

OLFAKTOMETRICKÉ ZAŤAŽENIE OVZDUŠIA

L. Haraslínová

Došlo: 16. června 2009

Abstract

HARASLÍNOVÁ, L.: *Olfactometric pollution of air*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2009, LVII, No. 5, pp. 111–118

This paper describes the olfactometric assessment of volatile organic compounds emitted by coating films.

It describes the measurements of concentration, intensity, hedonic tone and character of odor caused by emissions of volatile organic compounds. VOCs' emitted in to the small-space chamber with capacity of 1m³ were tested by dynamic olfactometric method. Paper also contains a comparison of olfactometric air pollution of two different types of coating films. The work is aimed to determine the relationships and dependencies between the measured values of volatile organic compounds obtained by the gas chromatography and reported sensation.

volatile organic compound, odor, European odor unit, character of odor, hedonic tone, intensity of odor, concentration of odor compounds

Problematika emisií organických prchavých látok (VOC) v obytnom aj pracovnom interiéri patrí medzi faktory výrazne ovplyvňujúce kvalitu životného prostredia v interiéri. Emisie VOC, vyskytujúce sa v ovzduší interiéru obytných budov, sú jedným z najzávažnejších problémov životného prostredia. VOC látky sú diskutované z pohľadu vplyvu na vnútorné a vonkajšie životné prostredie. Zisťujú sa zdroje, analyzujú sa po kvalitatívnej i kvantitatívnej stránke, skúma sa ich vplyv na zdravie človeka. Toto všetko má jediný cieľ, čím najviac zamedziť úniku VOC látok do životného prostredia (Brunecký, P., Tesařová, D. 2005; Urbanovská, A., 1998).

VOC (volatile organic compound)

VOC – prchavou organickou látkou sa rozumie akákoľvek organická zlúčenina alebo zmes organických zlúčenín, s výnimkou metánu, ktorá pri teplote 20°C (293,15K) má tlak pár 0,01 kPa alebo viac, alebo má odpovedajúcu prchavosť za konkrétnych podmienok jej použitia a môže v priebehu svojej prítomnosti v ovzduší reagovať za spolupôsobenia slnečného žiarenia s oxidmi dusíka za vzniku fotochemických oxidantov (Zákon č. 86/2002 Sb.).

Jednou z oblastí, ktorej sa venuje pozornosť v súvislosti s pôsobením VOC látok v ovzduší na človeka, je pôsobenie pachových látok. Otorové látky sú plynné zložky v ovzduší, vnímané ako pachy. Ne-

príjemné – zápachy, príjemné – vône. Sú to anorganické alebo organické látky, väčšinou produkované človekom samotným alebo jeho činnosťou, poprípade uvoľňované zo stavebných konštrukcií a zariadení obytných miestností. Ich výskyt má v interiéroch budov stúpajúcu tendenciu.

Nepríjemnosť odoru je určovaná tzv. hedonickým tónom t.j. subjektívnym pocitom človeka. Každý pach je tvorený jednou látkou alebo zmesou zlúčenín. Pre oba prípady je možné stanoviť jednotlivé koncentrácie látok obsiahnutých v plyne, ale tieto hodnoty nebudú spravidla vypovedať o intenzite a typu pachu. Jednotlivé látky zmesi sa vzájomne ovplyvňujú a kombinujú a vytvárajú tak premenný charakter pachu pre rôzne koncentrácie látok v zmesi (Jokl, M., 2002; Decio, M., 2008; Prost, C., 2007).

Cieľom tejto práce je stanoviť kvalitatívne a kvantitatívne zloženie VOC látok emitovaných z nábytkových dielcov. Zistiť či so stúpajúcou koncentráciou VOC látok v ovzduší stúpa i množstvo pachových jednotiek. Stanoviť koncentráciu pachovej jednotky, intenzitu, hedonicitu tónu a charakter pachu pri jednotlivých vzorkách.

MATERIÁL A METÓDY

Materiál

- Drevotriesková doska (ďalej len DTD) dyhovaná bukovou (ďalej len BK) dyhou
- DTD dyhovaná BK dyhou a povrchovo dokončená polyuretánovou vodou riediteľnou náterovou látkou (ďalej len PUR VRNH)
- DTD dyhovaná BK dyhou a povrchovo dokončená polyuretánovou rozpúšťadlovou náterovou látkou (ďalej len PUR NH).

Prístrojové vybavenie

Malopriestorová komora VOC-TEST 1000

Malopriestorová komora o objeme 1m³ je určená pre okamžité stanovenie emisií VOC a iných prechádzajúcich látok z materiálov dlhodobo umiestnených pri stabilnej teplote, vlhkosti s definovanou rýchlosťou výmeny vzduchu. Komora je riešená v skriňovom prevedení ako komplexný celok (Obr. 1).

Technické parametre malo-priestorovej komory VOC – TEST 1000

Obsah skúšobného priestoru komory.....	1 m ³
Nastaviteľný rozsah vlhkosti vzduchu v skúšobnom priestore	45%–55% r.v.v.
Presnosť regulácie vlhkosti vzduchu v skúšobnom priestore	> 0,5 °C
Nastaviteľný rozsah teplôt v skúšobnom priestore.....	15–50 °C
Presnosť regulácie teploty v skúšobnom priestore	> 0,5 °C
Výmena vzduchu v skúšobnom priestore	1 m ³ /h
Rýchlosť prúdenia vzduchu nad testovanou vzorkou	0,1 – 0,3 m/s

Odberové čerpadlo vzduchu Gilian LFS – 113

Odber vzorky vzduchu je zaistený čerpadlom Gilian LFS-113 s prietokom vzduchu 12 l/h a dobou odberu 180 minút (Obr. 3).

Odberové trubičky

Vzduch sa prečerpáva do odbernej ocelevej trubičky so špeciálnou náplňou, ktorej zloženie závisí na type látky, ktorá sa má následne analyzovať. Oceleová trubička určená na odber vzduchu a následnú analýzu emisií VOC látok je naplnená Tanaxom TA (Obr. 5).

Plynový chromatograf AGILENT GC 6890 N s hmotnostnou spektrometriou 5973, s termálnou desorpciou DT 4 a kryofokusáciou (Obr. 2)

Odberové vaky

– jednorazové nalofanové vaky (Obr. 5)

Olfaktometer ECOMA TO8-8

Pre presnejšie meranie pachu bol vyvinutý prístroj Olfaktometer. Zariadenie pre stanovenie pachu pracuje s pachovoneutrálным vzduchom, do ktorého sa dá regulovane primiešavať znečistená (meraná) vzorka vzduchu (Obr. 6).



1: Odberová nádoba s odberovým vakom a malopriestorová komora



2: Plynový chromatograf s termálnou desorpciou a hmotnostnou spektrometriou



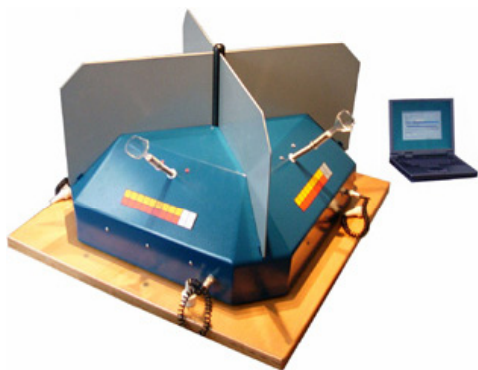
3: Čerpadlo vzduchu Gilian LFS-113



4: Odberová oceľová trubička so sorbentom Tanax TA



5: Nalofanové odberové vaky



6: Olfaktometer (www.olfatec.com)

Použité metódy:

Odber emitovaných VOC látok z podkladového materiálu na odberovú trubičku

Pre odber emitovaných VOC látok sme podkladový materiál vložili do malo-priestorovej komory a pomocou odberového čerpadla vzduchu sme odobrali vzorku vzduchu zaťaženú emisiami VOC látok uvoľnených z testovaných dielcov.

Odber vzorky vzduchu

V rovnakom čase sme odoberali vzorky vzduchu do jednorazových nalofanových vakov pomocou vákuovej vzorkovacej nádoby a teflónovej trubičky. Po odbere vzorky vzduchu sme nalofanový vak uzavreli.

Stanovenie kvalitatívneho a kvantitatívneho zloženia emisií VOC látok

Odobratú vzorku na odberovej trubičke sme podrobili analýze v plynovom chromatografe s hmotnostnou spektrometriou a termálnou desorpciou. Stanovili sme kvantitatívne a kvantitatívne zloženie VOC látok podľa metodiky popísanej normou: ISO 16 000-9: Vnitřní ovzduší – část 9: Stanovení emisí těkavých organických látek ze stavebních materiálů a nábytku.

Olfaktometrické meranie

Stanovenie koncentrácie pachovej látky a stanovenie pachovej jednotky pomocou olfaktometra ECOMA TO8-8 bolo vykonané podľa ČSN EN 13 725.

Porovnanie výsledkov

Výsledky olfaktometrických meraní (koncentráciu pachových látok, hedonický tón, intenzitu pachových látok a charakter pachu) sme porovnali s výsledkami kvantitatívnej a kvalitatívnej analýzy VOC vzorky ovzdušia.

Olfaktometrické meranie metódou ÁNO/NIE

Každá vzorka je meraná v priebehu dvoch kôl podávaním postupne zriedovaného vzorku posudzovateľom. Strieda sa podanie zriedenej vzorky, prípadne nulovej vzorky a referenčného vzduchu. Posudzovateľ reaguje a stlačí tlačidlo, pokiaľ zaregistruje zmenu medzi vzorkou a referenčným vzduchom. Podanie vzorky v jednom kole končí vtedy, ak všetci posudzovatelia vo dvoch po sebe idúcich krokoch stlačia tlačidlo, alebo ak je dosiahnutý najnižší riadiaci pomer olfaktometra. Výsledok stanovenia je uvedený v Európskych pachových jednotkách na meter kubický – ou_E/m^3 .

1 ou_E = množstvo pachových látok, ktoré sú odparené do $1m^3$ neutrálneho plynu za normálnych podmienok (teplota 273,15K, tlak 101,325kPa) a vyvolávajú u testujúcich posudzovateľov rovnaký zmyslový vnem, ako 123 μg n-butanolu, rozptýleného v objeme $1m^3$ neutrálneho plynu za normálnych podmienok.

Výskyt a vlastnosti pachových látok sú obvykle vyjadrované pomocou štyroch veličín, a to:

- **koncentrácie** (aktuálna koncentrácia pachových látok vo vzduchu, ktorá sa vyjadruje v pachových jednotkách ($\text{ou}_\text{p}/\text{m}^3$) a stanovuje sa metódou dynamickej olfaktometrie);
- **intenzity** (sila vnemu – od žiadneho vnemu až po extrémne silný vnem) závislosť intenzity pachu na koncentrácii nie je v zásade lineárna a závislosť najlepšie vystihuje funkcia logaritmická;
- **charakteru** (vyjadrenie pocitu pozorovateľa ... pach je cítiť ako pomaranč, káva) typy pachu sú popísané v deskripte pachu = holandskej klasifikácii pachu;
- **hedonického tónu** (pach príjemný, nepríjemný; tento tón sa môže s intenzitou vnímania meniť od príjemného k nepríjemnému).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analýza VOC látok a vzorky vzduchu z podkladového materiálu DTD dyhovanej BK dyhou po 72 h od dyhovania.

Analýza VOC látok a vzorky vzduchu z podkladového materiálu DTD dyhovanej BK dyhou a po-

vrchovo dokončenej PUR VRNH (veľkosť náosu $141\text{g}/\text{m}^2$) po 72 h od náosu NH.

Analýza VOC látok a vzorky vzduchu z podkladového materiálu DTD dyhovanej BK dyhou povrchovo dokončenej PUR NH (veľkosť náosu $123\text{g}/\text{m}^2$) po 72 h od náosu NH.

Po kvalitatívnej a kvantitatívnej analýze ovzdušia, odobratého z malopriestorovej komory zataženého emisiami VOC látok, na plynovom chromatografe s hmotnostným spektrometrom a termálnou desorpciou sme zistili jeho zloženie (Tab. I). Vzorky ovzdušia boli ďalej hodnotené posudzovateľmi a bola stanovená ich koncentrácia (Tab. I), intenzita (Obr. 7) charakter (Tab. II) pachu a hedonická tónu (Obr. 8).

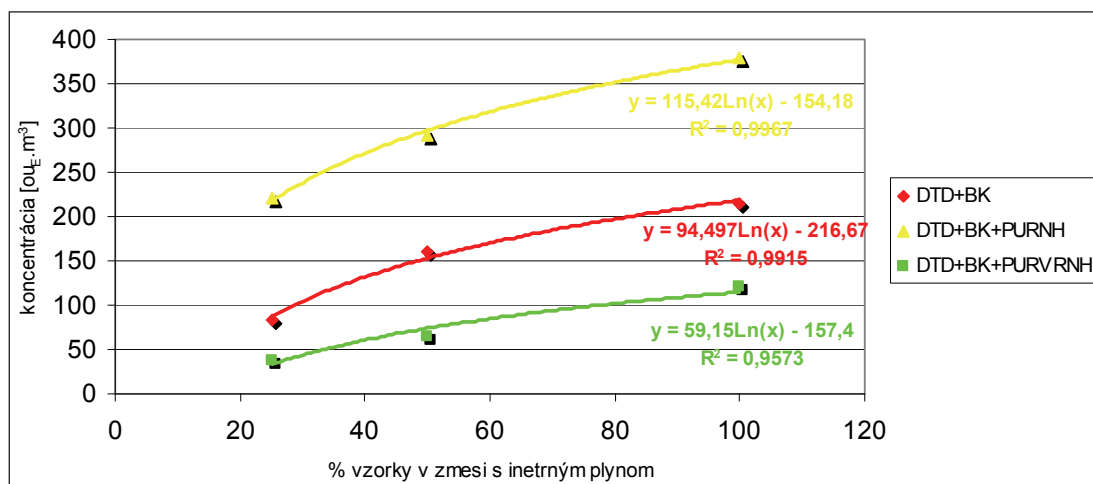
Pri porovnaní výsledkov koncentrácie pachových látok a sumy VOC alebo TVOC sa neprejavila priama závislosť. Nie je možné konštatovať, že so stúpajúcou koncentráciou VOC látok vo vzorke ovzdušia stúpa i množstvo pachových jednotiek. Toto je možné vysvetliť tým, že pri zmesiach dvoch a viacej látok, látky spolu reagujú a vzájomne sa ovplyvňujú a rovnako je ovplyvnený i pachový vnem z nich. Prichádza k javom ako je: maskovanie, neutralizácia, opačné pôsobenie, sčítanie – zosilnenie, synergizmus.

I: Kvalitatívne a kvantitatívne zloženie vzorky ovzdušia a koncentrácia pachu vzoriek vzduchu

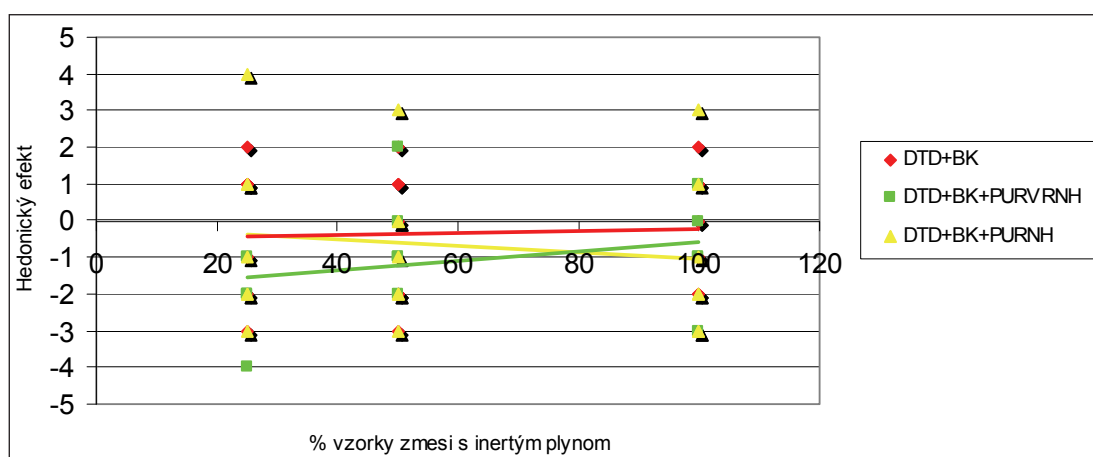
Látka	Materiál	DTD+BK	DTD+BK+PUR VRNH	DTD+BK+PUR NH
		koncentrácia celkom ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	koncentrácia celkom ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	koncentrácia celkom ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Etylacetát		5,24	5,41	6,11
Benzén		0,41	0,42	0,14
1-Metoxi-2-propanol		3,17	4,65	5,79
Pentanál		16,30	3,71	4,39
Toluén		37,65	61,15	69,02
Hexanál		37,96	5,88	6,15
n-Butylacetát		14,99	24,79	28,69
Etylbenzén		6,20	12,11	13,47
m,p-Xylén		18,65	34,85	38,86
Styrén		0,09	0,17	0,18
o-Xylén		3,34	6,44	7,21
α -Pinén		18,10	0,63	0,88
β -Pinén		6,02	0,23	0,26
a-Pfelandréen		0,11	0,65	0,76
3-d-Caren		21,73	0,65	0,80
Limonén		1,62	0,41	0,45
Bornylacetát		0,21	0,05	0,06
Suma VOC		193,12	162,22	183,29
TVOC		71,00	458,00	382,00
Koncentrácia pachových látok ($\text{ou}_\text{p}/\text{m}^3$)		215,00	120,00	380,00

II: Charakter pachu vzoriek vzduchu

Materiál	DTD+BK	DTD+BK+PUR VRNH	DTD+BK+PUR NH
Charakter pachu	416 drevo	716 plast	714 farba



7: Intenzita pachových látok vzoriek vzduchu



8: Hedonický tón pri rôznom riedení inetrným plynom vzoriek vzduchu

Znižovaním koncentrácie pachových látok sa znižuje aj intenzita vnemu. Pri niektorých vzorkách sa intenzita vplyvom riedenia menila viac, pri iných menej v závislosti na pomernom zastúpení aldehydov a arómatov k zastúpeniu terpenov.

Skutočnosť, že posudzovatelia hodnotili hedonickú tónu DTD dyhovanej BK dyhou dokončenou PUR NH pri vyššom riedení inetrným plynom vyššou známku je možné vysvetliť tým, že charakter pachu pripomínal pach farieb. Tento pach si človek spája s pocitom zdravotného rizika. A keď tento pach strácal na intenzite, posudzovatelia sa tohto pocitu pomaly zbavovali.

Opačný efekt bol indikovaný pri vzorke vzduchu emitovanej DTD dyhovanou BK dyhou dokončenou

PUR VRNH, pri ktorej posudzovatelia viac zriedenú vzorku vzduchu hodnotili nižšou známku, to znamená, že väčšie zriedenie vyvolávalo nepríjemnejší hedonický pocit.

Neutralitu hedonicity tónu DTD dyhovanej BK dyhou je možné vysvetliť zvýšeným množstvom terpenov obsiahnutých v posudzovanej vzorke ovzdušia, ktoré maskovali pachy arómatov a aldehydov.

Hedonický tón je ovplyvnený koncentráciou pachových látok, ale aj charakterom pachu. Rôzne charaktery pachu vyvolávajú u posudzovateľov rôzne reakcie. Každý charakter pachu si človek spája s niečím, čo mu konkrétne pripomína.

SÚHRN

Príspevok sa zaoberá problematikou emisií prchavých organických látok z nábytkových dielcov a ich posúdením dynamickou olfaktometrickou metódou.

Vzorky ovzdušia s emisiami prchavých organických látok z drevotrieskovej dosky dyhovanej bukovou dyhou a povrchovo upravenej polyuretánovou náterovou rozpúšťadlovou látkou a polyuretánovou vodou riediteľnou náterovou látkou, po 72 hodinách od aplikácie náterových látok, boli analyzované na plynovom chromatographe s termálnou desorpciou a hmotnostnou spektrometriou. Bolo

stanovené kvalitatívne a kvantitatívne zloženie ovzdušia podľa normy ISO 16 000-9. Ďalej boli odobrané vzorky zataženého ovzdušia do nalofanových vriec a analyzované metódou dynamickej olfaktometrie podľa normy ČSN EN 13 725. Výsledkom olfaktometrického posúdenia bolo stanovenie koncentrácie pachových látok, intenzity pachu, hedonicity tónu a charakteru pachu. Výsledky olfaktometrických meraní boli porovnané s výsledkami nameraných hodnôt na plynovom chromatografe.

Závislosť nameraných hodnôt a zaznamenaných vnemov bola spracovaná do tabuliek a grafov.

Porovnanie nameraných hodnôt nepreukázalo, že zvyšovaním koncentrácie sumy VOC látok sa zvyšuje i koncentrácia pachových látok. Môže to byť pravdepodobne ovplyvnené javom zvaným „maskovanie“. Je zrejmé, že k maskovaniu dochádza vplyvom výskytu väčšieho množstva terpénov v zmesi VOC látok.

Intenzita pachových látok sa vplyvom riedenia mení. Dochádza k znižovaniu sily intenzity vnemu. Potvrdilo sa, že táto závislosť je logaritmická.

Pomerným znížením množstva aldehydov a arómátov vo vzorkách ovzdušia dochádza k príjemnejšiemu hodnoteniu vzorky posudzovateľmi, čo je zrejmé pri stanovení hedonického tónu. Hedonický tón ovplyvňuje i charakter pachu. S rôznym charakterom si posudzovatelia spájajú viac alebo menej príjemné veci.

Vzhľadom na to, že ide o pilotné meranie je nutné výsledky tejto práce preveriť viacerými meraniami.

organické prchavé látky, oder, Európska pachová jednotka, charakter pachu, hedonický tón, intenzita pachu, koncentrácia pachových látok

SUMMARY

The contribution deals with emissions of volatile organic compounds from furniture parts and their assessment by dynamic olfactometric method.

Air samples of emissions of volatile organic compounds were emitted by particleboard with beech veneer on its surface which was finished by polyurethane solvent coating material or water base polyurethane. Sampling was done 72 hours after application. This samples were analyzed on a gas chromatograph with thermal desorption and mass spectrometry.

The determinations of qualitative and quantitative VOC compositions were done according to standard ISO 16 000-9. The other parts of testing were analysis of air samples taken into nalofan bags by dynamic olfactometric methods according to the standard ČSN EN 13 725. Outcome of olfactometric assessments were determinations of odor concentrations, intensity of odor, hedonic tone and character of odor. Results of olfactometric measurements were compared with values measured on gas chromatograph.

Dependences of measured values and reported sensations were used for tables and graphs creation. Comparison of the measured values did not prove that increasing of VOCs concentration brings increases of odor concentration. This could be explained by the phenomenon called masking. It seems that masking appears with bigger amount of terpen mixture in VOCs.

The intensity of odor changed thanks of dilution, which reduced of power intensity of sensation. It was proved that this dependency is logarithmic.

After reduction of the quantity of aldehydes, and aromatics in the air of samples were these evaluated as more pleasant. This is evident in determining hedonic tone. Hedonic tone influences also character of odor. The evaluators associated the different character with more or less pleasant things.

These were pilot measurements so it is necessary verify the results of this work by more measurements.

Na tomto mieste by som chcela poďakovať za rady, pripomienky a konzultácie Doc. Ing. Daniele Tesařovej, Ph.D., Ing. Alene Ansorgovej, Ph.D. a Ing. Petre Auterskej, CSc., a za spoluprácu na tomto projekte pracovníkom firmy Odour a všetkým tím, ktorí boli ochotní sa podieľať na olfaktometrickom posudzovaní vzoriek. Práca vychádza z výsledkov riešeného grantového projektu – 39/2008 Internej grantovej agentúry LDF MZLU v Brně: Vplyv jednotlivých VOC látok na veľkosť pachovej jednotky.

LITERATÚRA

- BRUNECKÝ, P., TESAŘOVÁ, D., 2005: *Emise VOC z nábytkových dílců*, 1. vyd. Brno: MZLU, 14 s., ISBN 80-7355-040-7
- URBANOVSÁ-POPOVIČOVÁ, A., 1998: *Látky nežiádající ve vnitřním prostředí*, Bratislava: STU, (online)

[citované 16. 3. 2006]. Dostupné na < <http://www.vscht.cz> >

- JOKL, M., 2002: *Zdravé obytné a pracovní prostředí*, Praha: Akademie věd ČR, 41 s. ISBN 80-200-0928-0
- DECIO, M., 2008: *Influence of an innovative mortar on Indoor Air Quality*, In Emissions and odours from materials 2008, Belgium

- PROST, C., 2007: *Recent developments in aroma analysis and olfactometric techniques to characterize air odor*, In Emissions and odours from materials 2007, Belgium www.olfatec.com
Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší

Adresa

Ing. Lucia Haraslínová, Ústav nábytku, designu a bydlení, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: xharasli@node.mendelu.cz

