

Alternatívne stavebné materiály a technológie

H. Pifko: Alternative Building Materials and Technologies. Život. Prostr., Vol. 38, No. 4, 188 – 193, 2004.

In a selection of building materials and technologies, not only the traditional demands are taken into consideration, but also new criteria related to sustainability and quality of life. Some currently unused materials and procedures suit better the new demands. They can substitute conventional ways of building, so we call them alternative materials and technologies. Their use brought about new views on the architecture and they affect changes of architectonic forms. Some examples of alternative building materials relevant in our conditions (undressed wood, unbaked clay, straw blocks and recycled material) illustrate the possibilities of their use.

Dnešná technická civilizácia funguje zatiaľ vcelku úspešne. Platíme však za to privysokú cenu: konzumný spôsob života devastuje životné prostredie i človeka. Čoraz viac ľudí sa stotožňuje s presvedčením, že treba zmeniť kurz, nastúpiť cestu *udržateľného rozvoja*. Týka sa to všetkých aktivít a v neposlednom rade aj stavania, architektúry, využívania a pretvárania prostredia pre potreby človeka. Ich naplnenie v oblasti výstavby sa týka aj materiálov (a spôsobov ich použitia: konštrukcií a technológií). Môžeme ich posudzovať nielen konvenčne, podľa ceny a stavebno-technických vlastností, ale aj podľa ich vplyvu na prostredie. Takémuto posúdeniu treba podrobiť aj tradičné, bežné materiály, ale teraz sa sústredíme skôr na také (aj menej obvyklé), ktoré lepšie vyhovujú uvedeným požiadavkám „zelených“ prístupov – nazývame ich *alternatívne materiály*, keďže nahrádzajú materiály konvenčné. Zamyšľáme sa nad ich prínosmi aj obmedzeniami a nad tým, ako môžu ovplyvniť spôsob stavania i architektonické formy.

Vlastnosti stavebných materiálov

Na architektúru (a tým aj na materiály, z ktorých je tvorená) kladieme rôzne požiadavky.

Prvú skupinu tvoria tradičné nároky – základné funkčné vlastnosti a cena. Druhý súbor požiadaviek sa týka ohľaduplnosti k prostrediu, tretí vplyvu materiálov na človeka.

Pri posudzovaní „environmentálnych“ vlastností sa zameriavame na niekoľko oblastí a alternatívne materiály spravidla volíme preto, že majú tieto parametre lepšie než materiály konvenčné.

- **Pôvod materiálu** (zdroj suroviny): uprednostňujeme materiály z obnoviteľných zdrojov využívaných v udržateľných medziach (napríklad drevo z našich lesov), dopravne nenáročné (ideálne sú miestne – autochtónne) či minimálne spracované a také, ktorých ťažba neničí prírodné prostredie. Výhodné sú recyklované materiály a využívanie „odpadu“.

- **Energetická náročnosť** materiálu pozostáva z energetickej potreby na ťažbu suroviny, výrobu materiálu, jeho zabudovanie na stavbe, údržbu počas životnosti budovy, likvidáciu či recykláciu po jej uplynutí a na dopravu. Môžeme ju vyjadriť priamo či vo forme vplyvu na globálnu klímu (emisie CO₂, ohrozenie ozónovej vrstvy, kyslé dažde). Uplatnenie alternatívnych materiálov môže ušetriť až polovicu bežnej potreby energie (pri zhodných prevádzkových parametroch budovy).

- **Skutočné náklady** chápeme v dvoch rovinách. Sú to náklady počas celého životného cyklu (výstavba, užívanie, likvidácia), kde dominujú náklady počas užívania a prejavuje sa výhodnosť dlhšej životnosti budovy. Z iného uhla pohľadu sú to náklady vrátane neoceňovaných vplyvov, ako je ako podpora skleníkového efektu, ničenie ozónovej vrstvy, čerpanie neobnoviteľných zdrojov, poškodzovanie ľudského zdravia a prírodného prostredia atď.

• **Prevádzková efektívnosť** materiálu znamená v podstate napĺňanie tradičných požiadaviek s dôrazom na environmentálne hľadisko, najmä na úspory energie počas prevádzky budovy.

• **Recyklovateľnosť materiálu** (resp. jeho premena na odpad) nás zaujíma preto, že aj nakladanie s odpadmi výrazne ovplyvňuje životné prostredie. Ideálne je, keď sa materiál môže recyklovať či už formou opätovného použitia (kameň, tehla, drevo), prepracovania do nového výrobku rovnakého či podobného charakteru (kovy, sklo, papier), využiť ako náhradná surovina (drvený betón, plasty), uplatniť v novej funkcii (fľaše na zaváranie, podvaly), alebo prinavrátiť prírode (nepálená hlina).

• **Hygienická nezávadnosť**, teda schopnosť vytvárať pre človeka zdravotne nezávadné prostredie, je najdôležitejšou z tretej skupiny vlastností. K typickým škodlivinám vo vnútornom prostredí budov patrí rádón, výpary z náterov, lepidiel a napúšťadiel, PCB v náteroch, alergény z prachu v bytových textíliách či z plesní pri poruchách konštrukcií.

• **Podpora optimálnej mikroklímy** v obytnom priestore je v prvom rade otázkou vhodného vetrania a kúrenia. Z hľadiska stabilizácie vlhkosti vzduchu má veľmi dobré vlastnosti drevo a nepálená hlina. Zimnú tepelnú pohodu zlepšujú aj „teplé“ povrchy stien (napr. textilné tapety). Vyššia tepelnoakumulačná schopnosť masívnych stavebných konštrukcií zefektívňuje pasívne využitie solárnej energie a aj bez klimatizácie zabezpečuje letnú tepelnú pohodu.

• **Bezpečnosť materiálov** (konštrukčná, požiarne, prevádzková) je azda samozrejým parametrom.

• **Emotívne vlastnosti** materiálov ovplyvňujú ich hodnotenie užívateľmi: farba a štruktúra materiálu ovplyvňujú psychiku, „imidž“ materiálu tiež ovplyvňuje pohodu užívateľa.

Alternatívne materiály

Predbežnú definíciu alternatívnych materiálov sme spomenuli v úvode, ich precíznejšie vymedzenie je problematické: donedávna alternatívne materiály sa stávajú bežnými, konvenčnými (a naopak). Materiály, ktoré tu podrobnejšie spomenieme, vnímame ako možnú náhradu konvenčných stavebných materiálov, pričom lepšie spĺňajú uvedené požiadavky. Sú to často prírodné alebo minimálne spracované, prípadne aj autochtónne (teda miestne) materiály. Niekedy ich poznáme z historickej či ľudovej architektúry, inokedy ide o materiály celkom nové a moderné, často pochádzajú z recyklovanej suroviny. K „**prírodným**“ materiálom patria napríklad:

- vegetácia živých plotov, zatrávnovaných stiech či parkových úprav, popínava zeleň,



Neopracované drevo je zaujímavým výrazovým prvkom

- hlina (nepálená) v rôznych typoch nosných i výplňových konštrukcií,
- minimálne opracované drevo (guľatina, výplne z prútia a tyčoviny),
- lomový kameň, piesok a štrk,
- trstina či slama na krytiny stiech, slama či plevy do hlinených stien,
- tepelné izolácie na báze kokosových vlákien, korku, slamy a pod.

Zaujímavé sú aj **recyklované materiály**:

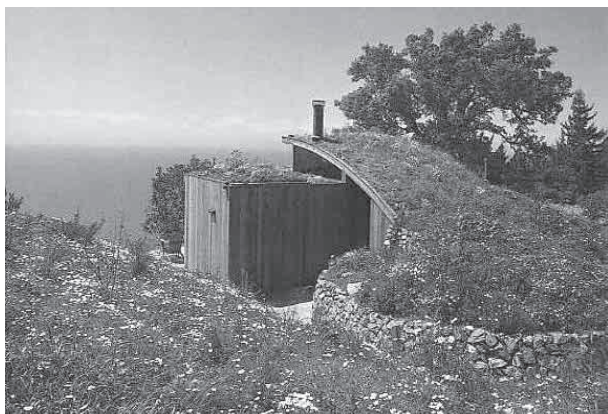
- sekundárne použité drevo a kameň, prípadne aj tehla či betónová drvina,
- papierové obalové prvky,
- recyklované plasty či iné obalové materiály,
- recyklovaný papier,
- stavebný „odpad“, staré pneumatiky, fľaše a pod.

Ďalšou kategóriou sú (v podstate konvenčné) **materiály so zníženou energetickou náročnosťou**:

- vápenno-pieskové tehly,
- vyľahčené cementové tvarovky,
- drevo-cementové bloky (durisol) a pod.

Za alternatívu môžeme považovať aj použitie konvenčného materiálu nekonvenčným spôsobom, napríklad dreva ako základného stavebného materiálu bežných stavieb v materiálovo nenáročných konštrukčných systémoch či v prefabrikátových sústavách.

O tom, či máme považovať niektoré moderné high-tech materiály za alternatívne riešenia, môžeme dis-



Materiálom podzemnej architektúry (vľavo) je aj vegetácia, ktorá ju pokrýva. Bežnú architektúru (vpravo) môže vhodne zvolená zeleň oživiť.

kutovať: kvalitami zodpovedajú definícii, charakterom sú však bližšie konvenčným materiálom než „tmavozeleným“ alternatívnym prístupom. Tu sa nimi bližšie nezaobráame, spomeňme však, že do tejto kategórie patria napríklad:

- transparentné a vákuové izolácie,
- špičkové izolačné sklá a sklá s inými špeciálnymi vlastnosťami,
- aktívne omietky,
- reflexné, absorpčné a izolačné fólie či nátery atď.

Alternatívne technológie

Okrem samotného materiálu by sme si mali všimnúť aj spôsob, akým sa používa, teda technológie v architektúre. Sú to činnosti (postupy, procesy), ktorými sa:

- vytvárajú stavby (technológie stavania úzko súvisia s materiálmi),
- zabezpečuje prevádzka budovy počas celej doby jej životnosti,
- rieši naloženie s budovou, ktorá doslúžila.

Toto všetko zahrňame pod pojem *life cycle management*.

Požiadavky na technológie v architektúre a stavebníctve sú podobné ako pri stavebných materiáloch. Aj na tradičné požiadavky sa však môžeme pozrieť z nového uhla pohľadu – napríklad nie je zmysluplné znižovanie prácnosti za každú cenu v čase problémov so zamestnanosťou...

Môžeme hovoriť o *hard* a *soft* technológiách (a uprednostniť tie druhé – príkladom je rešpektovanie sezónnosti v stavebníctve). Paradoxom je, že *hard* riešenia sú obvykle aj drahšie – podobne ako pri energetickej náročnosti platí, že ekologické je aj ekonomické.

Environmentálne vlastnosti technológií sa týkajú *energetických tokov* (prevádzkovej náročnosti, využí-

tia alternatívnych energií), *materiálových tokov* (šetrenia pitnej vody, vysporiadania sa s odpadmi) a *skutočných nákladov* vrátane zohľadnenia vplyvov na prostredie (napr. stavenie z prírodných či recyklovaných materiálov).

V súvislosti s vytváraním optimálnych podmienok na pobyt človeka v budove môžeme spomenúť tepelnú pohodu, prirodzené osvetlenie či využitie riadeného vetrania namiesto klimatizácie.

Hlavné problémové okruhy alternatívnych technológií spomenieme len stručne. Ide najmä o technológie stavania z prírodných či odpadových materiálov, podzemnú architektúru a zatravnené strechy, nízkoenergetické domy, aktívne a pasívne solárne techno-

Princípy architektúry priateľskej k životnému prostrediu:

- Uprednostnenie rekonštrukcie pred demoláciou a novou výstavbou.
- Zohľadnenie prostredia: fyzikálneho, historického, kultúrneho atď.
- Vytváranie prostredia s ohľadom na potreby a požiadavky užívateľa.
- Zohľadnenie miestnych tradícií.
- Uprednostnenie materiálov zo zdrojov obnoviteľných, energeticky nenáročných, recyklovaných či recyklovateľných.
- Znižovanie energetickej náročnosti prevádzky budov, využívanie alternatívnych energetických zdrojov.
- Navrhovanie architektúry ako systému fungujúceho v uzavretom cykle a „celostne“.
- Trvanlivosť, nenáročnosť na údržbu, prispôsobiteľnosť zmeneným potrebám.
- Uplatnenie prirodzeného vetrania a denného osvetlenia.
- Pripomenutie vzťahu k prírode, využívanie vegetácie.

lógie, získavanie energie z prostredia a uplatnenie ďalších alternatívnych zdrojov energie, šetrenie pitnej vody, nakladanie s odpadmi a odpadovými vodami a ochranu pred škodlivými vplyvmi v prostredí.

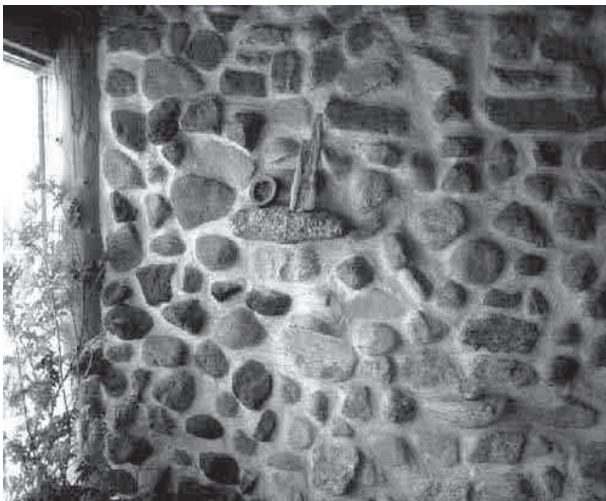
Príklady využitia alternatívnych materiálov

V našich podmienkach považujeme za relevantné (alebo inšpirujúce v rovine architektonického výrazu) využitie nasledujúcich alternatívnych materiálov:

- **„Prírodné“ materiály.** Ak použijeme materiál vo forme takmer rovnakej, ako sa nachádza v prírode, životné prostredie zaťažíme minimálne, a zároveň pripomíname spätosť s prírodou. To je čaro neopracovaného dreva, lomového kameňa či využitia vegetácie ako súčasti architektúry. Takýto materiál môžeme spravidla vrátiť do prírodného prostredia bez toho, že by sme mu ublížili, a v architektonickom výraze ním podporíme pocit spätosti s prírodným prostredím. Priznávanie prírodného pôvodu materiálu je dôležitou témou nielen v demonštratívne ekologickej architektúre, ale aj v organickom názorovom prúde.

- **Nepálená hlina** je u nás tradičným stavebným materiálom, dnes však takmer zabudnutým. Prečo by sme sa k nej mali vrátiť? V prvom rade azda preto, že je to materiál „ekologický“: bežne dostupný v hojnom množstve (obvykle aj priamo na mieste výstavby, teda s minimálnou dopravnou náročnosťou), so zanedbateľnou energetickou náročnosťou (pri ťažbe, spracovaní, zabudovaní i likvidácii), po uplynutí životnosti bez problémov prinavrátiť prírode (ak sme ho „nevylepšili“ prídavkami chemikálií) a s výbornými vlastnosťami z hľadiska kvality vnútorného prostredia. Inves-

Estetika kameňa, hliny a neopracovaného dreva



Tradičná hlinená architektúra teplých krajín

tičná náročnosť stavieb z hliny je veľmi nízka, únosnosť masívnych hlinených stien je porovnateľná s horšou pálenou tehloú a zaujímavá je aj jej tepelnoakumulačná schopnosť. Ak potrebujeme lepšiu tepelnoizolačnú schopnosť, môžeme ju získať „vyľahčením“ hliny prídavkom vhodných plnív (najbežnejšie slamy) – pravda, na úkor únosnosti takehoto materiálu, čo kompenzujeme vhodným konštrukčným riešením. V strednej Európe sa najbežnejšie používa vyľahčená hlina nabíjaná do debnenia v kombinácii s dreveným skeletom, ktorý môže byť skrytý v hlinenej stene (resp. na vnútorné steny sa používa hlina masívna a tehly z nepálených tehál (ktoré sa pri obvodovej stene kombinujú s tepelnou izoláciou), občas sa stretáme s vyľahčenými hlinenými blokmi, hlinenými klenbami či rôznymi experimentálnymi technológiami. Hlina sa obvykle používa na steny, bežne komerčne dostupné sú aj hlinené omietkové zmesi. Známe sú moderné podlahy zo stabilizovanej hliny, v rozvojových krajinách sa skúšali aj hlinené stropy a hlina sa môže použiť aj nez hutnená ako zásyp. Hlina je materiál prispôsobivý, s veľmi dobrými vlastnosťami, jeho najväčšou slabinou je menšia odolnosť proti vode – pre hlinené stavby v našich podmienkach sú preto typické vyššie sokle a prečnievajúce strechy. V krajinách s teplou a suchou klímou je využitie nepálených hliny ešte jednoduchšie a výhodnejšie, masívna hlinená konštrukcia je tam oveľa vhodnejšia než najmodernejšie stavebné systémy.



Hlina sa môže zaujímavo prejavíť v interiéri

Pre stavby z nepálenej hliny sú charakteristické masívnejšie steny, materiál sa často priznáva navonok v podobe neomietaného muriva či omietky v prirodzenej farbe a štruktúre hliny, konštrukcie využívajúce špeciálne debnenia sú limitované jeho modulovou skladbou. Ak však demonštrácia použitia nepálenej hliny nie je zámerom architekta, hlinený dom môže byť na nerozoznanie od bežnej stavby.

• **Slamené bloky.** Slama je dnes u nás vlastne odpadom – pri chove zvierat sa už takmer nevyužíva, často sa zaoráva či spaľuje. Výstavba z lisovaných a previazaných slamených blokov je preto veľmi výhodným využitím tejto suroviny z obnoviteľného zdroja, s veľkou energetickou náročnosťou. Navyše u nás je tento materiál obvykle dostupný v blízkosti miesta výstavby. Lisovaná slama má výborné tepelnoizolačné vlastnosti, je ťažko horľavá a škodcom príliš nechutí. Spravidla sa kombinuje s dreveným skeletom na zabezpečenie nosnosti steny (strechu prízemného domu však udržia aj samotné slamené bloky), hrubá hlinená omietka zlepšuje odolnosť proti ohňu a chráni pred škodcami i pred poveternostnými vplyvmi – na ochranu pred dažďom sa môže použiť aj drevený obklad či dostatočný presah strechy. Podobne ako pri nepálenej hline je dôležitá ochrana konštrukcie pred vlhkosťou a paropriepustnosť povrchových úprav. Typickým uplatnením je využitie slamených blokov na obvodové steny domov s dreveným nosným skeletom, možno ich však použiť aj ako tepelnú izoláciu strechy. Na obvodové steny sa začínajú používať drevené sendvičové panely s izolačnou vrstvou zo slamy, na priečky sú vhodné panely na báze slamy a minerálnych spojív.

Domy zo slamených blokov charakterizuje veľká hrúbka obvodových stien, na rozdiel od hlinených stavieb sa však tento materiál navonok priznáva len výnimočne. Výhodou je jeho vynikajúca tepelnoizolačná

schopnosť, rýchlosť a technologická nenáročnosť výstavby i nízka cena takejto konštrukcie. V súvislosti s cenou si však treba uvedomiť, že náklady na steny či izoláciu strechy sú len zlomkom celkových stavebných nákladov a použitie lacných alternatívnych materiálov bez úsporného riešenia ostatných konštrukcií investičné náklady príliš nezníži. V prípade využitia slamených blokov môže byť oveľa atraktívnejšia úspora prevádzkových nákladov vďaka nadštandardnej tepelnej izolácii, masívne hlinené strechy zase zabezpečia letnú tepelnú pohodu bez investične i prevádzkovo druhej klimatizácie.

• **Výstavba z odpadu.** Recyklovaný materiál je z hľadiska ochrany prostredia a šetrenia zdrojov ideálnym riešením. S rôzne prepracovanými „odpadmi“ sa budeme pri výstavbe stretávať čoraz častejšie – okrem úspor surovín šetria aj priestor na skládkach. S opätovným používaním stavebných prvkov sa stretávame od staroveku: väčšinou je výhodnejšie použiť stavebný prvok zo zbúranej stavby, než vyrobiť nový. Mnoho technológií recyklácie je dnes bežných a samozrejmych (napríklad znovupoužitie ocele či hliníka), zaujímavé sú skôr nové druhy materiálov z recyklovanej suroviny – typickým príkladom sú celulózové tepelné izolácie z odpadového papiera, ktoré môžu v bežných konštrukciách nahradiť minerálnu vlnu či sklenené vlákna.

Špecifickým príkladom je „recyklácia“ celých objektov: nevyužívané priemyselné stavby získavajú novú, aktuálnu funkčnú náplň (a obraz miesta ostáva zachovaný). Architektonický výraz stavieb švajčiarskeho architekta E. Zalotnaya určujú sekundárne použité stavebné prvky a recyklovaný materiál, univerzitné Rural Studio využíva stavenie z odpadu na riešenie potrieb chudobných vidiečanov v Alabame (s nízkymi nákladmi, ale vysokou architektonickou kvalitou), iniciatíva Earthship realizuje atraktívne stavby s využitím

Moderný dom zo slamených blokov pred omietnutím



tím starých pneumatík. Stavanie z „odpadu“ je menšinovým žánrom (ako všetky alternatívne prístupy), ale architektonickými kvalitami najlepších realizácií preukazuje, že jeho väčšie rozšírenie by prostrediu našich miest a dedín skôr prospelo, než ublížilo.

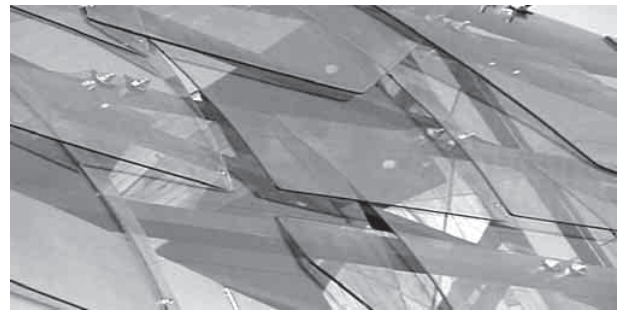
Materiál a architektúra

Architektonický výraz stavieb z alternatívnych materiálov nemá vždy osobitý charakter, hlinený dom môže byť na nerozoznanie od budovy z pálených tehál a ani použitie celulózových či korkových izolácií sa navonok neprejaví (aj preto využívanie týchto materiálov dokumentujeme skôr obrázkami z výstavby než fotografiami hotových stavieb). Ale častejšie sa použitý materiál priznáva, dokonca zdôrazňuje, či už kvôli jeho prirodzeným vlastnostiam (napríklad stena zo slamených blokov má svoju masívnosť), alebo preto, že chceme estetické kvality materiálu uplatniť vo výraze domu. Hlinené steny môžu byť priam výtvarným dielom, rukou uhládzané omietky humanizujú tvrdé formy modernej architektúry, zhruba opracované drevené stĺpy pripomínajú spätosť s prírodou. Demonštratívne uplatnenie alternatívnych materiálov prináša novú kvalitu do výrazu budov, kvalitu spätú s presadzovaním environmentálnych hodnôt v architektúre.

* * *

Používanie alternatívnych materiálov má dve roviny. Prvou je zníženie záťaže životného prostredia: alternatívne materiály vyžadujú menej energie a menej surovín z neobnoviteľných zdrojov, menej prispievajú ku globálnej zmene klímy či znečisteniu životného prostredia, môžeme spočítať ich „environmentálny

Slamené steny bývajú omietnuté hlinou, únosnosť často zabezpečuje drevený skelet



Americké Rural Studio programovo stavia z odpadu – táto stena je z čelných skiel starých Chevroletov

prínos“ pri zachovaní potrebných funkčných vlastností. Druhá rovina nie je merateľná, týka sa estetických kvalít architektúry s materiálmi „prírodnejšieho“ charakteru a vyjadrenia hodnotových postojov jej tvorcov. Niektoré alternatívne prístupy nadväzujú na tradíciu, iné sa opierajú o moderné technológie – jedny aj druhé majú šancu časom „zovšedniť“ a stať sa bežnými spôsobmi stavania. Môžeme však predpokladať, že kým sa tak stane, objavia sa nové alternatívne materiály a technológie.

Literatúra

- Magyar organikus építészet. Kós Károly Alapítvány Budapest, 1992.
- Nagy, E.: Manuál ekologickej výstavby. Permakulúra (CS), 1999.
- Nagy, E.: Nízkoenergetický ekologický dom. Jaga Bratislava, 2002.
- Natur&Lehm – firemené propagačné materiály a prospekty, Natur&Lehm, 2003.
- Pifko, H.: Alternatívne technológie (učebná pomôcka). FA STU Bratislava, 2002.
- Pifko, H.: Alternatívne materiály a technológie (prezentácia pre prednášku z EVT). FA STU Bratislava, 2004.
- Skupina ekologické architektúry (SEA) – firemné propagačné materiály, 2002.
- Štovský, R.: Alternatívne materiály (učebná pomôcka). FA STU Bratislava, 2002.
- Vale, B., Vale, R.: Green Architecture. Thames&Hudson, London, 1991.
- Wines, J.: Green Architecture. Taschen Köln, 2000.
- www.ruralstudio.com
- www.greenbuilder.com
- www.ekodomy.sk

Fotografie: autor, citovaná literatúra a internetové zdroje

**Ing. arch. Henrich Pifko, Ústav architektúry II, Fakulta architektúry Slovenskej technickej univerzity, Nám. slo-
body 19, 812 45 Bratislava, henrich.pifko@stuba.sk**