

## Co nového v přírodních vědách

# Nízkoenergetické stavění jako standard

JINDŘIŠKA SVOBODOVÁ, JIŘÍ SVOBODA

## Úvod

Počátkem devadesátých let spojených s nástupem výrazného zdražování energie jsme si začali uvědomovat, jak je náš tehdy 15 let starý řadový rodinný dům z hlediska spotřeby energie na topení špatně postaven. Již v době stavby tohoto domu nám byly známy údaje z norem o tepelné ochraně budov platné v severských státech, kde úspory energie při provozování budov byly vždy nutností, tehdy jsme však těmto skutečnostem nepřikládali váhu. V polovině devadesátých let jsme vytvořili jednoduchý fyzikální model tepelných ztrát a zisků domu a začali počítat ekonomiku investic a provozu domu pro různé varianty zateplení v našich klimatických podmínkách. Tehdy se jasně potvrdila správnost čísel z norem severských států a také fakt, že s rozmyslem navržený dům s velmi dobrou tepelnou ochranou nemusí představovat výrazné navýšení investičních nákladů. Stavba takového domu je rentabilní v jakýchkoli klimatických podmínkách v naší republice nezávisle na speciálním umístění či orientaci domu a na jeho stavbu nejsou třeba žádné zvláštní materiály či technologie. Model ukázal, že je třeba zejména navýšit a pečlivě provést tepelnou izolaci obálky domu a šikovně vyladit vytápění a větrání domu.

Toto téma jsme se již v polovině devadesátých let snažili rozvíjet na několika stavebně-energetických fórech ve snaze získat u realizátorů a investorů podporu pro inovovaný způsob stavění. Chtěli jsme též iniciovat stavbu dobře zatepleného experimentálního domu pro studijní účely. Bohužel u stavebně-energetických expertů se v té době pro náš projekt nenašlo pochopení. Postupně jsme si uvědomili, že drtivá většina stavebně-technických opatření v obytných budovách je realizována jen na základě postupně získávaných empirických zkušeností a nikoliv na základě vědeckých výzkumů. Tato skutečnost a silný vliv komerčních zájmů mají za následek neuvěřitelnou setrvačnost myšlení v tomto odvětví.

Projevy nezájmu nás přiměly ověřit si náš jednoduchý model využitím certifikovaného softwaru pro simulace dynamického teplotního chování budovy, kde se uvažují nejen vnitřní tepelné zdroje, sluneční záření, tepelná akumulace či časové průběhy charakteristických venkovních denních teplot, ale zohledňují se i dynamické přenosy tepla mezi místnostmi s ohledem na jejich vzájemné vazby. Simulace byly provedeny pro dva rozměrově stejné rodinné domy s různou úrovní tepelné ochrany. Jednou jako běžný dům s konstrukční-

mi prvky splňujícími požadavky na tepelnou ochranu podle doporučených hodnot tehdejší verze ČSN 73540 a jednou jako nízkoenergetický dům vzniklý optimalizací s použitím našeho jednoduchého modelu. Naše původní představy získané použitím jednoduchého modelu o nízkoenergetickém nízkonákladovém domu z běžných stavebních materiálů se potvrdily. Rozhodli jsme se proto v roce 1999, že takový dům svépomocně postavíme a naše představy prakticky ověříme.

## Pojem pasivního domu

Původní myšlenka pasivního domu vznikla počátkem devadesátých let a zřejmě vycházela z předpokladu, že snížíme-li únik tepla z domu pod jistou hranici, nemusíme v něm v zimě vůbec topit. Nepatrné ztráty tepla obvodovým pláštěm či výměnou vzduchu mohou vykompenzovat zisky slunečním zářením pronikajícím okny, produkcí tepla bytovými elektrickými spotřebiči či biologickým teplem bydlících. Takový dům nepotřebuje žádný otopný systém a jeho nulová spotřeba tepla na topení je dosažena čistě pasivními prostředky – vynikající tepelnou izolací, těsností pláště domu a solárními zisky okny.

Pokud bychom chtěli takový dům s nulovou spotřebou realizovat v našich klimatických podmínkách, musely by obvodové stěny mít tepelnou izolaci o tloušťce alespoň 1m, okna mít čtyřvrstvé zasklení a výměnu vzduchu bychom drželi sotva na úrovni hygienického minima. I přes tato opatření bychom se v období největších mrazů museli spokojit s vnitřními teplotami mezi 16 °C a 18 °C. Není divu, že takovéto pojetí pasivního domu se v praxi neužalo, zůstal však název „pasivní dům“.

Pasivní dům je dnes konvenčně chápán jako obytná budova, jejíž spotřeba tepla na vytápění je 5-15 kWh/rok na 1 m<sup>2</sup> vytápěné podlahové plochy (asi 1/10 spotřeby tepla na vytápění běžných domů). Těchto hodnot je dosaženo vysoce nadstandardní izolační schopností obálky domu a ventilačním systémem se zpětným získáváním tepla z odvětraného vzduchu (rekuperací). Často bývá ventilační systém spojen s teplovzdušným topením. Název pasivní dům se kupodivu užívá i pro domy prošpikované sofistikovanými aktivními systémy, jejichž izolační schopnost obálky nemusí být příliš dobrá. Jako nízkoenergetický dům je brán dům se spotřebou tepla na vytápění do 50 kWh/rok na 1 m<sup>2</sup>.

Tématu pasivního domu se aktivně ujali především architekti s vědeckými ambicemi, kteří začali experimentovat, jak budovy správně orientovat velkoplošnými okny k jihu, či jak budovu natvarovat, aby byla z energetického hlediska co nejvýhodnější. Vznikla tak řada často nepříliš hezkých staveb, jejichž fotografie jsou dodnes promítány na mezinárodních konferencích a plní stránky odborných časopisů. Míra vědeckosti je posuzována hlavně podle velikosti plochy instalovaných fotovoltaických, teplovodních a teplovzdušných kolektorů, podle objemu tepelných zásobníků, podle zdrojů tepla (biomasa, tepelná čerpadla), podle způsobů vytápění (teplouvzdušné bez cirkulace nebo

s cirkulací, teplovodní stěnové nebo podlahové) či podle způsobů nucené výměny vzduchu s přehřevem v zemním registru a rekuperací. Většinou není podstatné, kolik vše stálo a jaké další úsilí bude třeba věnovat k udržení všech systémů v chodu. Málodky se však z příspěvků dozvíme z čeho a jak byla budova postavena a pokud se to dozvíme, je to vždy něco drahého, nestandardního a atypického.

## Dnešní realita stavění

Současná situace ve výstavbě nových domů je taková, že si sice projektant či investor může vybrat z asi 20 standardních stavebních systémů, ty si však většinou s tepelnou ochranou budov příliš hlavu nelámou. Pokud jsou v tomto směru nadprůměrné, je to silně poznat na jejich ceně. Navíc architekt ve snaze o originalitu navrhne často plášť domu tak členitý, že se uplatní spousta tepelných mostů. Do domu pak topenář navrhne podle vypočtených tepelných ztrát otopný systém s patřičně výkonným kotlem. Jakákoli optimalizace z hlediska úspor energie prakticky neexistuje.

## Výhled vývoje cen energií s ohledem na udržitelný rozvoj

Dnes je drtivá většina energetických potřeb lidstva kryta z fosilních paliv. Jejich zdroje jsou sice omezené, ale prakticky nevyčerpateľné, protože vždy zůstane v zemi jistá část těchto paliv, která bude natolik nedostupná, že je v daný čas při dané ceně ostatních energetických zdrojů nebude rentabilní těžit. Jiná je samozřejmě otázka emisí skleníkových plynů, které vznikají při spalování fosilních paliv, a jejich vliv na oteplování zemského povrchu. V současné době je jaderná energie jedinou cenově přijatelnou alternativou k fosilním palivům. Neprodukuje sice skleníkové plyny, způsobuje však psychologické problémy určitým skupinám lidí. Obnovitelné zdroje energie, jako systémy na využití vodní, větrné či sluneční energie, jsou velmi drahé a řídké. Energie z biomasy je výrazně omezený zdroj pro dané množství obdělávací půdy a poměrně nízké účinnosti fotosyntézy. Když všechna fakta shrneme, nezbyvá než počítat s tím, že cena energie neustále slušným tempem poroste.

Koupíme-li si dnes pračku, ledničku nebo auto s vysokou spotřebou, nepustíme se ničeho katastrofálního, protože tyto věci obvykle nebudou sloužit déle než asi 15 let. Necháme-li si však dnes postavit dům s vysokou spotřebou energie, je to na pováženu, neboť dům by měl sloužit k bydlení alespoň 100 let. V případě radikálního zdražení energie v budoucnu pak buď budeme muset platit za topení horentní sumy, nebo necháme dům dodatečně zateplit – to však jistě nepůjde tak jednoduše a levně jako u panelových domů příznačných svou kompaktností a jednoduchou architekturou. Pak už si můžeme jen pozvedchnout, jak by bylo bývalo chytré dům řádně zateplit již při jeho projekci a stavbě, kdy řádné zateplení stálo jen zlomek ceny dodatečného zateplení.

## Jak se věda o pasivních domech mívá s praxí

Dosavadní příběh pasivních domů je dokonalým příkladem toho, jak se může věda s praxí mýjet, či dokonce se negativně ovlivňovat. Dnes prezentované poznatky vyvolávají u drtivé většiny veřejnosti dojem, že pasivní domy jsou ošklivé a drahé a jejich projekce, stavba i provoz jsou složité. To vše je nepřijatelné i pro drtivou většinu architektů, kteří problematice řádně nerozumějí a nechtějí riskovat komplikace. V takovém případě je nejjednodušší a možná i nejsprávnější, když architekt zájemci o výstavbu pasivního domu jeho úmysl rozmluví.

Bohužel vědě o pasivních domech se nepodařilo inspirovat výrobce k vývoji a výrobě alespoň jediného stavebního systému pro stavbu pasivních domů s výbornými tepelně-izolačními vlastnostmi za přijatelnou cenu. Každý výrobce stavebních systémů má totiž k dispozici jeden velmi přesvědčivý argument – pasivní domy u nás nikdo neprojektuje a nestaví, a nemá proto význam do vývoje a výroby takového stavebního systému investovat. Situace se tedy zdá být beznadějně zacyklená.

### Jak z toho?

Bohužel je třeba přiznat, že řadě odborníků zabývajících se pasivními domy současná situace vyhovuje. Mají o čem psát objemné články a získávají body za účasti na mezinárodních konferencích, kde debatují, jestli má být na domě o 5 m<sup>2</sup> více slunečních kolektorů nebo zda se má topit teplovzdušně či teplovodně.

Ono míjení vědy s praxí je jednoznačně třeba připsat na vrub těmto vědcům, kteří nejsou schopni vrátit se čas od času zpět k původní myšlence a znovu projít cestu vývoje, vybaveni zkušenostmi a kritickým myšlením. Pak by zřejmě došli k názoru, že problémem s nejvyšší prioritou je vývoj a uvedení na trh cenově přijatelného systému pro stavbu pasivních domů. Dále by pochopili, že je třeba prakticky prokázat, že pasivní domy mohou vypadat hezky a že mohou poskytnout lepší než standardní komfort bydlení (přínejmenším v tepelné pohodě) i s minimem aktivních systémů. Složité aktivní systémy je totiž třeba chápat jako nadstandard a je vhodné tyto systémy instalovat jen na výslovné přání zákazníka. Nezbyvá tedy než zbourat mýtus, že pasivní dům je něco náročného, složitého, drahého a ošklivého. Je třeba pasivní dům znovu začít chápat v jeho původním smyslu jako velmi dobře zaizolovaná, jednoduchá, hezká a cenově dostupná budova. Může se docela dobře stát, že některá stavba nedosáhne oné magické hranice spotřeby tepla na topení 15 kWh/rok na 1 m<sup>2</sup> vytápěné podlahové plochy, ale třeba jen hodnoty 20 kWh/rok na 1 m<sup>2</sup>. To nám snad budoucí generace odpustí.

## Vyslání první vlaštovky

Před více než sedmi lety jsme na základě výše zmiňované optimalizace dospěli k názoru, že z dlouhodobého hlediska je třeba zateplit obvodový plášť domu alespoň 25 cm tepelné izolace, střechu 35 cm a podlahu nad studeným podložím 20 cm tepelné izolace. S těmito parametry jsme také rodinný dům v Brně-Žebětíně postavili. Zkušenosti ze stavby a provozu našeho nového domu i jednoduché výpočty však ukazují, že byt byla obálka domu zateplena velmi nadstandardně, jsou tepelné ztráty domu právě touto neprůhlednou částí pláště domu stále dominantní. Předpokládáme-li dům s podlahovou plochou 200 m<sup>2</sup>, u něhož je izolace pláště domu navýšena na tloušťku 40 cm, jsou při použití standardních eurooken tepelné ztráty jednotlivými konstrukčními prvky pláště domu při venkovní teplotě -12°C následující:

Obvodový plášť 500 m <sup>2</sup>	1 600 W
Okna 30 m <sup>2</sup>	1 100 W
Výměna vzduchu 60 m <sup>3</sup> /h z -12 °C na 21 °C	700 W
<b>Celkem</b>	<b>3 400 W</b>

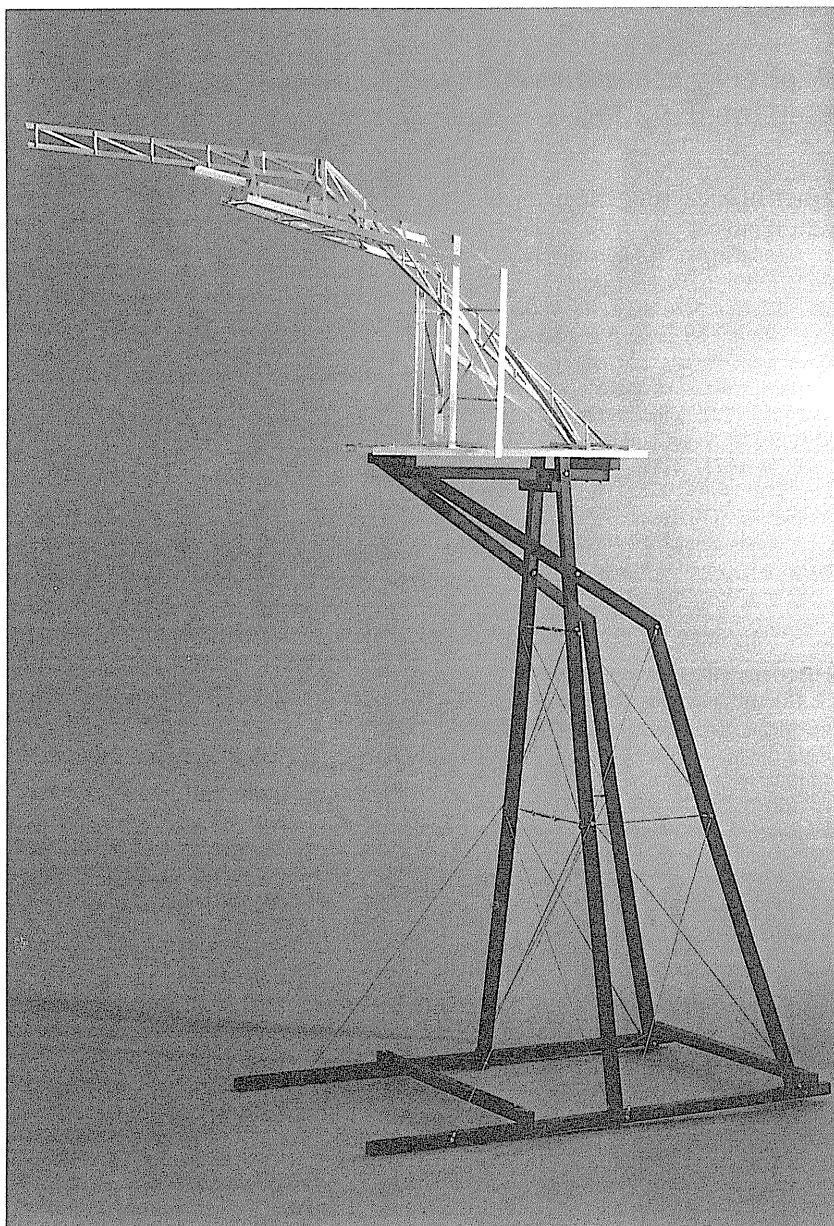
Vlivem bydlení lze očekávat zisky 600W a k tomu je třeba připočítat i solární zisky, které mohou činit při většinové orientaci oken na jih v průměru až 1000 W.

Z tabulky jasně vyplývá, že tepelně izolační vlastnosti pláště jsou pro tepelné ztráty domu i při takto velkých tloušťkách izolací rozhodující. Žádný ze standardních stavebních systémů však nelze rozumně modifikovat pro použití takto tlustých izolací. Proto se pokoušíme o vývoj nového stavebního systému na bázi dřevěných příhradových konstrukcí, který umožní snadné umístění izolací prakticky o jakékoli tloušťce.

V pilotním projektu pasivního rodinného domu navrhujeme jako základní konstrukční prvek obvodových stěn a střechy dřevěné příhradové nosníky o šířce 40 cm, mezi kterými vznikne po vnitřním a vnějším opláštění prostor pro uložení 40 cm minerální vaty. Pokud jsou k dispozici prostory na přirozené proschnutí dřeva, zavedení výroby příhradových nosníků vyžaduje další investice jen několika desítek tisíců Kč a ukazuje se, že pracnost je při výrobě příhradových nosníků velmi malá. To vše dává naději, že by se brzy pasivní domy (ve smyslu původní myšlenky) mohly stavět dokonce levněji než běžné domy.

## Závěr

Výstavba obytných budov je obor s obrovským obratem peněz i obrovským potenciálem úspor investičních a provozních nákladů. Je obrovská škoda, že s tímto cílem není prakticky veden žádný vědecký výzkum.



Vladimír Stenberg, *Prostorová konstrukce KPS 43 N VI*, 1919/1973