

Laminátové podlahy ako zdroj prchavých organických látok

N. Števulová, M. Bálintová, A. Nepauerová: Laminated Floorings as a Source of Volatile Organic Compounds. Život. Prostr., Vol. 38, No. 4, 205 – 208, 2004.

The emission of volatile organic compounds from building materials, influence the indoor air quality. Especially wood-based products used for flooring constructions are a potential long-term source of indoor air pollution. In this paper we present our knowledge concerning composition of laminated floorings and the ending connections of laminate floor segments, the results of measurement of volatile organic compounds concentration in indoor environment as well as the requirements on the quality of laminated floorings.

Aplikácia nových konštrukčných materiálov a ne-certifikovaných materiálov často vedie k zhoršeniu kvality vnútorného vzduchu v budovách v dôsledku uvoľňovania škodlivín. Sprievodným javom výstavby či obnovy budov s novodobými oknami a dverami je výrazné obmedzenie prirodzenej výmeny vzduchu. Výsledkom spolupôsobenia oboch spomínaných faktorov je hromadenie škodlivých látok vo vnútornom prostredí budov a nebytových domov určených na dlhodobý pobyt. Ich dlhodobejšie pôsobenie môže byť príčinou zdravotných ťažkostí, ktoré môžu viesť až k závažným ochoreniam.

Jedným z najdôležitejších povrchov v bytových priestoroch je podlaha. Okrem významných funkčných úloh dotvára aj architektúru celého vnútorného priestoru. Aby podlaha prispievala k celkovej pohode užívateľa bytu i k zdravej klíme v ňom, treba správne zvoliť materiál a spôsob realizácie podlahovej konštrukcie. Vzhľadom na širokú paletu materiálov používaných do podlahových konštrukcií a aplikáciu nových povrchových úprav nášlapnej vrstvy podláh treba v súčasnosti sústrediť pozornosť na uvoľňovanie prchavých organických látok (VOCs) do vnútorného prostredia.

Komerčne úspešným výrobkom na báze dreva je laminátová podlaha. V súčasnosti patrí takmer k štandardnému vybaveniu bytu či domu. Zabudované výrobky takéhoto druhu patria však medzi významné zdroje výparov formaldehydu a fenolu z lepidiel na báze fenolformaldehydových živíc.

Príspevok je zameraný na zhodnotenie doterajších poznatkov z hľadiska zaťaženia vnútorného prostredia

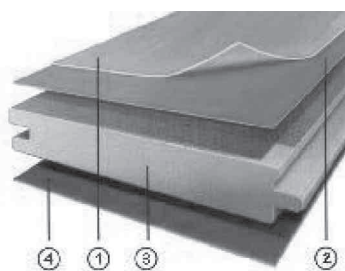
prchavými organickými látkami emitovanými z laminátových podláh. Poskytuje prehľad laminátových podláh ponúkaných na slovenskom trhu a ich environmentálne hodnotenie.

Konštrukcia laminátových podláh

Laminátové podlahy sú priemyselne vyrábané veľkoplošné dielce rôznych rozmerov a farieb. Ide o nosiče z drevotriesky či technického dreva vrstvené a lisované pod vysokým tlakom, ktoré sú zaopatené perami a drážkami alebo tzv. samosvorným spojmom (napr. Click, Lock). Pod vysokoodolnou povrchovou vrstvou sa nachádza dekoračná vrstva, väčšinou s imitáciou dreva (obr. 1).

- **Nosná vrstva**, ktorá tvorí jadro lamely, je najdôležitejšou časťou podlahy. Najčastejšie je to doska vyrobená z odpadového dreva, napríklad stredne zhutnená drevovláknitá či drevotriesková doska MDF (*Medium Density Fibreboard*) alebo vysoko zhutnená drevovláknitá doska HDF (*High Density Fibreboard*), ktorá sa opracováva s veľkou presnosťou, a tak ju možno prispôbiť rôznym požiadavkám.

Nosná doska výrazne ovplyvňuje vlastnosti laminovanej podlahoviny, rozmerovú a tvarovú stálosť i odolnosť proti nárazu. Veľkosť triesok, zloženie spojiva a proces spracovania týchto zložiek ovplyvňuje uvoľňovanie prchavých organických látok do vnútorného prostredia.



1. Skladba laminátovej podlahy: 1 – špeciálny štruktúrovaný povrch (syntetická živica obohatená korundovým púdom), vysoko namáhaný, odolný proti UV žiareniu, 2 – dekoračný film potlačený organickými farbivami, 3 – nosná doska HDF – kvalita E1, 4 – živcová protitahová bilančná vrstva, ktorá chráni pred vlhkosťou a zabezpečuje tvarovú stálosť

Z drevotriekových dosák sa dlhodobo uvoľňuje zvyškový nekopolymerizovaný formaldehyd. Ide o chemicky neviazaný, voľný formaldehyd, prítomný ako východiskový monomér. Podľa množstva uvoľňovaného formaldehydu sa drevotriekové dosky zaraďujú do troch emisných tried E1, E2, E3 (tab. 1). Rýchlosť uvoľňovania formaldehydu závisí od teploty a vlhkosti vnútorného ovzdušia, rýchlosti výmeny vzduchu, materiálu a jeho vlastností (veku, kvality) a od veľkosti plôch emitujúcich organickú látku.

Hrúbka hotových laminátových podlahových dielcov sa pohybuje v rozmedzí 7 až 8 mm. Plošné drevné materiály, ktoré sa používajú na výrobu podlahovín, bývajú v niektorých prípadoch tiež modifikované – hydrofobizované, impregnované z dôvodu zvýšenia ich odolnosti proti vlhkosti.

- **Nášlapná vrstva** z laminátu môže byť potlačená materiálom, napr. s reprodukciou kresby dreva v rôznych farebných odtieňoch. Tieto laminátové vrstvy sú rozdelené na vrstvy s priamou lamináciou (melamínové) a na vrstvy s vysokotlakovým laminátom.

Z technologického hľadiska sa rozlišujú tri základné typy podľa spôsobu nanášania laminátu: priamo

lisovaný – DPL (*Direct Pressed Laminate*), kontinuálne lisovaný – CPL (*Continuous Pressed Laminate*) a vysokotlakový laminát – HPL (*High Pressed Laminate*). V tomto poradí vzrastá ich odolnosť a kvalita (Polášek, 2000).

- **Spodná vrstva** je vrstvou stabilizačnou, ktorá zabraňuje, aby do lamely vnikala vlhkosť z podkladu, obmedzuje jej prirodzený pohyb a zaručuje tvarovú stálosť dielca, tlmiaču funkciu a tepelnú stálosť. Okrem toho k horným vrstvám pôsobí protitahovo. Spodnú vrstvu obvykle tvorí impregnovaný alebo laminovaný papier, ktorý má za úlohu eliminovať vplyv tvarových a rozmerových zmien strednej dosky. Býva v ňom aj kód výrobcu, ktorý umožňuje spätné sledovanie konkrétneho dielca už od výroby.

Lamely sa navzájom spájajú viacerými spôsobmi, ale nelepia sa k podkladu. Ukladajú sa na suchú, rovnú a čistú plochu, väčšinou na izolačnú podložku. Mäkká podložka vyrovnáva malé nerovnosti povrchu a tlmí zvuk krokov (niekedy je podložka súčasťou jednotlivých podlahových dielcov). V novostavbách treba pod laminátovú podlahu položiť zábranu proti prenikaniu vlhkosti. Základom dobrej laminátovej podlahy sú dokonale tesné spoje, do ktorých neprenikne voda. Klasickým spôsobom spájania lamely je perodrážka, ktorá sa prilepuje. Použitie lepidlo môže negatívne ovplyvniť kvalitu vnútorného prostredia, hlavne kvôli možnému uvoľňovaniu prchavých organických látok.

Spájanie lamiel lepidlom však čoraz intenzívnejšie vytlača environmentálne vhodnejší spôsob pomocou tzv. *click-systému*, vďaka ktorému možno inštalovať panely laminátových podláh tesne vedľa seba – bez štrbín a lepenia. Spoje dokonale zapadnú a podlaha je ihneď pripravená na používanie, napr. spoj Woodlock (obr. 2).

Emisie VOCs z laminátových podláh

Prchavé organické zlúčeniny predstavujú významný faktor toxického mikroklimy budov a keďže väčšina z nich sa prejavuje aj intenzívnym zápachom, tvoria aj pachovú mikroklimu. Medzi veľmi prchavé organické látky patrí formaldehyd, ktorý sa uvoľňuje zo syntetických živíc a lepidiel. Ide o uvoľňovanie zvyškového nekopolymerizovaného formaldehydu, ako aj formaldehydu viazaného pri degradácii močovinoformaldehydovej živice alebo jej jednotlivých zložiek (napr. metylolmočoviny počas starnutia). Zatiaľ čo uvoľňovanie zvyškového formaldehydu z fenolformaldehydových živíc sa časom znižuje, pri močovinoformaldehydových živiciach zaznamenávame jeho intenzívny únik počas celej životnosti výrobku. Zvýšenú emisiu formaldehydu v začiatkovej fáze používania drevotriekových

Tab. 1. Klasifikácia drevotriekových dosák podľa množstva uvoľniteľného formaldehydu

Trieda	Koncentrácia voľného formaldehydu stanovená	
	komorovou metódou [mg.m ⁻³]	perforátovou metódou [mg.100g ⁻¹ sušiny]
E1	0,1249	8 (10)
E2	0,1249 – 1,2490	10 – 30
E3	1,2490 – 2,8727	30 – 60



2. Mechanický zámok Woodlock používaný na spájanie podlahových lamiel rozoberateľným click-systémom

dosák ovplyvňuje aj jeho postupná difúzia z voľných priestorov (pórov) v materiáli, kde zostal v procese lisovania uzavretý. Intenzita emisie závisí od času, ktorý uplynul od výroby dosky, od vlhkosti a teploty okolia. Vlhkosť v materiáli môže spôsobiť aj hydrolytické štiepenie lepidiel. Degradácia je oveľa rýchlejšia vo výrobkoch, kde je nanosený tenký, resp. nehomogénny film živice na pomerne veľkej ploche, napríklad v močovinoformaldehových penách a aglomerovaných materiáloch spájaných močovinoformaldehových živiciami.

Únik voľného formaldehydu sa podľa Sundina (1992) dvojnásobne zvyšuje nárastom relatívnej vlhkosti vzduchu z 30 na 90 % (lineárna funkcia), alebo zvýšením teploty o každých 7 °C (exponenciálna funkcia).

Z vplyvu teploty a relatívnej vlhkosti, vyjadreného ako viacrozmerného faktora na prepočet emisnej hodnoty formaldehydu v rôznych klimatických podmienkach, vyplýva, že hodnoty namerané pri teplote 28 °C a 80 % relatívnej vlhkosti sú viac než trojnásobne vyššie ako pri 20 °C a 45 % relatívnej vlhkosti vzduchu (Lecka, Golaska, 1996).

Výsledky našich meraní (tab. 2) koncentrácie formaldehydu vo vybranej miestnosti s laminátovou podlahou spájanou *click-systémom* pri rôznych teplotách a relatívnej vlhkosti vnútorného ovzdušia (Bálintová, Neupauerová, 2002) sú v súlade s literárnymi údajmi (Wiglusz et al., 2002). Potvrdzujú skutočnosť, že lepidlá na báze formaldehydu použité v jadre laminátových

dielcov sú zdrojom emisie tejto veľmi prchavej organickej látky a majú zásadný vplyv na kvalitu vnútorného ovzdušia.

Z porovnania nameraných hodnôt koncentrácií formaldehydu s najvyššou prípustnou dvadsaťštyrihodinovou koncentráciou (60 mg.m⁻³) podľa Vyhlášky MZ SR č. 326/2002 Z. z., ktorá stanovuje najvyššie prípustné hodnoty zdraviu škodlivých faktorov vo vnútornom ovzduší bytových a nebytových budov určených na dlhodobý pobyt, vyplýva, že koncentrácie formaldehydu niekoľkonásobne prekročili hygienický limit.

Pri výbere druhu podlahy hrá dôležitú úlohu nielen emisná trieda jadra laminátovej podlahy, ale aj technologický postup ukladania. Z výsledkov našich meraní vyplynulo, že aj napriek výberu environmentálne vhodnej podlahy (emisná trieda E1), lepidlo na báze polyuretánu použité na spájanie jednotlivých laminátových dielcov negatívne ovplyvnilo kvalitu vnútorného ovzdušia, pričom nameraná koncentrácia formaldehydu (6,4 mg.m⁻³) v sledovanej miestnosti bola hlboko pod hodnotou najvyššej prípustnej koncentrácie (60 mg.m⁻³). Zaznamenali sme však aj výskyt ďalších prchavých organických látok: izopropanolu, etylacetátu, toluénu, butylacetátu, etylbenzenu, a p+m-xylénu, ale ich celková koncentrácia (TVOC) bola pod limitnou hodnotou stanovenou Svetovou zdravotníckou organizáciou WHO (200 mg.m⁻³).

Kvalita laminátových podláh

Kvalita laminátových podláh sa posudzuje v Európe od r. 1998 podľa normy EN 13329 *Laminat floorcoverings – specification, requirements and test methods*. Táto norma predstavuje progres v hodnotení vlastností laminátových podláh nielen z hľadiska kvality, ale aj ich bezpečnosti. Bezpečnosť je definovaná ako vlastnosť výrobku, ktorý neohrozuje ľudské zdravie alebo životné prostredie pri plnení predpísanej funkcie v priebehu stanoveného času a za stanovených podmienok. Podľa tejto normy sa laminátové podlahy zaraďujú do jednotlivých záťažových tried, pričom každá trieda je označená piktogramom.

Tab. 2. Výsledky merania obsahu formaldehydu vo vnútornom prostredí

Označenie vzorky	Priemerná teplota miestnosti [°C]	Priemerná relatívna vlhkosť miestnosti [%]	Koncentrácia formaldehydu [mg.m ⁻³]
1	25,53	34,37	62,94
2	26,11	27,85	186,82
3	26,7	44,57	220,91
4	28	43,1	327,72
5	29,62	42,33	321,13



Hlavné environmentálne parametre aglomerovaných materiálov, na ktoré sa sústreďuje environmentálne označovanie (ekolabeling), sú emisie prchavých organických látok – VOC a trvale najmä emisia formaldehydu. Kým na metódach, požiadavkách a normách na VOC sa intenzívne pracuje, situácia v hodnotení emisie a účinkov formaldehydu je jednoznačnejšia.

Na našom trhu sú stále v ponuke laminátové podlahy, ktoré nie sú označované podľa environmentálnych kritérií (emisná trieda E1 až E3). Zákazník sa orientuje podľa ceny, resp. podľa označenia záťažovej triedy podlahy pomocou piktogramov.

Možnému znečisteniu vnútorného prostredia budov prchavými organickými látkami sa dá účinne predchádzať správnym výberom environmentálne vhodných materiálov určených pre interiéry, integrovaným prístupom ku kontrole kvality stavebných výrobkov zabudovaných do stavebných konštrukcií, jednoznačnými normami a predpismi a v neposlednom rade aj usmerňovaním užívateľov objektov.

* * *

Na zabezpečenie zdravého obytného prostredia v budovách s podlahovými konštrukciami na báze ag-

lomerovaných materiálov je nevyhnutné zainteresovať odborníkov na procese zvyšovania environmentálnej kvality používaných polymérov, lepidiel a kompozitných materiálov pri výrobe laminátových dielcov. V budúcnosti preto bude treba venovať pozornosť vývoju nových druhov lepidiel s cieľovou triedou kvality environmentálne vhodných výrobkov a pri spájaní dielcov uprednostňovať ukladanie rozoberateľným *clic-systémom*.

Táto práca vznikla v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA č. 1/0352/03

Literatúra

- Bálintová, M., Neupauerová, A.: Laminátové podlahy ako zdroj formaldehydu vo vnútornom prostredí budov. In: IV. medzinárodné sympóziu Vybrané procesy pri spracovaní dreva. CD. TU Zvolen, 2002.
- Lecka, J., Golaska, D.: Emission of Formaldehyde from Particleboards with Finished Surface, Determined with Various Methods. In: I. medzinárodné sympóziu Vybrané procesy pri chemickom spracovaní dreva. Zborník referátov. TU Zvolen, 1996, p. 283 – 290.
- Polášek, J., Polášek, M.: Vlastnosti laminovaných podlahovin a jejich zjišťování. *Drevo*, 55, 7 – 8, 2000.
- Sundin, E. B.: The Formaldehyde Problem. Casco Nobel Industrial Products Stockholm, 1992.
- Wiglusz, R., Sitko, E., Nikel, G., Jarnuszkiewicz, I., Igielska, B.: The Effect of Temperature on the Emission of Formaldehyde and Volatile Organic Compounds from Laminate Flooring – Case Study. In: *Building and Environment*, 37, 2002, 1, p. 41 – 44.
- www.magnumparket.sk/laminpark.htm

Prof. RNDr. Nadežda Številová, PhD., Katedra environmentalistiky Stavebnej fakulty TU, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

nadezda.stevulova@tuke.sk

doc. RNDr. Magdaléna Bálintová, PhD., Katedra environmentalistiky Stavebnej fakulty TU, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

magdalena.balintova@tuke.sk

Ing. Andrea Neupauerová, PhD., Katedra environmentalistiky Stavebnej fakulty TU, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice

andrea.neupauerova@tuke.sk