

# Environmentálne vhodné materiály pre bytovú a verejnú výstavbu

**Najznámejším kritériom environmentálnej kvality stavebných materiálov je možné ohrozenie zdravia obyvateľov, resp. užívateľov budovy toxickými látkami, ktoré sa môžu z nich uvoľňovať. K tomu však pristupujú ďalšie, nemenej dôležité kritériá, ako napr. uvoľňovanie škodlivín v procese výroby, spotreba energie, bilancia CO<sub>2</sub> a s ňou súvisiaci vplyv na ozónovú vrstvu, ako aj vplyv stavebných materiálov na psychický, fyzický a sociálny komfort. Súbor charakteristík, ktoré vyjadrujú správanie sa a vlastnosti materiálu v životnom prostredí označujeme termínom environmentálna kvalita (EQ) materiálu.**

Stavebné materiály majú vplyv na kvalitu životného prostredia, obytného prostredia a ovplyvňujú zdravie ľudí a ostatných živých organizmov, ktoré žijú v tomto prostredí alebo v jeho dosahu.

Príliš často sa hodnotenie predností a nedostatkov konkurenčných materiálov a výrobkov obmedzuje na hmatateľné a jasné charakteristiky, ako sú cena a primárne fyzikálne vlastnosti. Najčastejšie sa tieto vlastnosti berú do úvahy aj v pomeroch ceny k výkonnosti, resp. hodnote výrobkov (price/performance ratios), bez ohľadu na charakteristiky vyjadrujúce vnemy a postoje zákazníkov k týmto výrobkom.

Rastúci význam z tohto hľadiska majú ich environmentálne charakteristiky:

- **prírodný charakter,**
- **vplyv na životné prostredie,**
- **vplyv na zdravie.**

S rastom blahobytu zvyšujú sa aj očakávania od života. Tento vzťah je však spojený s ďalším vzťahom - so zvyšujúcim sa blahobytom sa zvyšujú obavy o zdravie a životné prostredie (Ross, 1986), čo bude silne ovplyvňovať budúci trh. Tento vývoj sa stane realitou aj v nových stredoeurópskych a východoeurópskych trhoch orientovaných štátoch.

## Vplyvy materiálov na zdravie človeka

Najznámejším kritériom environmentálnej kvality stavebných materiálov je možné ohrozenie zdravia obyvateľov, resp. užívateľov budovy toxickými látkami, ktoré sa môžu

uvoľňovať z niektorých materiálov.

K tomu však pristupujú ďalšie, nemenej dôležité kritériá:

- **uvoľňovanie škodlivín a spotreba energie v procese výroby,**
- **bilancia CO<sub>2</sub> a s ňou súvisiaci vplyv výroby a použitia určitého stavebného materiálu na ozónovú vrstvu,**
- **vplyv stavebných materiálov na psychický, fyzický a sociálny komfort.**

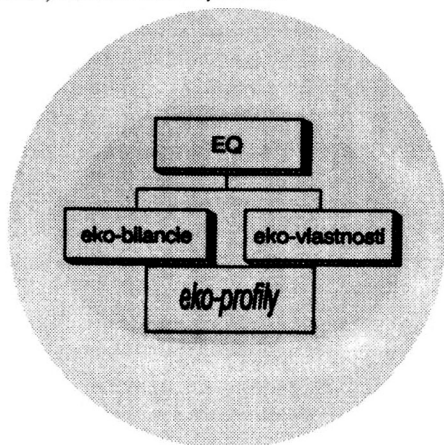
Vzhľadom na tieto dôvody treba posudzovať environmentálnu kvalitu materiálu vo všetkých piatich štádiách jeho životnosti:

1. získavanie surovín a výroba stavebného materiálu,
2. proces výstavby,
3. použitie,
4. prestavba, recyklácia a sanácia,
5. likvidácia a konečné uskladnenie.

Z hľadiska zákazníka je najdôležitejšie použitie. Počas tohto štádia vznikajú najrozsiahlšie a najintenzívnejšie kontakty medzi materiálom a organizmom (M/O interakcie). Tá časť EQ, ktorá sa zameriava na charakterizovanie materiálu alebo výrobku v štádiu použitia, zahŕňa najmä nasledujúce parametre: fixáciu a bilančné charakteristiky CO<sub>2</sub>, toxikologické vlastnosti, biokompatibilitu a obývateľnosť. Len ťažko možno presne oddeliť, ktoré z týchto vlastností majú vplyv priamo na zdravie človeka a ktoré na životné prostredie, pretože aj faktory ovplyvňujúce životné prostredie môžu sa neskôr, alebo nepriamo, prejavíť na ľudskom zdraví. Preto je pravdepodobne najsprávnejšie hodnotiť účinky materiálov na zdravie a okolie komplexne ako ich environmentálnu kvalitu.

## Environmentálna kvalita materiálov

Komplexnú kvalitu možno určiť podľa týchto skupín kritérií: technické (TQ), ekonomické (EQ), estetické (AQ) a environmentálne (EQ). Súbor charakteristík, ktoré vyjadrujú správanie sa a vlastnosti materiálu v životnom prostredí, označujeme termínom environmentálna kvalita (EQ) materiálu. Skladá sa z ekologických bilancí a ekologických vlastností. Konkrétny súbor ekologických bilancí a ekologických vlastností tvorí ekologický profil hmotnostnej jednotky alebo jedného kusa výrobku.



Jednotlivé časti environmentálnej kvality materiálov sa začali študovať a kvantifikovať najmä v poslednom desaťročí. Pozornosť sa sústredila predovšetkým na eko-bilance, čo sú údaje o spotrebe energie a surovín a o špecifickom znečistení vody a pôdy, spojenom s výrobou jednotky materiálu alebo jedného výrobku. Postupne sa pristupuje aj k štúdiu eko-vlastností materiálov.

EQ vyjadruje teda tú časť kvality materiálov, ktorá má vzťah k životnému prostrediu vo všetkých štádiách ich existencie - od ťažby surovín na výrobu určitého materiálu, cez výrobu a použitie, až po starnutie a recykláciu alebo likvidáciu odpadov. Nepopisuje však tieto procesy, ale z nich odvodené vlastnosti materiálov ako materiálovo-inžinierske charakteristiky. Je to podobný rozdiel ako medzi chemickými procesmi a chemickými vlastnosťami látok.

### Kritériá EQ

Rôzni autori majú do určitej miery odlišné názory na to, ktoré kritériá sú pri posudzovaní EQ materiálov v obytnom prostredí najdôležitejšie. Podľa Scheiwillera (1988) sú to napr.:

- stupeň prírodného charakteru, podľa stupňa spracovania a množstva pridaných cudzích substancií,
- biologické alebo ekologické riziko spojené s používaním daného materiálu (založené na skúsenostiach),
- spotreba energie,
- eko-fyzikálne vlastnosti (elektrické, tepelné, akustické, sorpčné a difúzne),

- toxické vlastnosti,
- senzorické kritériá.

Krusche s kolektívom (in Scheiwiller, 1988) považujú okrem biokompatibility za najdôležitejšie tieto kritériá:

- spotreba primárnej energie pri výrobe ( $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-3}$ ),
- vznik nebezpečných látok vo výrobe,
- schopnosť regenerácie (regenerating-ability),
- schopnosť znovupoužitia (reuse-ability),
- dostupnosť v danej krajine,
- vhodnosť decentralizovanej výroby a použitia,
- účinky na zdravie.

Mantau (1992) urobil kvantifikáciu EQ stavebných materiálov na základe preferencií zákazníkov (consumer based modelling), pričom položil tieto otázky:

- Vytvára zdravú obytnú klímu?
- Spôsobuje škody v prírode?
- Má dlhú životnosť?
- Udržovateľnosť?
- Obývateľnosť?
- Robí peknú fasádu?
- Spotreba energie vo výrobe?
- Znečistenie vzduchu pri výrobe?
- Cena?
- Je kvalitný počas likvidácie (nezatažuje životné prostredie)?

### Princípy voľby materiálov vhodných z environmentálneho hľadiska

- **Minimalizácia toxických, alergických a alergicko-toxických účinkov.** Stavebné materiály by mali byť zdravotne nezávadné a v hotovej budove by nemali byť zdrojom nijakých škodlivých emisií. Dnes však prakticky neexistujú žiadne kritériá zdravotnej únosnosti stavebných materiálov a problematické je i to, že zákon síce garantuje ochranu zdravia pri práci (ochranu človeka pred škodlivými látkami v pracovnom prostredí), ale nie ochranu ľudí v obytnom prostredí, pred bytovými a priestorovými jedmi.

Situácia v reálnom byte či stavbe je zložitá, pretože zdravotná závadnosť obytného prostredia je otázkou množstva prítomných škodlivín, závisí od geometrického a špecifického povrchu a ostatných stavebno-fyzikálnych faktorov. Problém škodlivých látok v stavebných materiáloch (in situ) spočíva v tom, že ich určité množstvo sa dá odstrániť vetraním (napr. novej stavby), ale zvyšok sa „vyvetrať“ jednoducho nedá. Naopak, zvyškové látky z jednotlivých materiálov, nech sú v akejkoľvek nízkej koncentrácii, postupne sa rozložia vo všetkých objektoch priestoru, ako sú omietka, tapety, koberce, závesy, nábytok, knihy atď., v závislosti od ich adsorpčných schopností. Cyklickou desorpciou a adsorpciou vzniká zmes rôznych látok v ovzduší tohto priestoru, ktorá podľa mnohých autorov predstavuje určité potenciál-

ne zdravotné nebezpečenstvo (Sick House-Syndrom, Hauskrankheitssyndrom). Toto je ale veľmi diskutabilné, ťažko definovateľné, a jeho príčiny sa dajú odstrániť len s veľkými nákladmi, aj keby to majiteľ napriek neurčitosti (pre istotu) chcel. Riešením v súčasnosti je použitie stavebných materiálov bez obsahu škodlivín (eko-trieda A) alebo len s ich veľmi nízkym obsahom (eko-trieda B).

- **Použitie stavebných materiálov s vyššou biokompatibilitou** (biocompatibility and/or dwelling ability, BC/DA), **vyššou psychometrickou preferenciou a mierou komfortu** (napr. drevo, tehly), na úkor materiálov s nižšími BC/DA charakteristikami (napr. železobetónu, plastov). Podľa WHO sa zdravie definuje ako fyzický, psychický a sociálny komfort, teda nie ako „nepítomnosť choroby“. Dnes už existujú i psychometrické hodnotenia preferencie najpoužívanejších stavebných materiálov; vo všetkých doterajších pokusoch o kvantifikáciu vhodnosti materiálov na bývanie sa zistili významné rozdiely aj medzi jednotlivými netoxickými, resp. hygienickými normami schválenými, stavebnými materiálmi.

- **Stavebné materiály z obnoviteľných zdrojov.** Podľa tohto princípu sa treba vrátiť k zvýšenému využívaniu materiálov z obnoviteľných prírodných surovín a znižovať používanie fosílnych neobnoviteľných zdrojov, ako sú uhlie, ropa, zemný plyn a z nich vyrábané petrochemikálie a plasty.

- **Znižovanie spotreby energie na výrobu stavebných materiálov („sivej“ energie).** Spotreba energie na výrobu stavebných materiálov sa skladá z primárnej spotreby na ich získavanie, transport surovín a na vlastnú výrobu, a zo sekundárnej energie na dopravu a použitie na stavbe. Na výber materiálov z tohto hľadiska by sa mali využívať ekologické bilancie. Sú to údaje kvantifikujúce spotrebu energie a surovín, znečistenie vody, vzduchu a pôdy a účinky na bilanciú CO<sub>2</sub> pre určitý materiál alebo výrobok počas celého jeho životného cyklu (Krusche a kol., 1982; Koenig, 1985; BUS, 1984; Hänger, 1988; Habersatter, Widmer, 1991; Meier, Widmer, 1991; Hohenstein, 1991, Oekobilanzen, 1992).

- **Zohľadňovanie životnosti stavebných materiálov.** Dodržiavanie tohto princípu umožňuje ochranu životného prostredia znižovaním objemu stavebných odpadov. Podľa Steigerovho štruktúrneho princípu (Steiger, 1989) treba stavebné látky združovať do takých štruktúrnych celkov, ktoré umožňujú ich výmenu po uplynutí životnosti bez deštruktívnych zásahov do materiálovej časti s dlhšou životnosťou, resp. iným cyklom výmeny.

- **Vyhýbanie sa zvláštnym odpadom.** Zvláštne odpady predstavujú stavebné komponenty, ktoré obsahujú predovšetkým ťažké kovy (olovo, kadmium a ortuť) alebo pomocné chemikálie, impregnačné a iné ochranné látky. Tie

totiž uvoľňujú pri normálnom spaľovaní toxické prvky, ale bo vyžadujú zvláštne režimy spaľovania či skládkovania.

- **Úsporné používanie tzv. environmentálne vhodných** (environmentally friendly, Umweltfreundliche) **syntetických látok.** Do tejto skupiny patrí napr. polyetylén (fólie), polypropylén (koberce a podlahoviny), polystyrén (izolačné dosky), pretože neuvolňujú žiadne škodliviny a dajú sa likvidovať v spalovniach odpadu s normálnym režimom. Pri kvalitnom spaľovaní polyetylénu by mal vznikáť len CO<sub>2</sub> a voda. Avšak z hľadiska súčasných prognóz rastu koncentrácie CO<sub>2</sub> v atmosfére (skleníkový efekt a globálne zmeny klímy) by sa mali brať do úvahy jeho bilancie pri takých látkach, ktorých spaľovaním vzniká CO<sub>2</sub> a ktoré nie sú obnoviteľné. Materiály a látky, ktoré bilanciú CO<sub>2</sub> významne zhoršujú, treba používať čo najmenej. Aj plasty, ktoré sa v súčasnosti považujú za hygienicky i environmentálne nezávadné, treba používať úsporne.

#### Príklady materiálov vhodných z environmentálneho hľadiska

Pri určitom zjednodušení, ktoré je vzhľadom na zložitost ťažko odhadnutelných kombinovaných účinkov rôznych vplyvov v mnohomateriálovej stavbe nevyhnutné, možno rozlišovať 3 druhy stavebných materiálov (Schwarzová, 1991):

**Typ A:** Za **ekologicky bezchybné** sa v súčasnosti považujú materiály prírodné, z obnoviteľných surovín, bez obsahu akýchkoľvek škodlivín či zdrojov emisií.

**Typ B:** Za **ekologicky prijateľné** možno považovať materiály s nízkym obsahom škodlivín, vyhovujúce platným hygienickým normám, alebo nespĺňajúce jednu z najvyšších ekologických podmienok, napr. regenerovateľnosť, alebo obnoviteľnosť surovín, z ktorých sa vyrábajú.

**Typ C:** Ostatné materiály a výrobky z nich možno považovať za ekologicky problematickejšie a menej hodnotné.

#### Podlahoviny

**Drevo.** Drevené podlahy z rôznych domácich drevín. Kvôli ochrane tropických a subtropických lesov treba použitie tropických drevín obmedzovať len na zdroje so zabezpečenou vyváženou ťažbou a obnovou. Pri použití domácich drevín určuje ekologickú progresívnosť jednotlivých druhov ekologicky vyvážené lesné hospodárstvo, aj keď v priemere v SR aj v mnohých iných štátoch zásoby stromovej hmoty v lesoch stúpajú. **Lepidlá na drevené parkety** typu A, t. j. ekologicky bezchybné, sa vyrábajú na báze emulzie z včelieho vosku, pričom spojivá a rozpúšťadlá sú z regenerovateľných surovín; príkladmi takýchto lepidiel sú výrobky AURO č. 431, alebo BIO PIN AQUA.

**Korok.** Podlahy typu A sa robia z platní prírodného koroku, ktoré neobsahujú syntetické lepidlá. **Lepidlá na korkové podlahy** sa vyrábajú tiež na báze disperzií z prírodných živíc

a z regenerovateľných surovín, napr. AURO č.381 alebo VOLVOX 070. *Náterové systémy na korok* predstavujú emulzie z včelieho vosku, pričom spojivá a rozpúšťadlá sú z regenerovateľných surovín, ako pri drevených podlahovinách.

*Plastové podlahoviny, resp. linoleá.* Linoleá z regenerovateľných surovín, ako sú LINOLEUM INI WALTON a pod. *Lepidlá na plastové podlahoviny* typu A predstavujú disperzie z prírodných živíc z regenerovateľných surovín (VOLVOX 070, AURO 383, BIOFA 0650). Na čistenie týchto podláh sa odporúčajú *emulzné čistiace prostriedky* z regenerovateľných surovín (NAPLANA 2085) alebo len vlhká údržba bez syntetických prídavkov.

*Koberce.* Výrobky z vlny, kokosu a iných prírodných vlákien s prípadnou úpravou spodnej časti prírodným latexom a jutou. Všetky použité suroviny sú regenerovateľné. Príkladom takýchto výrobkov sú URANUS, PLUTO, CALICUT. *Lepidlá* sú typu AURO, BIOFA alebo NATURKLEBSTOF NA 88.

*Špachtľovacie prípravky* na podlahy najvyššej eko-kvality sa vyrábajú z disperzných lepidiel z prírodných živíc a bieleho cementu.

### Farby a laky

*Nástenné nátery.* Disperzné nátery najvyššej eko-triedy rôznych typov sa riedia vodou, neobsahujú nijaké organické rozpúšťadlá, titánovú belobu TiO<sub>2</sub>, ani žiadne syntetické makromolekulové látky. Ich výroba je založená na prírodných živiciach, olejoch a včelom vosku, prípadne na prírodnej kriede. Všetky suroviny sú regenerovateľné. Príklady priemyselných prípravkov: DUBRON 3010 tónovateľný farbami 3510 do 3590, prírodný disperzný náter DUBRON 400 tónovateľný pastami URA 410, základový náter GRAVA, AURO 320 a 321, HAGA založené na rastlinných olejoch, živiciach a včelom vosku, ako aj nátery typu VOLVOX.

*Lepidláové nástreky.* Príkladom je napr. LAUTENSCHLAGER, farba na stenu vyrábaná zo spojív na báze celulózo-vých derivátov - regenerovateľných surovín. Podobný základ má náter AURO Naturharz-Dispersionsbinder 327.

*Silikátové nástreky* najvyššej eko-triedy sa vyrábajú na báze vodného skla s obsahom menej ako 5 % disperzií zo syntetických polymérov (KABE, KEIM-BIOSIL, KIESELIT).

*Protikorózne nátery na kovy.* Priemyselné preparáty najvyššej eko-triedy v súčasnosti nie sú dostupné. Prípravky typu B sú obyčajne zložené z akrylátových disperzií, rastlinných olejov, ale v malom množstve obsahujú aj rozpúšťadlá z neregenerovateľných surovín.

### Obklady stien a stropov

Tu nemá masívne drevo rovnocennú alternatívu. Na trhu je dostatok výrobkov z masívneho dreva s brúseným alebo hobľovaným povrchom, ako aj s povrchovou štruktúrou zvýraznenou kefováním. Za vysokokvalitné sa považujú aj mäkké vláknité zvukovoizolačné dosky z drevených alebo rastlinných vlákien bez obsahu lepidiel. Podobnú eko-kvalitu majú sadrové dosky, sadrovokartónové dosky z prírodnej sadry bez obsahu lepidiel a fungicídov.

Podobné príklady výrobkov najvyššej eko-triedy existujú aj v ďalších oblastiach stavebných materiálov, ako sú tapety, keramické platne a ostatné.

\* \* \*

Nielen „zelený sentiment“, ale aj rastúce environmentálne a ekologické uvedomenie a vzdelanie zvyšujú požiadavky na environmentálnu kvalitu používaných stavebných materiálov. Rastú skupiny ľudí, zákazníkov, a teda aj firiem, ktoré majú najvyššie nároky na zdravotnú i environmentálnu kvalitu stavieb, stavebných materiálov a bývania. Aj keď sme naznačili, že táto oblasť nie je ešte tak exaktne preskúmaná a kvantifikovaná, ako napr. pevnosti alebo iné fyzikálne vlastnosti materiálov, postupne sa aj tu poznanie rozvíja a sortiment priemyselne vyrábaných progresívnych výrobkov, resp. takých, ktoré sa o environmentálnu kvalitu usilujú, rastie a bude sa rozširovať.

### Literatúra

- BUS, 1984: Oekobilanz von Packstoffen. Zusammenfassender Uebersichtbericht des Bundesamtes fr Umweltschutz (BUS). BUS, Bern.
- Habersatter, K., Widmer, F., 1991: Oekobilanz von Packstoffen. Stand 1990. Bundesamt fr Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- Hänger, M., 1988: Basisdaten zur Oekobilanz von Holz. 20. Fortbildungskurs der SAH und LIGNUM Zuerich.
- Holenstein, B., 1991: Energie aus Heizoel oder aus Holz. Automatische Holzschmelz- und oelfeuerungen im Vergleich. Bundesamt fr Umwelt, Wald und Landschaft und Schweizerische Vereinigung fr Holzenergie, Bern.
- Krusche, G., Krusche, M. a kol., 1982: Oekologisches Bauen. Hg. Umweltbundesamt Berlin, Wiesbaden.
- Koenig, H., 1985: Wege zum gesunden Bauen. Freiburg i.B. (Oekobuch).
- Mantau, U., 1992: Umwelt verträglichkeit des Holzes im Urteil der Verbraucher. Teil 1: Ein Vergleich mit anderen Baustoffen Holz-Zentralblatt, 118, 11, p. 157-158.
- Meier, K., Widmer, H., 1991: Oekobilanzen - Grundlage fr umweltgerechtes Bauen. Unterlagen zum Seminar: Holz als Bau- und Brennstoff. Eine oekologische Bewertung. Bundesamt fr Konjunkturfragen, Bern.
- Oekobilanzen und Recyclingfragen, 1992. Holz-Forschung und -Verwertung 44, 6, 97 pp.
- Ross, I., 1986. Achieving a Competitive Edge - A U.S. Perspective. The Conference Transcript: R&D and Technology Management: Approaches that succeed. Sheraton Hotel. Brussels. December 1&2, 1986. The Economist. Conference Unit, Brussels.
- Scheiwiller, A., 1988: Eine wertende Gegenueberstellung na oekologisch/baubiologischen Kriterien: Baumaterialien in Vergleich. 20. Fortbildungskurs der SAH und LIGNUM Zuerich.
- Schwarz, J., 1991: Oekologie im Bau. Haupt, Bern.
- Steiger, P., 1989: Recycling ein falscher Trost? (Strukturprinzip). Architektur, Bonn, H.3/89, 159-161.