

Othmar Humm: Nízkoenergetické domy

přeložil Jan Tywoniak, vydala Grada v roce 1999 [1]. Kniha vyšla s podporou České energetické agentury.

Obsah

1 Recenze knihy	1
2 Doporučená errata, další komentáře	4
Reference	15

1 Recenze knihy

Švýcarský odborník shrnuje v obsáhlé knize (353 stran formátu 16 x 23 cm) své znalosti o správném stavění. Uvádí spousty příkladů ze své země i z Německa, jak se vyvíjelo v posledních dvaceti letech stavění domů s desetkrát i vícekrát sníženou spotřebou energie. Příklady jsou doplněné spoustou náčrtů a tabulek. Autor pečlivě srovnává, kolik které opatření ušetří a za jakou cenu. Kromě opatření samozřejmých, jako jsou tlusté nepřerušené izolační vrstvy a nejlepší okenní výplně, jaké jsou na trhu, píše i o věcech, o kterých se u nás ví jen málo.

Podrobně rozebírá *řízené větrání*, při němž se čerstvý vzduch v zimě ohřívá od vypouštěného. Podstatné přitom je, že čerstvý vzduch nejprve prochází *podzemním potrubím*, kde se v zimě předejde, takže výměník teplot nemůže zamrznout. V létě naopak podzemní potrubí umožní příjemné větrání i za denních veder. Autor varuje před běžným řešením s úzkými kanály a vysokými rychlostmi proudění v nich – správné větrací zařízení má kanály velmi prostorné, pokud možno integrované do konstrukce, a spotřebu elektřiny na pohon ventilátorů alespoň desetkrát menší, než je energie vrácená do budovy. Ne všechny starší příklady tento požadavek splňují.

Přestože je německý originál knihy vydaný v roce 1997, je popisovaná praxe už zčásti zastaralá. Na trh se totiž od té doby konečně dostal levný *protiproudý výměník teplot* poskládaný z prolisovaných plastových lamel, který má teplotní účinnost ne 60 nebo 70, ale celých 90 % ([2]). Větrací zařízení by

tak u nových budov mělo být dnes naprosto samozřejmé, protože s náklady o nic vyššími, než jsou uváděné, vrátí do budovy více energie.

Knihla mluví i o *těsnosti budov a jejím ověřování*. Je to problém, který kontinentální stavebnictví zvládá jen velmi zvolna (ve Švédsku je to záležitost vyžadovaná normou a běžná), přesto, že je neobyčejně důležitý. Dobré domy prostě musí být velmi těsné, jinak je skutečně řízené větrání s velmi malými ztrátami energie stěží možné.

Udivilo mne trochu, že si autor nevšiml *nevhodnosti velké výměny vzduchu v mrazivém období*. Tehdy totiž je venku ve vzduchu jen velmi málo vody, a větrání výrazně přesahující deset metrů krychlových na osobu a hodinu vede k velmi nízkým relativním vlhkostem v interiéru (pod 40 %). Ty jsou nevhodné z různých důvodů, především pak jsou nepříjemné. Vzhledem k tomu, že větrání má zvýšit komfort, musí být v mraze o hodně nižší než jindy, jinak by komfort snižovalo a prostředí činilo nezdravým. Skutečnost v popisovaných domech asi nikdo neměřil (jediný uváděný průběh vlhkosti během roku na str. 320 je nevěrohodný); odhaduji, že v mraze bývala větrací zařízení v provozu kratší dobu, než architekti plánovali (v jednom případě se to přímo zmiňuje). Jak moc je doopravdy potřeba větrat, poví přesný vlhkoměr: vlhkost v obytné budově by se v mraze měla pohybovat mezi čtyřiceti pěti a padesáti pěti procenty, ve škole či administrativní budově, kde jediným významným zdrojem vlhkosti je dýchání, pak mohou být tyto hodnoty o pět procent menší. Vysoká vlhkost u výborně izolovaných budov nikdy nevádí, protože v nich nikde nejsou chladná místa, kde by pára mohla kondenzovat.

Autor popisuje i různá řešení *předehřevu teplé užitkové vody teplou vodou odpadní*. I taková zařízení se mohou vyplatit, zvláště když se v budově kromě kuchyně důsledně používá voda jen 40 °Cteplá. Samozřejmou součástí kvalitních budov se ale ještě nestala.

Skepticky se staví ke všem řešením, kdy budova obsahuje velký zásobník energie, který má letní přebytek slunečního záření uskladnit na zimu. Žádný z těchto *sezónních solárních zásobníků nesplnil očekávání*. Například proto, že jej nelze dostatečně zaizolovat. Stejně prostředky použité na ještě mohutnější izolaci budovy a ještě lepší okna se vrací rychleji a přinesou větší užitek. Vytápění celoročně obývané budovy se pak stane zbytečným, a ohřívání vody v zimě, když slunce svítí málo, se daleko levněji zajistí dobrými kamny či kotlem na dřevo (či není-li místo na uskladnění ani těch pouhých dvou plno-metrů, co jsou k tomu na celý rok potřeba, tak asi kondenzačním plynovým nebo olejovým kotlem).

Příkladů budov, kde se skutečně téměř netopí, je v knize celá řada. Jde přitom o řešení velmi pestrá, z nichž si každý vybere, co se mu líbí. Je otázka, jaký argument by mohl užít architekt, který o takových možnostech ví, a přitom se rozhodne postavit dům obyčejný, plynutavý energií kde se dá. Snad: neumím, stavební firma nedovede, zedníci by nepochopili, proč se snažit, když to po mě nikdo nechce.

Knihla má své *slabiny*. Ta hlavní je v tom, že střídavě chválí staré příklady, které ve své době pochvalu zasluhovaly, ale dnes jsou zcela zavádějící, a uvádí se hned zas příklady nové, jakoby šlo o rovnocenné alternativy. Občas se hovoří i o budovách ledva splňující doporučení norem, a pak zase o budovách skutečně ukázkových, opět bez jasného rozlišení, že jde o různé kvality. Na str. 145 je graf s několika křivkami, jak různě izolované a masivní budovy chladnou – graf je zavádějící, protože pod dobře izolovanou budovou se rozumí budova vyhovující normě, tedy izolovaná jen chabě, a ne budova izolovaná důkladně, tj. čtyřikrát lépe. Masivní dobře izolovaná budova totiž při venkovní teplotě deset stupňů pod nulou vychladne za týden ze dvaceti stupňů na sedmáct, a ne za tři dny o šest stupňů, jak nás chybně přesvědčuje nevhodný příklad v grafu.

Zarazilo mne i to, že autor téměř pominul velmi odlišné vlastnosti kovových a jiných vrstev v dlouhovlnném infračerveném oboru, ve kterém se děje většina toku energie mezi obyčejnými okenními tabulemi nebo mezi námi a stěnami místnosti. Mám na mysli jednoduchou skutečnost, že zářivý přenos se téměř neuplatní, pokud je na jedné straně *vrstva alumina* – to lze výborně využít například u rolet (viz zmínku na str. 101) a žaluzií (str. 96), jen se nesmí tato výhoda hliníku zničit nátěrem. Stačí si vzpomenout, jak vypadá termoska (pravda, v té je navíc vakuum, což v případě oken použít nelze).

Na druhé straně je pro toho, kdo již četl alespoň některé české knihy na toto téma četl (např. překlad starého vydání knížky W. Feista a J. Kliena *Nízkoenergetický dům*, slavný *Faktor 4* nebo i *Slabikář ekologického bydlení J. Plamínkové*), a o domy s velmi malou spotřebou energie se už léta zajímá, kniha velmi bohatým a důkladným zdrojem informací a inspirace. K tomu přispívá *velmi kvalitní sazba* (zřejmě systémem TeX) s minimálním množstvím chyb, spousta odkazů a rejstřík. Pro rychlou orientaci a možnost odkazů do textu bych velmi doporučil knížku zpřístupnit i v elektronické formě ve tvaru PDF – studenti, které by zaujala, by si jistě pro pohodlnou četbu koupili i podobu tištěnou. Elektronická podoba by mohla nabídnout i barevné obrázky domů, o kterých se mluví – často jde o slavné budovy, které by měly být i u nás co nejznámější.

Ještě nemohu pominout fyzikální poznámku o „tepelné energii“. Takovou veličinu fyzika už nezná, jen kdysi se tak označovala veličina, zvaná dnes vnitřní energie. Je škoda, že takový bezobsažný pojem v i v dobré technické literatuře tvrdošijně přežívá. Co tak občas místo něj užít exaktního pojmu *entalpie*? Jindy jde jen o proces, ne o stavovou veličinu, a tehdy je na místě mluvit o práci (mechanické či elektrické) a teple (do tepla lze zahrnout i záření).

Obávám se, že nepřesný jazyk techniky nutně vede i k zamlžení představy o tocích energie budovou. Ale takové precizování původního textu asi po překladateli Janu Tywoniakovi, profesorovi ČVUT, nelze chtít. I tak odvedl vynikající práci. Představa, že určitě alespoň jeden český stavební expert a učitel porozuměl nejlepším ukázkám kvalitního evropského stavění, je povzbuzující. Snad po důkladném studiu knihy a citovaných i novějších zahraničních pramenů (např. [3]) takových učitelů ještě přibude. Jen musí také, jako překladatel, umět i německy. . .

Na závěr ještě jednou: pokud pro vás pojem „nízkoenergetický dům“ je už běžný, *určitě si knihu kupte* a studujte ji. Nic lepšího v češtině nenajdete, a věřím, že vás kniha nadchne, tak jako mě. Líbí se mi čím dál víc, v prvním konceptu recenze jsem jí určitě krivdil.

Jan Hollan, Ekologický institut Veronica, 29. března 2000

2 Doporučená errata, další komentáře

(V závorkách jsou překlepy a podobné prosté chyby.)

Na str. 22 se v pátém bodu skvělého výčtu kroků výstavby dobrého domu uvádějí jako možné zdroje na krytí malé zbytkové potřeby energie kromě slunečních kolektorů a dřeva i tepelná čerpadla, která byla použita i v mnohých příkladech uváděných v knize. Ta možným zdrojem jsou, ale doporučit je nelze téměř nikdy. U nás je vždy lze (při stejném komfortu a plně automatickém provozu) s mnoha výhodami nahradit skutečně ekologickým kotlem na dřevěné pelety, sypkým palivem budoucnosti – taková situace ale nastala až po vydání německého originálu knihy.

Na začátku str. 23 se uvádí vztah mezi konkrétní měrnou roční spotřebou energie vyjádřenou v obou běžných jednotkách, přičemž se klade rovnítko mezi 60 kilowatthodin a 220 megajoulů. Správné relační znaménko je ale „přibližně rovno“. Možná, že v editoru, který autor původně užíval, nebylo takové rovnítko s tečkou k dispozici, do vysázeného textu ale jistě patří. I ve všech

dalších údajích v knize, vzniklých přepočtem okrouhlého počtu kilowatthodin na megajouly, se podobně zaokrouhluje na zapamatovatelná čísla, což je zcela na místě, jen by stálo za to častěji připojit slůvko „asi“ – potom by bylo možné zaokrouhlovat ještě více.

Zásady o dimenzování oken na začátku str. 25 platí spíše pro součinitel prostupu tepla k kolem $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, což ale už není nijak skvělá hodnota. Standardem by dnes mělo být sedm desetin této hodnoty, což už přestává omezovat velikost oken na východní a západní fasádě, jak na více místech ostatně kniha uvádí. Na severní fasádě omezení zaniká také, pokud se izolační vlastnosti oken ještě o třetinu zlepší (např. vnějšími izolačními okenicemi, na které tam bývá dost místa). Tradiční eliminování oken na severní straně domu vede kromě toho ke zvýšené spotřebě elektřiny na osvětlování, kterou je potřeba třikrát vynásobit (s ohledem na vyvolanou spotřebu uhlí na její výrobu) než se porovná s úsporami na vytápění.

Uprostřed druhého sloupce je zmíněna možnost získat 75 % unikající energie zpět z odpadního vzduchu – dnes je to už 90 %, jak uvádím už .

Podíl větrání na úniku energie z nízkoenergetického domu v grafu na str. 26 (uvádí se tam 40 %) je přehnaný, viz o tom poznámku výše. Jak vyplývá i z dalších zmínek v knize, autor asi počítá s tím, že se v budově kouří, proto připouští tak extrémní přítok chladného venkovního vzduchu. To je ale v příkrém protikladu s cílem malé spotřeby paliv na vytápění. V budově, kde nejsou zbytečné zdroje zápachu, se i bez systému přesunu tepla z odpadního vzduchu do čerstvého ztráty energie větráním mohou zcela vyrovnávat se ziskem energie od osob pobývajících uvnitř. Potřebu větrání i v době, když uvnitř nikdo není, by snad mohly vyvolávat vysoké koncentrace radonu, těm se ale lze lépe vyhnout stavebními opatřeními.

Ke větrání se vztahuje i nepochopitelný faktor 0,8 v tabulce na str. 31. Že by se při přesunu tepla z odpadního vzduchu do čerstvého snížil únik energie větráním jen *na* 0,8 oproti situaci při větrání okny? Snad by se dalo mluvit o tak malém snížení národních emisí oxidu uhličitého (při velmi špatné technice), ale jinak se snad takto dá snížit únik energie *o* 0,8! Mluví se ovšem o postupech podle normy WSV0 95, které jsou zřejmě zvláštní, ne o skutečnosti.

Na str. 38 jsou zmíněné některé programy pro výpočty tepelných toků z budovy a do ní. K nim bych doplnil takové, které jsou k dispozici bezplatně, především ty, které vyvinula Lawrence Berkley Laboratory, součást vládní americké agentury Department of Energy, viz windows.lbl.gov/software, kmp.lbl.gov/BDA, a obecně www.lbl.gov. Velký systém pro unixové počítače

(vyžadující ale registraci s poplatkem) nabízí www.esru.strath.ac.uk/ University of Strathclyde. (Komerční program Kobra a jiné nabízí www.physibel.be. České programy Zbyňka Svobody (jen pro Win32) viz www.kcad.cz.)

V tabulce na str. 51 stojí za povšimnutí poměrně špatné rámy HIT, zdaleka neodpovídající kvalitě zasklení. Těžko je pochopitelné použití horšího zasklení na neosluněné straně – tam lze právě použít zasklení více izolujícího, poněvadž není nutná vysoká infračervená propustnost oken pro sluneční záření.

Notoricky vadné označení, (na str. 58 a mnoha jiných místech, např. na str. 153) které je žádoucí (i když obtížné) vymýtit, je „výměník tepla“ (viz [4]). Ve skutečnosti se (v protiproudém výměníku) vyměňují teploty, lze jej tedy označit *výměník teplot*, a protože se tak děje tepelným tokem, tak i *tepelný výměník* (čeho? teplot!), tak ostatně nepochybně zní správný překlad německého *Wärmetäuscher*. Teplo se v něm rozhodně nevyměňuje, výměna znamená vždy něco za něco. Text odlehčí, když se přívlastek občas ušetří, v jasném kontextu stačí pouhé *výměník*. (V teplotě se mluví o předávacích stanicích, dalo by se tedy občas použít také označení *předavač tepla*, ne-li jednoduché *ohříváč*.)

Nešťastný je obrázek 27.1 na str. 61. Vytváří dojem, že nejvýhodnější tloušťka izolace je jen málo přes dvacet centimetrů. Tak je to ale jen, když se počítá optimum pro uvedené období pouhých deseti let. Životnost izolace je ale nepochybně mnohonásobně vyšší, a energetickou návratnost je vhodné počítat spíše pro období budoucího užívání budovy, což je řádově sto let. Graf pro kompromisní období třiceti či padesáti let by zanechal mnohem správnější dojem. Další obrázek sice uvádí věc na pravou míru, ale nebezpečí, že někdo bude reprodukovat jen zavádějící obr. 27.1 bez vysvětlujícího textu, zůstává.

Zavádějící může být porovnávání lehkých a masivních staveb na str. 63 až 65. Netýká se totiž vůbec těch domů, které autor sám upřednostňuje, tzv. pasivních, s měrnou potřebou vytápění pod 15 kWh/(m²a). (Pasivitou se myslí to, že v nich odpadá např. otopný okruh poháněný motorem.) Takové stavby totiž jednoznačně masivní být musí. Jen tak mohou bez vytápění překlenout tři až pět temných mrazivých dní, a jen tak v nich teploty v přechodných obdobích nestoupají příliš vysoko.

Na str. 65 si zato zaslouží velkou pozornost graf 27.9, ukazující marnost stavby vynikajících domů tam, odkud se běžně dojíždí do práce či do města autem – roční spotřeba paliva v autech může několikrát přesáhnout spotřebu pasivního domu.

Pasivní dům je zcela opomenut i v grafu 31.1 na str. 68. V něm se uvádí vhodné rozmezí tloušťek izolace jen pro běžný nízkoenergetický dům se trojnásobnou spotřebou paliva.

Ze staromódní publikace jsou převzaty obrázky na str. 87 až 90, v nichž je tloušťka izolací až několikrát menší než tloušťka nosné konstrukce. Ve správném obrázku je tomu vždycky naopak.

Zastaralá je také zmínka o oknech na str. 91. Nově kupovaná lepená skleněná souvrství zajisté nesmějí být vyplněna vzduchem: výhodný je krypton, v nouzi lze použít úplně levný argon, ušetřit použitím vzduchu se věru brzy prodraží. (Český výrobce kvalitních souvrství viz [6].)

Poznámka ale dobře postihuje jeden velmi významný rozdíl: totiž to, že okna stará sto let izolují (po utěsnění) o poznání lépe, než mizerná obyčejná okna s „dvojskly“ s tenkou vzduchovou vrstvou, a to i když pomineme obvyklý mohutný tepelný most kolem takových „moderních“ oken. V Česku dnes velmi hojné, ba doporučované vyměňování starých oken za (špatná) nová tak ve skutečnosti znamená zvýšení ztrát prostupem tepla až o dvacet procent. Je to ještě větší a dražší pitomost než někdejší instalování „přímotopů“.

Na str. 96 se popisují již dosti stará, ale poměrně kvalitní okna HIT, obsahující bílou žaluzii. Jak plyne z tabulky, žaluzie má velmi nízkou emisivitu (jinak by nebyla zdaleka tak účinná), je tedy jistě hliníková a upravená jen tak, aby se dlouhovlnná odrazivost alumina nepoškodila. To by stálo za zdůraznění.

Přestože kniha je téměř úplně prostá skutečných věcných chyb, na další str. 97 se jedna vyskytuje. Stejná chyba ale bývá ve většině reklamních informací výrobců okenních souvrství s užitím vrstev nízké emisivity. Takové vrstvy totiž brání jen zářivému přenosu uvnitř dutiny mezi jednotlivými vrstvami okna. Dlouhovlnné infračervené záření se ve skutečnosti nedostane přes žádné sklo, povrstvené či obyčejné, každé je stejně neprostupné jako zeď.

Reklama výrobců navíc často chybně mluví o odrazení dlouhovlnného záření zpět do místnosti. Umístit čirou vrstvou vysoké odrazivosti (tedy nízké emisivity) na plochu skla obrácenou do místnosti je sice možné, ale nedělá se to. V místnosti totiž není čistý argon, ale obyčejný vzduch, který navíc dost proudí, hlavně kolem oken. Snížení zářivého tepelného toku na sklo přinese jen malý užitek, tím spíše, že odrazná vrstva vede ke snížení teploty skla a tím k většímu proudění kolem něj. Kromě toho vrstvy s emisivitou pod 20 % nesnášejí vodní páru, trvale přežijí jen v suché dutině.

Na str. 101 se píše o izolační okenici odpovídající 50 mm polystyrénu, že sníží tepelnou ztrátu oken o 32 % – správně patří na 32 %. U konstrukce oke-

nic se dále navrhuje, aby izolační vrstva byla oboustranně překryta překližkou o tloušťce 15 mm; nemám ponětí, proč by většinou neměla stačit tloušťka 5 mm.

V následujícím posledním odstavci o roletách se zmiňují „teploodrazivé vrstvy“. To je velmi správné, ale asi by se patřilo říci, že jde dosud vždy o vrstvy alumina, Takové rolety jednoznačně poznáme i na pohled, protože kovově odrážejí i světlo. Je možné, aby aluminium bylo barevně upraveno, ale pozor, i tenký nátěr zpravidla odrazivost (nízkou emisivitu) hliníku zcela zničí. Orientačně lze odrazivost vyzkoušet tak, že na sebe odrazíte záření z kamen, které jsou pro vás za rohem – rozdíl mezi zrcadlem z hliníkové fólie a řekněme bílým plastovým podnosem (nebo skleněným zrcadlem či natřeným plechem) poznáte snadno na tváři. Přítomnost jiných ploch než čistě kovové ani neucítíte.

Na strany 117 až 121 dal překladatel novější informace o izolačních hmotách než byly v původním textu. Informace jsou ale předpoklaté, pokud jde o *přírodní izolační materiály*. Důvodem asi je, že jsou převzaty z textu nazvaného „Entwarnung für Mineralfasern“, tedy možná propagujícího minerální izolanty. Ty skutečně asi nepředstavují významné zdravotní riziko, ale naznačovat, že přírodní materiály by mohly být nebezpečnější, je absurdní. *Konopí, len a ovčí vlna se ve skutečnosti velmi doporučují* a jsou stále oblíbenější (viz např. [5]). V Rakousku i Německu jde o standardní (certifikované) stavební materiály, a zejména konopí (se zanedbatelným obsahem omamných látek) se pěstuje stále více. Obávat se zdravotní škodlivosti jejich vláken je až legrační, protože např. do vlny se lidé oblékají a mají ji všude kolem sebe již sedm tisíc let. Asijští pastevci s ní odedávna poměrně důkladně, alespoň pěticentimetrovou vrstvou, izolují i svá mobilní obydlí, která jsou tak obyvatelnější než evropské paláce. Stejnými prostředky proti molům jako vlněné stavební izolace jsou ošetřovány např. i vlněné koberce, a to už mnoho desetiletí. A pokud by stálo za řeč nebezpečí celulózových vláken (z těch jsou všechny ostatní přírodní izolační vláknité materiály), asi bychom neměli používat ani toaletní papír a jakékoliv tkaniny z přírodních materiálů.

Jediným nedostatkem přírodních vláken, který stojí za zmínku, je ten, že pokud je jejich hořlavost snížena pomocí sloučenin bóru, nepatří na kompost. Hořlavost ale může být snížena také fosforečnanem amonným (tedy vlastně umělým hnojivem, které se jako příměs v kompostu snese), případně nemusí být snižována vůbec (u konopí je to zbytečné). A izolační materiály je kromě toho lépe používat znovu (v případě potřeby je přepracovat, což výrobci nabízejí) než je kompostovat.

Jeden dnešní materiál je ostatně v celé knize nedocenen, totiž *izolační desky z dřevěných vláken* (jakási dokonalá a velmi příjemná „hobra“). Ty měkké (ale i tak tvrdší než izolační desky z minerálních vláken) izolují stejně jako ostatní nejlepší izolanty, tedy jejich tepelná vodivost je čtyři setiny wattu na metr a kelvin – pravda, v době psaní knihy tomu tak ještě nebývalo. Lepší izolační schopnost žádný materiál plněný neškodlivým plynem (dříve či později vždycky vzduchem) nemá, ani mít nemůže, s jednou jedinou výjimkou.

K vedení tepla vzduchem, které je zodpovědné za tři čtvrtiny toku energie, se totiž přidává ještě zářivý přenos mezi jednotlivými stěnami bublin nebo vlákeny. Ten lze sice omezit jejich větším počtem (tedy častějším pohlcením záření), jenže ono to nepomůže, velmi tenká vlákna nebo stěny bublin už dlouhodobné záření většinou propouštějí. Pokud přidáme i materiálu, abychom pohlcování záření zvýšili, bude zase hrát větší roli jeho vlastní tepelná vodivost, vždy mnohem vyšší než vodivost vzduchu. Uvedená standardní tepelná vodivost „rozčleněného vzduchu“ (daná vedením a zářením) je právě tou nejlepší hodnotou, kterou lze při vhodném množství výplňového materiálu dosáhnout, a je vlastně jedno, jestli je výplň z celulózy (a příměsí, dle konkrétní rostliny), bílkoviny, polymeru nebo skly. Hůře izolují jen ty vrstvy, kde jsou vlákna příliš hrubá (a je jich tedy málo), nebo které mají příliš velkou hustotu (a moc se uplatňuje vedení tepla materiálem). Příkladem jsou třeba balíky slámy. Zmíněnou jedinou výjimkou, kdy jsou izolační schopnosti o něco lepší, jsou průsvitné izolace z tzv. aerogelu, které mají dutinky menší, než je střední volná dráha molekul vzduchu. Jen tehdy je vedení tepla menší než v samotném nehybném vzduchu, a aerogel tak může izolovat až o třetinu lépe než všechny ostatní izolační materiály. Aerogelové izolace (ideální na jižní fasády) jsou ale nesmírně drahé.

Na str. 123 se místo o „hustotě energie globálního záření“ hodí psát o hustotě *toku* (slunečního) záření, ta právě v průměrné vzdálenosti Země od Slunce kolísá kolem oněch 1367 W/m^2 (s odchylkami kolem jednoho promile). Pojem „globální záření“ začíná mít smysl až na dně atmosféry, kam část slunečního záření dopadá rozptýlená, z jiných míst oblohy nebo z okolní krajiny.

K větrání v období veder, zmiňovanému na str. 127, se hodí zdůraznit, že pokud už se vzduch nebere ze „zemního registru“ (jak kniha jinde mnohokrát doporučuje), je nejučinnější větrat vydatně nad ránem, kdy jsou teploty nižší než dříve v noci nebo dokonce večer. Bez větracího zařízení může být ale někde problém všechna okna po půlnoci otevřít a ráno pak včas zavřít. (Dobrý příklad kniha stručně zmiňuje na str. 248.)

U posledního grafu na str. 131 je potřeba buď obrátit svislou osu, nebo popis (záporný je totiž tok z místnosti vyhřátou stěnou ven).

Zmatené jsou věty o poměru tepelných ztrát záměrným větráním a nežádoucí infiltrací na str. 148 – proč by mělo být příznivější, je-li podíl jedna pětina než jedna třetina?

(Na str. 150 nepatří za hodnotu $3,0 \text{ h}^{-1}$ pravá závorka.)

Na str. 149 je ve skutečnosti závislost průtoku vzduchu na rozdílu tlaků *mocinná* (s exponentem mezi 0,5 a 1), ne exponenciální.

Ve výčtu výhod mechanických větracích zařízení (str. 154) se správně uvádí, že zabraňují tvorbě plísní a rozvoji roztočů díky snížení *vlhkosti v místnostech*. O plísních to samozřejmě platí jen u bídně izolovaných domů, protože pasivní domy v interiéru chladná místa nemají, takže vlhkost tam ani v mrazivých týdnech nikde nekondenzuje (a plísně nevzniknou). Pokud jde ale o roztoče, nezbývá než se smířit s tím, že v teplé části roku prostě vlhkost v interiéru běžně přesahuje šedesát procent, a roztoči se tudíž množit mohou. Pokud by měla být vlhkost nižší, nesměli bychom v létě moc větrat a vzduch uvnitř by bylo nutné odvlhčovat. Jen v období s teplotami klesajícími pod deset stupňů může být vlhkost v interiéru doopravdy pod limitem omezujícím roztoče. Začátkem podzimu k tomu bývá nutné velmi vydatné větrání. Tehdy zařízení, v němž se teploty odváděného a přiváděného vzduchu vyměňují, takové vydatné větrání skutečně umožňuje, aniž by se plýtvalo energií a aniž by to bylo nepříjemné.

V mrazivých měsících nicméně klesne vlhkost pod šedesát procent i při „klasickém“ větrání okny v dokonale utěsněné budově, v méně utěsněné to nastane, i když nikdo záměrně nevětrá. Jen tehdy je pro roztoče příliš sucho; v neutěsněné (nebo příliš větrané) budově je ale příliš sucho i pro lidi. Lidem trvalá vlhkost pod 45 % nesvědčí, a vlhkost nad šedesát procent jim jde docela k duhu (výhodné je, že při ní stačí nižší teploty v interiéru – tolik se neochlazujeme dýcháním a odpařováním z pokožky). Je ale možné, pouštět zimní suchý vzduch nejprve do ložnice, aby tam vlhkost byla nejnižší (a roztoči se tak v posteli nemnožili). Kniha ostatně přivodí vzduchu právě do ložnice na řadě míst doporučuje.

Na str. 156 je zavádějící obrázek výměníku teplot. Zobrazené zařízení, kde proudy vzduchu jsou navzájem kolmé, teploty samozřejmě nemůže vyměnit a účinnost ohřevu čerstvého vzduchu je dost nízká (zhruba dvoutřetinová). Přesto jsou tyto špatné „křížové výměníky“ dosud běžně užívané a v době psaní knihy asi na trhu jiné téměř nebyly. Některé popisované příklady užívají naštěstí dvou takových skříní za sebou, což už je poněkud lepší. Opravdu

dobrý je jen takový výměník, kde mají oba vzdušné proudy opačný směr, tedy tzv. protiproudý (viz výše). Tomu se lze přiblížit deformací – doplněním křížového výměníku obdélníkovou částí, která je o dost delší než špice vstupní a výstupních částí (viz obrázek ve [2]). Špice jsou ovšem zbytečné, čela mohou být i plochá.

O velmi důležitém tématu větrání se píše kvantitativně na str. 158. Autor správně považuje hodnoty doporučené v tabulce 5.6 za příliš vysoké – ona totiž ta tabulka je od svazu firem instalujících větrací a topné systémy, jejichž zisky jistě s velikostí zařízení rostou. (Před jakýmikoliv doporučeními osob, které z té či oné možnosti mohou mít prospěch, je nutné se mít na pozoru, což kniha nedělá zcela důsledně a výslovně. Uvádí ale všechny zdroje, čímž tuto možnost dává čtenáři.) Jak se lze dočíst v elektronické encyklopedii E-source [9], ohromně vysoké průtoky vzduchu se začaly doporučovat se zpravidla zamlčeným předpokladem, že v místnostech se stále kouří. Původní doporučení ASHRAE byla dvojí: pro prostory, kde se nikdy nekouří, a pro ty ostatní. V dobách, kdy se ještě ve Spojených státech kouřilo, ale převládl názor, že nelze zaručit, že budova zůstane nekuřáckou, a tak doporučení pro nekuřácké interiéry upadla v zapomnění. Skutečně rozumné hodnoty pro výměnu vzduchu mohou klesat v chladném období až na $8,5 \text{ m}^3/(\text{os.h})$, a v nejméně chladnějších dnech i níže. V teplejších obdobích jsou pak lepší průtoky dvojnásobné i vyšší. Ve všech případech jde o maximální komfort, a ten je při velkém větrání v mraze vyloučen. Bylo by nepřípustně sucho, viz ostatně už poznámku výše).

Zcela nepříjemně suché interiéry se v zimě objevují, když se větrá i v nepřítomnosti osob (tedy v době, když se zmenší či zcela zmizí zdroje vlhkosti), což právě dělají škvíry a komíny v neutěsněných budovách. Autor velmi správně doporučuje větrat podle počtu osob a charakteru činností, a ne podle objemu budovy. Že se uživatelé domu chovají někdy rozumněji než doporučují špatné normy, o tom ostatně svědčí poznámka dále v knize (na str. 198).

Pokud jde o koncentrace oxidu uhličitého, ty jsou opravdu vhodným indikátorem potřeby větrání, ale jen proto, že bývají úměrné zápachu vzduchu v interiéru. Na nich samotných totiž vůbec nezáleží (hygienicky relevantní začínají být až při hodnotách nad jedno procento), záleží právě jen na komfortu, tedy absenci nepříjemné vůně vzduchu uvnitř. (Je snad zbytečné opakovat, že tu nelze v interiéru, kde se kouří, nikdy docílit.)

(Místo $100 \text{ m}^3/(\text{os.h})$ patří $100 \text{ m}^3/\text{h.}$)

Na další str. 159 stojí za poznámku doporučený odvod vzduchu z kuchyně, *koupelny* a WC. U koupelny to v nejméně pětině roku není vždy na místě – u dobře izolovaných domů s vyloučenou kondenzací vlhkosti v interiéru a někdy i u ostatních budov (po delší době nepřítomnosti) je totiž vlhkost z koupelny cenná a potřebná. Je potřeba dostat ji po sprchování či koupání dále do bytu, aby se mohla uschovat ve stěnách a udržovala vlhkost na vhodné výši (praní asi někdy produkuje nepříjemnou vůni, takže tehdy může být odvod z koupelny i v zimě vhodný). Zvláště naléhavé je to u interiérů s malou sorpční schopností, jako u podkroví. Sorpční schopnost interiérů by pro využití nárazových zdrojů vlhkosti (u učeben ve škole bez mechanického větracího zařízení je to dýchání žáků) měla být co nejvyšší, a přijímání vlhkosti získané z koupelny dostatečně rychlé. Nejlepším zásobníkem vlhkosti jsou prodyšné přírodní materiály, hlavně ovčí vlna, ale i nepálená hlína či velké plochy dřeva.

Ke straně 175 bych jen doplnil odkaz na nejlepšího evropského výrobce selektivních absorbových pásů do solárních kolektorů, www.tinox.de. Na měděné solární okruhy se dnes používají jeho pásy takřka výhradně, a to i v případě svépomocné stavby, méně účinné absorbery se již přestaly používat. Přehled současné solární techniky viz [7].

Autor mnohokrát doporučuje důkladnější izolace oproti topným systémům a akumulací. Odstrašující příklad je už na str. 184 – náklady na zásobník a jeho provoz jsou asi větší, než by byly přídatné náklady na třikrát tlustší izolace, tedy na dům, který by splňoval pasivní standard a žádný zvláštní zásobník nepotřeboval.

(Na str. 192 v předposledním řádku nutno vypustit „vytápění“.)

Ke straně 200, kde se píše o kondenzačních plynových kotlích bych dodal, že takové kotle patří i do (dosud) obyčejných budov. Vyplatí se i pouhé zahození dosavadního kotle a jeho náhrada kondenzačním – lze to provést rychle a investice se u neizolovaných budov vrací zvláště rychle. Kotle české výroby (u nás např. [8]) jsou totiž už od třiceti tisíc korun.

(Str. 203, 3. odst., 4. ř.: patří *stejných* místo *stejným*.)

K podrobnému rozboru volby oběhových čerpadel, končícímu na str. 206 lze bohužel i dnes dodat, že účinná čerpadla jsou jako bílé vrány. Která jsou ta účinná, mi nedokázal říci ani řešitel úkolu prostudovat tuto situaci v EU (ta si nesmírné plýtvání elektřinou na čerpání uvědomuje). (Jedno trochu účinnější stejnosměrné čerpadlo asi za šest tisíc korun nabízí firma Vortex.) Někdy to budu dále zkoumat (snad dotazy na RMI nebo jejich e-source),

pokud by někdo věděl více, prosím o informaci, která by měla být na toto místo zařazena.

Na str. 207 by se slušelo do řádku před částí „Legionářská nemoc“ doplnit „Topný zásobník se spojí s fosilním *nebo raději biomasovým* topným zdrojem.“ Přinejmenším peletové kotle mohou fungovat stejně automaticky jako plynové, a není tak žádný pádný důvod dávat fosilním zdrojům přednost (i když nekondenzační plynový kotel lze získat za odvoz, jeho užívání je drahé).

K samotným legionelám lze podotknout, že v soustavě napojené na městský vodovod, která je trvale pod tlakem a v níž voda obsahuje přebytek volného chlóru, její množení ba ani přítomnost nejsou možné. Legionela se může rozmnožit jen ve vodě chemicky neošetřené, která je dlouhé období nevyužívána a nespíš už původně nečistá. Občasné ohřátí všech částí teplovodního systému až nad šedesát stupňů lze tehdy doporučit, ale mělo by být skutečně jen občasné. Trvalé teploty v zásobníku přesahující 55 stupňů znamenají zbytečné ztráty i diskomfort při užívání vody (je ji nezbytné ředit studenou vodou, což zdržuje a přitom nezbytně zvyšuje spotřebu).

(Na str. 220 v prvním odst. patří: „Něco více než polovina solárních zisků přichází do domu kolektory, jedna *třetina* okny. 13 % *celkových zisků* se podílí zemní registr, ...“. V prvním odst. druhého sloupce pak má být „... ve výši 650 kWh, teče *zásobníkem* jen o trochu více tepla...“.)

(str. 236, obr. 73.13: *do místnosti* místo *místnosti*)

(str. 246: „proti pohledům *zvenku*“ místo *z venku*)

Nadchl mě údaj na str. 251, kde se v tab. 7.6.1 jako na jediném místě zmiňuje velmi podstatná a neprávem opomíjená veličina, totiž *tepelná kapacita budovy* (v daném případě to je 16 kWh/K). V další tabulce jsou pak uvedeny měrné tepelné kapacity střechy, stropu, zdi a podlahy, mají ale v záhlaví chybně jednotku: jde ve skutečnosti o *watthodiny* na metr čtvereční a kelvin, ne o kWh. (V posledním sloupci tab. 7.6.2 dále patří hodnoty pro zdi o řádek níže.) (Na str. 256 se říká, že budova má velká jižní okna, čemuž obrázek na str. 252 rozhodně neodpovídá.)

Na str. 262 až 265 se u starého příkladu budovy z roku 1988 několikrát vyskytne matoucí sousloví „tepelně izolační dvojsklo“, když jde ve skutečnosti o *obyčejné dvojsklo*, kterému lze též říkat *izolační sklo* (Isolierglass). Izoluje totiž lépe než jednoduché sklo, a i když je o několikrát tlustší, dá se často dát na jeho místo. Aby to bylo *izolační dvojsklo* (Wärmeschutzglass), muselo by mít nějaký další rys, který výrazně zlepšuje izolační vlastnosti – přinejmenším vrstvu nízké emisivity na jedné straně dutiny. U popisovaných dvojskel jde ale

jen o velmi mírné zlepšení izolačních vlastností užitím ne zcela tenké dutiny, čímž se jejich vlastnosti blíží klasickému dvojitému zasklení. Dala by se tedy s přimhouřením oka označovat za „mírně izolační dvojskla“. (S ohledem na rok výstavby je nutno chápat i formulaci „vysoce izolovaná obálka budovy“ na str. 267 – tak bychom jistě dnes izolaci tlustou jen 16 cm nenazvali.)

Nadpis příkladu na str. 287 – „Nejmodernější stavební technologie“ může být pravdivý, ale jistě jen v době realizace. Ta není uvedena, ale jistě jde o dobu před rokem 1990. V každém případě o dobu, než byla formulována idea pasivního domu.

Rozumím-li dobře obrázku 714.6 na str. 305, je v něm nakreslena parozábrana obcházející tepelný most tak daleko od interiéru, že na ní v zimě nutně kondenzuje vlhkost!. Možnost umístění parozábrany do izolačního souvrství (a ne až na interiérovou stranu od něj), která je použita v budově popisované od str. 303, má sice výhody (hlavně při použití přírodních izolačních materiálů na interiérové straně od parozábrany), ale musí být dodržena zásada, že na exteriérové straně jsou alespoň dvě třetiny (lépe čtyři pětiny) tloušťky izolace.

Na str. 311 nerozumím autorovi, proč požaduje noční vypínání topení ve *všech* nízkoenergetických domech. U masivních domů s důkladnou izolací (i když nesplňují standard pasivního domu) je noční pokles teploty malý, a malé jsou tedy i úspory snížením tepelného toku směrem ven. Naopak, pokud bylo potřeba přes den topit, v noci a nad ránem to může být potřeba ještě více, neb venku je nejchladněji a solární zisky jsou nulové. Na další str. 312 mi není jasné, jak došel k údajům o menší (až poloviční) tepelné ztrátě větráním při použití pouhého mechanického odtahu oproti větrání okny – já bych spíš odhadoval, že ztráty mohou být větší, pokud by obyvatelé jinak větrali jen průvanem (větrali by totiž asi méně).

(str. 316: *nátěr* místo nátěrem)

Na str. 320 je na obrázku 717.4 křivka relativní vlhkosti v interiéru naprosto nevěrohodná, přesněji zcela nemožná. Tak může vypadat jen údaj měřidla, které na relativní vlhkost téměř nereaguje (na co reagovalo, to nevím). Relativní vlhkost v interiéru musí totiž mít výrazné maximum (nad sedmdesát procent) v teplém období roku, kdy má vzduch venku velkou absolutní vlhkost. Aby neměla, musel by být dům v létě důkladně uzavřený a doplněný odvlhčovačem. (Viz více o vlhkosti výše.)

(str. 321, posl. odstavec: *zajištění* místo zjištění)

(str. 328: *kelvinu* místo Kelvinu)

Reference

- [1] Humm, O.: *Nízkoenergetické domy*. Grada Publishing, spol. s r.o., 1999. ISBN 80-7169-657-9. Původně vydalo pod titulem NiedrigEnergieHäuser nakladatelství ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 1997.
- [2] Účinný protiproudý výměník teplot pro ventilaci viz např. stránky firmy Ecovent, www.ecoenergie.vol.at. O chybném označování tepelných výměníků viz výše a níže.
- [3] *Warmebrücken + Luft- und Winddichte* (Tepelné mosty + vzducho- a větrotěsnost). Energie Tirol, září 1999. ISBN 3-00-005020-5. Výborná podrobná příručka o tepelných mostech a vzduchotěsnosti budov autorů Erwina Schwarzmüllera a W. Fuhrmanna. Obsahuje i detailní obrázek správné izolace rámu „superokna“, tj. průhledného souvrství s měrnou tepelnou propustností jen 0,7 wattů na metr čtvereční a kelvin.
- [4] Teyssler-Kotyška: *Technický slovník naučný*. Borský a Šulc, Praha 1939. Díl XV (Vtok až Žvýkání), str. 75, heslo *Výměník teplot*.
- [5] *Dämmstoffe* (Izolační materiály). „die umveltberatung“, Verband Österreichischer Umweltberatungsstellen, Wien, září 1999. Páté, přepracované vydání.
- [6] Rivall glass, Pustiměř u Vyškova, www.rivalglass.cz je výrobce *superoken*, přesněji řečeno lepených souvrství plněných kryptonem a obsahujících fólii Heat Mirror, s tepelnou propustností U menší nebo rovnou 0,7 W/(m²K). Efektivní propustnost slunečního záření do místnosti (g) přitom nemusí klesnout pod 0,5.
- [7] Arbeitsgemeinschaft für Erneuerbare Energie, www.aee.at poskytuje ohromné množství informací v němčině i angličtině, nejenom o obnovitelných energiích, ale i o úsporném užívání energie.
- [8] Kondenzační kotle Orako, viz www.muweb.cz/www/Orako
- [9] Elektronická encyklopedie E-source (www.esource.com) je komerční aktivitou založenou Rocky Mountain Institutem. Prodává se jako CD, přístupná je pro registrované uživatele i po síti, pro ostatní omezeně.

Jan Hollan,

tel. +420 (5) 43 23 90 96



Hvězdárna a planetárium M. Koperníka

41 32 12 87

Kraví hora 2

<http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan>

616 00 Brno

e-mail hollan@ped.muni.cz

Ekologický institut Veronica,

Panská 9, 601 91 Brno

e-mail veronica@ecn.cz

tel. (5) 42 21 83 51

<http://www.veronica.cz>

veronica