátování DTD a tabulového skla tak, aby jejich celkový povrch tvořil zkušební plochu 1 m^2 , což je podmínkou pro uložení do klimatizační komory o objemu 1 m^3 . Dýhování DTD a broušení ploch brusnými papíry o zrnitosti 120 a 180. Dokončení nátěrovými hmotami nánosem 160 g.m^{-2}).

Dlouhodobé emise budou měřeny u těchto vzorků:

- DTD nedýhovaná
- DTD dýhovaná DB
- DTD dýhovaná DB s povrchovou úpravou nátěrovými hmotami
- Nátěrové hmoty nanesené na tabulovém skle (nános 160 g.m^{-2}).
- Připravené vzorky se nechají skladovat 28 dní dle normy ISO 16000-9 a následně se měří emitované těkavé organické sloučeniny (VOC) (pro dlouhodobé užívání k zatížení vnitřního životního prostředí).
- Pro odběr emitovaných VOC se dokončený dílec/vzorek vloží do komory VOC-TEST 1000.
- Z komory VOC-TEST 1000 se odebere vzorek vzduchu zatížený emisemi, emitovanými testovaným dílcem/vzorkem, na odběrovou trubičku.
- Obsah odběrové trubičky je poté ihned analyzován na plynovém chromatografu s termální desorcí a hmotnostním spektrometrem.
- Po analýze na plynovém chromatografu s termální desorcí a hmotnostním spektrometrem je stanoveno zastoupení jednotlivých látek v každém vzorku, jejich množství. Práce je stanovena dle ČSN P ENV 13419-1- chromatograf typu HP 6890 D.
- Následuje porovnání získaných hodnot emisí s limitními hodnotami sledovaných zástupců VOC stanovenými pro vnitřní pobytové prostředí vyhláškou MZ ČR č. 6/2003 (Tab. I).

I: Limitní koncentrace emisí VOC ve vnitřním obytném prostředí dle vyhlášky MZ ČR č. 6/2003

Ukazatele	Jednotka	Limit
Benzen	ug.m ⁻³	7
Toluen	ug.m ⁻³	300
Styren	ug.m ⁻³	40
Etylbenzen	ug.m ⁻³	200
Xyleny	ug.m ⁻³	200

VÝSLEDKY A DISKUSE

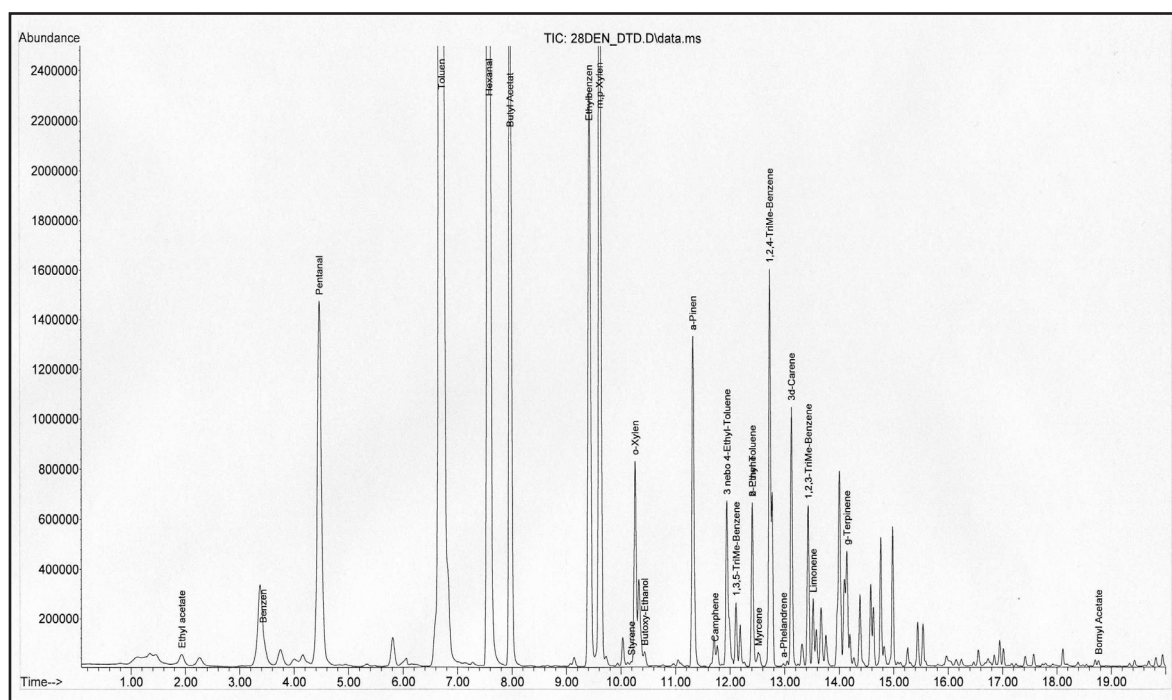
Dosažené výsledky emisí VOC ze zkoumaných vzorků jsou následně uvedeny v příkladech grafic-

kých záznamů z plynového chromatografu s hmotnostním spektrometrem a v tabelárním přehledu. V uvedených grafech jsou porovnány hodnoty limitovaných zástupců emisí VOC a celkových emisí VOC u jednotlivých vzorků po 28 dnech.

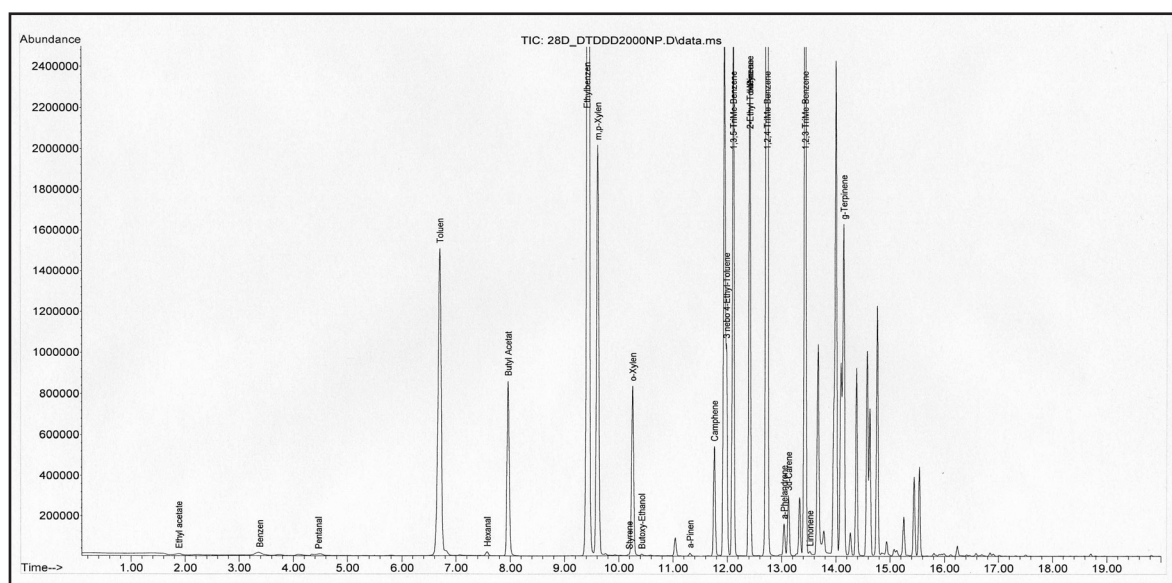
Při porovnání limitovaných zástupců emisí VOC mezi jednotlivými vzorky (Obr. 3) je patrné, že nejvíce zatíží prostředí nedýhovaná DTD, a to emisí toluenu 35,1 ug.m⁻³ a xyleny 5,2 ug.m⁻³. Přítomnost těchto sloučenin souvisí s chemikáliemi používanými při výrobě aglomerovaných materiálů. Jejich emisní množství je však v porovnání s limitní hodnotou pro obytné prostředí (Tab. I) na nízké úrovni, tudíž je vyhovující.

II: Naměřené hodnoty dlouhodobých emisí

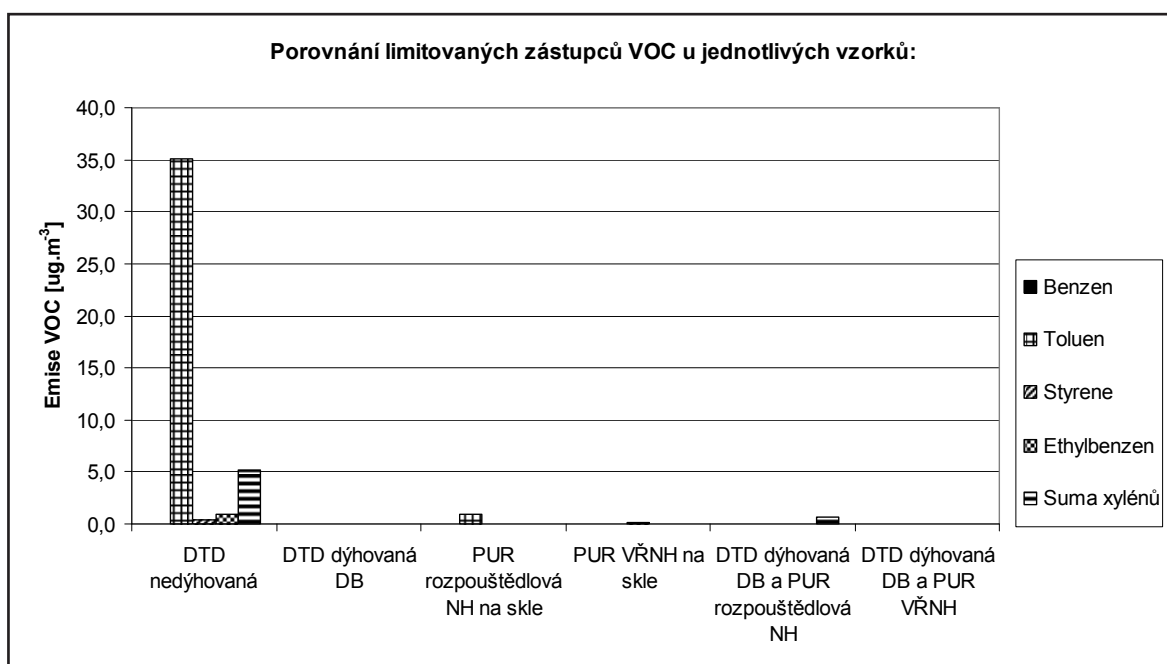
Stanovení dlouhodobých emisí VOC u vzorků po 28 dnech od jejich výroby						
VOC	DTD nedýhovaná	DTD dýhovaná DB	PUR rozpouštědlová NH na skle	PUR VŘNH na skle	DTD dýhovaná DB a PUR rozpouštědlová NH	DTD dýhovaná DB a PUR VŘNH
	ug.m ⁻³					
Ethyl acetate	14,5	0	0	10,3	0	0
Benzen	0	0	0	0	0	0
Pentanal	274,5	5,0	0,6	2,4	0	0
Toluen	35,1	0	1,0	0	0	0
Hexanal	548,7	6,1	0,1	1,8	0	1,8
n-Butyl acetate	17,0	0,1	3,6	1,6	1,9	0,3
Ethylbenzen	0,9	0	0	0	0	0
m,p-Xylen	4,9	0	0	0	0,3	0
Styrene	0,4	0	0,1	0,1	0	0
o-xylene	0,3	0	0	0	0,3	0
Butoxy-Ethanol	1,9	0	0,7	1,0	0,2	0,3
a-Pinene	130,6	3,4	0	2,1	0	0
Camphene	3,5	0,1	0,3	0,3	0,5	0,2
3 nebo 4-Ethyl-Toluene	9,8	1,5	33,9	0	9,0	21,3
1,3,5-Trimethyl-Benzene	2,4	0	40,3	0	31,3	16,3
b-Pinene	38,4	0,3	0,8	0,2	0,2	0,2
2-Ethyl Toluene	5,3	0	128,2	0	57,4	15,6
Myrcene	1,7	0	0	0,2	0,1	0,2
1,2,4-Trimethyl-Benzene	15,7	0	155,3	0	121,5	66,3
a-Phelandrene	0	0	0,1	0,1	0	0
3-d-Carene	21,6	0,3	0	0	0,4	0,2
1,2,3-Trimethyl-Benzene	6,7	0	77,2	0	48,2	29,6
Limonene	8,3	0	1,4	1,1	0,2	0,2
g-Terpinene	0,8	0	2,8	0	1,7	1,0
Suma VOC	1142,9	16,7	446,3	21,2	273,3	153,5



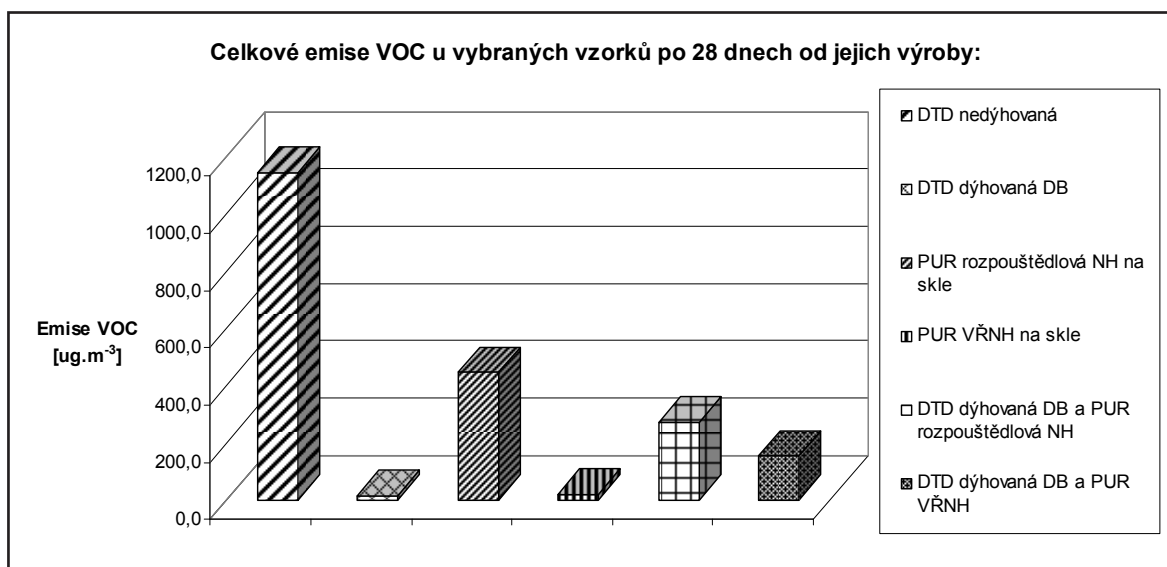
1: Příklad grafického záznamu emisí VOC z plynového chromatografu s hmotnostním spektrometrem (GC/MS) u dřevotřískové desky nedýhované, měřené po 28 dnech



2: Příklad grafického záznamu emisí VOC z GC/MS, měřených po 28 dnech u dřevotřískové desky dýhované a povrchově dokončené PUR rozpouštědlovou nátěrovou hmotou



3: Grafické porovnání limitovaných VOC u zkoumaných vzorků po 28 dnech



4: Grafické porovnání celkových VOC u zkoumaných vzorků

DTD dýhovaná DB bez povrchové úpravy nevykazuje žádné emise v rámci sledovaných limitovaných sloučenin a je tedy z pohledu zdravotní nezávadnosti v pořádku. V porovnání s nedokončenou DTD je zde patrný efekt uzavření emisí aglomerovaného materiálu zadýchováním.

Polyuretanová nátěrová hmota rozpouštědlová, která byla nanášena na tabulové sklo jako inertní podklad tak, aby se daly posuzovat pouze její vlast-

nosti, vykazuje ze sledovaných sloučenin jen nepatrné množství toluenu. Téměř žádné dlouhodobé emise nebyly zaznamenány u polyuretanové vodou ředitelné nátěrové hmoty nanášené také na tabulové sklo. Bezmála podobného výsledku bylo dosaženo u této nátěrové hmoty nanášené na DTD dýhované DB. Vodou ředitelné nátěrové hmoty obsahují přibližně 10 % organických rozpouštědel. U nábytkového dílce s povrchovou úpravou rozpouštědlovou

polyuretanovou nátěrovou hmotou bylo detekováno celkem $0,6 \text{ ug.m}^{-3}$ emisí xylenů. Přítomnost xylenů, byť jen ve velmi nepatrném a zdraví nezávadném množství, je opodstatněná, protože xylen se používá k výrobě rozpouštědel do polyuretanových nátěrových hmot. Z dosaženého výsledku je tedy zřejmé, že i po 28 dnech je nepatrná stopa po xylenech moderním analytickým zařízením zachytitelná.

Nejvyšších hodnot celkových emisí VOC po 28 dnech bylo dosaženo u dřevotřískové desky nedýhované (Obr. 4). Nejvíce zde byly zastoupeny aldehydy jako je hexanal a pentanal (Tab. II, Obr. 1). Menší množství emisí pak tvořily terpeny α -pinen, β -pinen, 3-d-carene a limonen. Uvedené sloučeniny jsou přirozenou součástí jehličnatého dřeva, používaného k výrobě aglomerovaných materiálů. Jehličnaté dřeviny obsahují ve své pryskyřici přibližně 68 % kalamy, 20 % zmíněných terpenů a 12 % vody.

Nížších celkových dlouhodobých emisí pak dosáhly vzorky s polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou nanesenou na tabulové sklo a na DTD dýhovanou DB. Na celkových emisích se zde podílely převážně sloučeniny jako je 2-ethyl-toluen a izomery trimetyl-benzenu, které tvoří součást rozpouštědel těchto nátěrových hmot a i po 28 dnech byly zaznamenatelné. V rámci předepsaných limitních sloučenin však nejsou definovány.

U vodou ředitelné PUR nátěrové hmoty nanesené na dýhovanou DTD byly pak detekovány v porovnání s druhou nátěrovou hmotou na dýhované DTD také sloučeniny 2-ethyl-toluen a izomery trimetyl-benzen, ale v menším množství.

Z celkových dlouhodobých emisí na tom byla nejlépe DTD dýhovaná DB a PUR VRNH nanesená na tabulovém skle, kde byly zaznamenány nejnižší hodnoty v porovnání s ostatními vzorky.

SOUHRN

Nábytek vyrobený z dřevotřískové desky dýhované dubovou dýhou a povrchově dokončený vybranou polyuretanovou rozpouštědlovou nebo vodou ředitelnou nátěrovou hmotou splňuje svými dlouhodobými emisemi u definovaných sloučenin VOC povolený limit. V různé fázi výroby nábytkového dílce jsou vykazovány postupně připravovaným nábytkovým dílcem rozdílné hodnoty dlouhodobých emisí VOC. Příkladem může být zadýhování dřevotřískové desky, čímž dochází ke snížení množství emisí. Opakem je pak dočasné zvýšení škodlivých emisí VOC po provedení povrchové úpravy nátěrovými hmotami. Nábytkový dílec dokončený polyuretanovou vodou ředitelnou nátěrovou hmotou vykazuje po 28 dnech nižší množství celkových emisí než nábytkový dílec dokončený polyuretanovou rozpouštědlovou nátěrovou hmotou.

Ve všech fázích výroby nábytkového dílce pak dlouhodobé emise limitovaných sloučenin, měřené po 28 dnech od jednotlivých výrobních kroků, nepřesáhly svými hodnotami povolené meze. Množství emisí z jednotlivých fází přípravy nábytkového dílce nelze celkově sečítat. Z provedeného výzkumu plyne, že nábytek vyrobený z uvedených materiálů, starší 28 dní, by neměl být již zdraví škodlivý.

emise VOC, nábytkový dílec, povrchová úprava, plynová chromatografie, hmotnostní spektrometrie

Poděkování patří grantové agentuře IGA, neboť na základě získaných grantových finančních prostředků byl realizován tento výzkum v rámci řešení projektu č. 48/2006.

LITERATURA

- BRUNECKÝ, P., TESAŘOVÁ, D.: Emise VOC z nábytkových dílců. Brno, MZLU, 2005, s. 14–36. ISBN 80-7355-040-7
BRUNECKÝ, P.: Domiciologie, Brno, MZLU, 1998, s. 34. ISBN 80-7157-307-8

- KALEDOVÁ, A., KALENDA, P.: Technologie nátěrových hmot. 1. vyd. Univerzita Pardubice, 2004, s. 170–171. ISBN 80-7194-854.
ČSN P ENV 13419 – Determination of emission volatile organic compounds
ISO 16000-9

Adresa

Ing. Zdeněk Jergl, Ústav nábytku, designu a bydlení, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, e-mail: zdjer@centrum.cz