

Optimalizace izolačních a akumulčních vrstev budov

J. Hollan

16. května 2004

Tepelná izolace a akumulace a jejich souhra, to je téma, nad kterým se zamýšlejí laici i odborníci již desítky let.

Obsah

1 Plášť budovy	1
2 Vnitřní stěny, stropy a podlahy	2
2.1 Izolace mezi byty	2
2.2 Izolace uvnitř bytu	3
2.3 Provedení izolace	3
2.3.1 Mezi byty	3
2.3.2 Uvnitř bytu	3

1 Plášť budovy

Dovolím si tvrdit, že z jednoho hlediska je úloha již vyřešena: formulováním pasivního standardu (Feist, asi 1990) a jeho rozsáhlým ověřením a úspěchem v praxi (spousta publikací, mnohdy dostupných na internetu). Neprůsvitné části pláště budovy pro jeho splnění musí mít měrné tepelné propustnosti určitě nižší než $U = 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, okna a dveře nižší než $U = 0.85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a tepelné mosty, vztažené na vnější plochu budovy, musí být nulové. Současně musí být budova velmi dobře vzduchotěsná a opatřená mechanickým větráním s rekuperací.

Dodržení pasivního standardu znamená snadnou možnost zbavit se v budovách závislosti na fosilních palivech, až na účely, kde je nezastupitelná elektřina, a přitom mít maximální komfort.

Použití izolace a okna ještě o dost lepší je samozřejmě možné, ale je to věc osobního přání, ne věc zásadní pro budoucnost Evropy či světa. Smysluplné je to při užití izolací velmi levných, jejichž užití současně znamená přínos pro ochranu klimatu (zřejmě asi jen obřích balíků slámy), výrazné zlepšení oken předpokládá užití elektronicky ovládaných pohyblivých prvků, což je věc vývoje jak z hlediska fyzikálního a stavebního, tak z hlediska spolehlivosti technologií. Základní idea jednoduchého pasivního domu by tím neměla být komplikována. (Na pohyblivé prvky v oknech se chci soustředit ve své disertaci.)

Pasivní dům může být samozřejmě vybaven velkým solárně-termickým kolektorem a kogenerací z biopaliv a stát se tak čistým nefosilním zdrojem pro další budovy v okolí (jen malý podíl z toho potřebuje sám). To je ale opět věc na samotném pasivním standardu nezávislá. Výborným příkladem je budova AEE ve Villachu, oceněná letos cenou

Eurosolar. Poučením z něj je, že staré modely, kdy se např. pomocí sezónního tepelného zásobníku kryje zimní potřeba tepla na topení i teplou vodu, jsou slepou uličkou.

Pokud jde o tepelnou akumulaci domu, údaje z praxe pasivních domů ukázaly, že žádný typ konstrukce domu není nevyhovující, dobře fungují i zcela lehké konstrukce. Všeobecně se ale uznává (a výpočty i praxe to ukázaly) že mít v budově nějaké prvky účinně přijímající a vydávající teplo v denním cyklu přispívá ke komfortu v horkých dnech roku a někdy i mírně snižuje potřebu topení v zimě (plným využitím slunných zimních dní). K tomu ale zcela stačí tlusté hliněné omítky (čtyři až osm centimetrů) na lehkých konstrukcích, které mají i další milé vlastnosti.

Pro budovy této nejvyšší kvality zůstávají tak k řešení jen problémy sekundární – tepelné toky a teploty v interiéru.

2 Vnitřní stěny, stropy a podlahy

V tradičních budovách bez skutečné tepelně izolační vrstvy v plášti jsou tepelné odpory vnitřních dělicích vrstev srovnatelné s tepelným odporem pláště – běžně nejvýše třikrát nižší. To umožňuje, aby v různých místnostech a různých bytech byly různé teploty – v zimě „je teplo“ jen tam, kde se vydatně topí.

V pasivních domech je interiér v prvním přiblížení izotermický. Veškeré teplotní spády se odehrávají až na izolační vrstvě pláště budovy.

Tato skutečnost v zásadě nijak nevádí, dokonce je to jedna z hlavních výhod pasivních domů. Na druhé straně jsou lidé, kteří jsou zvyklí mít v různých místnostech různé teploty a neberou to jako projev nouze, ale jako výhodu. Typicky si přejí hodně teplou koupelnu a naopak chladnou ložnici.

U vícebytových domů je zde pak ještě možnost, že příjemná zimní teplota je pro jedny uživatele 19 stupňů, pro jiné 24 stupňů. Ti první jistě nemají žádný problém s využitím zimních solárních zisků (krátkodobé zvýšení teploty třeba i o pět stupňů se jistě dá vydržet, může být na chvíli i příjemné, člověk se prostě s celým bytem vyhřívá na sluníčku). Ti druzí možná také ne, ale v pasivních domech mohou mít problém s tím, že příkon jejich topení takovou teplotu nestačí udržovat, pokud sousedi mají o těch pět stupňů méně.

2.1 Izolace mezi byty

Optimalizace tepelné izolace mezi byty je jednoduchá. Byt lze považovat za obdobu rodinného domu. Má-li být „měrná normová tepelná ztráta“ bytu jen 10 W/m^2 , a současně teploty hraničních ploch v komfortním pásmu (kromě oken max. o půl kelvinu nižší než teplota vzduchu), nesmí být extrémní hustot toků jeho interiérovým pláštěm vyšší než pláštěm vnějším. Typická potřebná izolační tloušťka pro vnější plášť je třicet centimetrů (běžný polystyrén, minerální vata, celulózové vločky) a „normový rozdíl teplot“ třicet kelvinů. Běžný rozdíl teploty oproti sousednímu bytu lze očekávat do pěti kelvinů, krajní rozdíl teploty do deseti kelvinů (byt je neobývaný a nevytápěný). Minimální „mezibytová“ izolační tloušťka při použití běžných materiálů by tak měla být pět centimetrů, plný komfort ale zaručuje až **tloušťka desetimetrová**. Ta by samozřejmě měla splnit spolu s dalšími vrstvami i **nároky na izolaci zvukovou**.

Nazvat takovou tloušťku izolace (aneb $U = 0.4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) optimální je ale stěží možné. Pokud není stavební parcela velmi stísněná, vyšší komfort jistě přinese izolace ještě lepší. I když to asi už bude kvůli lepšímu oddělení zvukovému. Proč by z tohoto hlediska měly být byty ve velkých bytových domech zřetelně horší než rodinné domy?

Dnešní stavební fyzika i stavební technologie by to měly snadno umožnit. Není to zdaleka otázka přecitlivělosti nebo netolerance. Začátečníku hry na trubku prostě může být natolik nepříjemné, že obtěžuje své sousedy, nebo se může natolik stydět, že učení z tohoto, technicky vyřešitelného důvodu vzdá.

2.2 Izolace uvnitř bytu

je podobná případu, kdy sousední obývané byty mají teplotu o pět kelvinů nižší. To je totiž také možný požadovaný rozdíl teploty místnosti oproti místnostem sousedním (pomineme-li přání, aby sedmnáctistupňová ložnice sousedila s dvacetisedmistupňovou koupelnou).

Odpověď je tedy: místnost, kde má být jiná teplota, by měla být oddělena pěti centimetry tepelné izolace.

Podobně, jako mezi byty, i tepelné izolace mezi místnosti je vhodné využít i k tomu, aby sloužily i jako izolace zvukové. Vezmeme-li případ cvičícího muzikanta, nemusí být doma sám a může uvítat možnost, že ostatní tolik neruší. Jinými slovy, až na výjimky, kdy jsou si uživatelé jisti, že různé teploty ani výrazné zvukové izolace nepotřebují (a to si mohou být jisti asi jen důchodci, kterým na osudu bytu po jejich smrti nezáleží), byt by měl jednu dobře izolovanou místnost obsahovat. Např. zrovna ložnici.

2.3 Provedení izolace

2.3.1 Mezi byty

Mezi byty je ideální skladba vlastně zřejmá: vrstva s těžkými vnějšími plochami a tepelně i zvukově izolačním jádrem. Tomu vyhoví např. izolaci vyplněná lehká příčka s těžkou omítkou. K deseti centimetrům tepelné izolace to může znamenat dohromady alespoň tři centimetry na OSB desky na obou stranách a alespoň osm centimetrů na omítku, celkem tedy alespoň 21 cm. Při jiných skladbách budou tloušťky větší, což může přinést lepší zvukovou izolaci. Optimalizace zde znamená dosáhnout (při maximální přípustné měrné tepelné prostupnosti $U = 0.4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) co nejlepší izolace zvukové (minimální „vzduchové průzvučnosti“). Je samozřejmé, že je levnější to docílit dalším zvýšením tloušťky tepelné izolace, což je nejlacinější stavební materiál (pomineme-li pěnové sklo a vakuové izolace).

2.3.2 Uvnitř bytu

Uvnitř bytu by to mohlo být stejně, ale je tu přece jen možný rozdíl. Uživatelé si mohou přát mít **ložnici ve dne teplou, jen na noc chladnější**. Mohou si také přát mít v ložnici velký útlum zvuku (např. pro možnost denního cvičení na trubku). To implikuje vhodnost použití izolace nikoliv v jádře stěny, stropu či podlahy, ale naopak jako **vrstvy, která brání jak tepelné akumulaci, tak odrazu zvuku**.

Jedna taková izolace je zcela klasická, totiž tlustý koberec. Tomu se vzdáleně blíží koberce nástěnné či gobelíny, ty jsou ovšem většinou tenké a izolačně nepříliš významné. Tlustý koberec nicméně není většinou oddělením v rámci jednoho bytu, až na byty mezonetové. Soustředíme se proto na stěny.

I u nich je jedna možnost klasická, ač ne zrovna běžná, totiž **polstrování**. Domnívám se, že by se tato starobylá technologie měla stát pro budoucí komfortní interiéry dobře známá a dostupná. Nejsnazší cestou k tomu jsou asi konfekční hotové izolační panely

s dřevěným rámem, které se jen postaví na podlahu a lehce připevní na stěnu. Možné by měly být i varianty bez ráků, určené k pověšení. V obou případech lze použít potahu či závěsu, který lze snadno odepnout a vyprat, přičemž vrstvu pod ním lze čistit už jen „luxováním“.

Pokud není potřeba, aby izolace neodrážela zvuk, lze ji umístit pod dřevěný či sádko-kartonový obklad a docílit tak stěn obvyklého vzhledu.

V případě koupelny lze vnitřní izolaci použít i jako **akumulátoru vlhkosti**, to tehdy, když nemá hliněné omítky (ty jsou právě do koupelen kupodivu velmi vhodné). U koupelny je vnitřní izolace vždy vhodnější než izolace v jádře stěny, protože umožňuje rychlé zvýšení teploty dle potřeby (ta se může vzrůst už pouhým sprchováním teplou vodou). Má-li tepelná izolace rychle vstřebat vlhkost, je pro ni vhodný jediný materiál, totiž **ovčí vlna**. Aby se její hygroskopičnost mohla uplatnit, musí ovšem pára mít možnost do ní difundovat. To by mělo být možné dosáhnout pomocí hydrofobní, ale difuzně velmi propustné tenké omítky. Ještě lepší parametry mají fólie užívané pod střešní krytiny, jen si nejsem jist, nakolik jsou esteticky přijatelné. I ty lze ale doplnit potahem z běžné příjemné tkaniny, kterou lze snadno vyprat. Pět centimetrů rouna z ovčí vlny za paropropustnou hydrofobní membránou je optimálním obkladem koupely. Při plošné hmotnosti jednoho kilogramu na metr čtvereční dokáže skvěle pohltit veškerou vlhkost z jednoho sprchování, přičemž se současně ohřeje.

Samozřejmě, **vlhkostně akumulací tepelnou izolaci lze omezit na horní polovinu stěn koupelny a její strop**, spodní část mít pokrytou jako obvykle kachličkami (pokud možno na tepelně izolační vrstvě, asi z extrudovaného polystyrenu). Je ale nutno podotknout, že kachličky pro časový interval deseti minut představují výrazný tepelný akumulátor, což je pro koupelnu vlastně nevhodné. U větších koupelen se proto hodí použití kachliček na úkor lehké tepelné izolace omezit.

Ještě poznámku k vzduchotěsnosti. Má-li mít jedna místnost vyšší teplotu než sousední, do níž vedou dveře, mělo by být **zabráněno konvekci mezi místnostmi**. Tj. dveře by měly být po obvodu těsné, až na dolní okraj. Při mechanickém větrání tam musí být dokonce dost velká mezera, aby např. vzduch z ložnice mohl jít obvyklou cestou k místům, kde je zase odsáván pryč. Prodyšná mezera přitom může být opatřena zvukovou izolací. Alternativou, zatím pokud vím nerealizovanou, je odsávání vzduchu rovnou z ložnice. Není-li v bytě mechanické větrání (tj. větrá se vždy otevřením oken), mezera pod dveřmi samozřejmě může chybět. Jinak lze místo mezery pod dveřmi mít mezi místnostmi jiný otvor, např. u stropu, s možností důkladné zvukové izolace.

O mechanickém větrání se hodí podotknout, že by do ložnice mělo být vždy možné přivádět čerstvý vzduch bez ohřátí topným registrem, i když je topení v bytě jen teplovzdušné. V koupelně by zejména u pasivních domů mělo být v zimním období možné **zvlhčený vzduch pustit ne ven, ale naopak do interiéru**, např. zvláštním ventilátorem u stropu. Jsou-li stěny koupelny dobrým akumulátorem vlhkosti, stačí takovou cirkulaci zapnout až po odchodu, aby komfort koupelny nebyl rušen průvanem.