

Prof. Ing. Jan TYWONIAK, CSc.  
 ČVUT v Praze, Fakulta stavební

# Zjednodušené hodnocení obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění

## Simplified evaluation of residential buildings with very low heat consumption with respect to heating

Recenzent  
 Dr. Ing. Petr Fischer

Vzhledem k celkově rostoucímu zájmu o energeticky úsporná řešení budov (nízkoenergetické a pasivní domy) bylo potřebné sestavit soubor pravidel pro referenční výpočtové posuzování stavebně-energetické kvality budovy, které by bylo dostatečně výstižné pro tuto kategorii a omezilo nejistoty i možnost prezentace spekulativních výsledků.

**Klíčová slova:** nízkoenergetické budovy, pasivní budovy, tepelné ztráty, tepelné zisky

*It was necessary to make a list of rules regarding the computational evaluations of buildings for references as to the construction and energy saving quality thereof, which is sufficiently accurate for such a category and limits uncertainties and possibilities of presentation of speculative results due to a generally increasing interest for energy efficient buildings (low-energy consumption and passive houses).*

**Key words:** low-energy buildings, passive buildings, heat losses, heat gains;

### ÚVODEM

Po energetických výpočtech se vlastně chce nemožné – měly by být současně výstižné i rychlé, zahrnovat veškeré energetické děje v budově a přitom být použitelné všemi. S určitým nadhledem je možné výpočty podle jejich účelu rozdělit do následujících skupin:

- a) *optimalizační* (slouží k hledání nejlepšího řešení),
- b) *deklarativní* (slouží k zařazení dosažené úrovně řešení podle smlouveného klasifikačního schématu),
- c) *analytické* (především pro rekonstrukci skutečných dějů v budově, pro porovnání s naměřenými hodnotami).

Bohužel je k nim možné přiřadit i skupinu další:

- d) *spekulativní* (slouží k oklamání zákazníka, k oklamání poskytovatele dotace z veřejných prostředků apod.)

### METODIKA PRO ZJEDNODUŠENÉ VÝPOČTY A HODNOCENÍ

Metodika výpočtu, která byla pro rodinné domy nedávno publikována ve formě TNI 73 0329 [2] a ve formě TNI 73 0330 [3], patří do kategorie b) výše uvedeného rozdělení metod. Jedná se o zjednodušený výpočet za smluvních podmínek. Takový výpočet nemusí (nesmí) být příliš komplikovaný, důležitější je jednoznačnost.

#### Tepelné ztráty a zisky

V bilanci tepelných ztrát a zisků se obecně jeví jako snazší stanovení ztráty prostupem tepla (závisí na velikosti ploch, součinitelích prostupu tepla, venkovních teplotách). Potíže přetrvávají ve stanovení míry, jak zahrnovat vlivy vícerozměrného vedení tepla v oblastech tepelných mostů a tepelných vazeb (metodika k tomu dává vodítko) a v zodpovědnosti při užití hodnot tepelné vodivosti materiálů. Se smluvním způsobem užívání již do značné míry souvisí hodnoty tepelné ztráty větráním.

Výrazně komplikovanější situace je při stanovení tepelných zisků: Tepelné zisky od osob a elektrických spotřebičů významně souvisí s chováním osob. Pasivní solární zisky závisí na mnoha parametrech (skutečná velikost transparentních ploch vystavených Slunci, s uvážením vlivu stínění a clonění vlastní budovou, včetně okenních ostění, okolními budovami a zelení, okolním terénem). Jsou navíc vzhledem k pohybu Slunce v prů-

běhu roku proměnlivé. Publikované tabelované hodnoty pak nemusí být dostatečně přesné pro budovy s výrazně kratším otopným obdobím. Další zásadní komplikací je nemožnost skutečně kvalitní předpovědi do budoucna – při možné změně okolní zástavby a vzrůstu zeleně.

#### Model a zařazení výsledků

TNI 73 0329 a TNI 73 0330 záměrně nepopisují žádný nový výpočetní model. Shromažďují pravidla pro výpočet, připomínají některá z nich, která jsou rozmištna po různých technických normách, doplňují některá chybějící. Vychází se ze souboru technických norem, zejména ČSN 73 0540:4, ČSN EN ISO 13790 (měsíční výpočet), ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 13370, ČSN EN ISO 6946.

Pro zařazení hodnocené budovy se pak použije soubor kritérií, počínaje požadavkem na hodnotu součinitele prostupu tepla a konče požadavkem na hodnotu měrné primární energie potřebné na vytápění, přípravu teplé vody a pomocnou elektřinu (tab. 1).

Využívá se v nejvyšší možné míře schématu hodnocení pasivních domů v modelu PHPP [4] užívaném především v Německu a Rakousku. Shodně s ním se využívá výpočtu energetické bilance podle ČSN EN ISO 13790.

Tab. 1 obsahuje i požadavky a doporučení, které přímo nesouvisí s energetickou náročností budovy. Stavebně-energetická koncepce budovy určuje již od počátku omezení hodnot součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí (požadavek 1a). Korektně stanovená střední hodnota součinitele prostupu tepla obálky budovy (požadavek 1b) již v sobě obsahuje i zohlednění energetického vlivu tepelných vazeb v napojení jednotlivých konstrukcí. Tzv. nízkoenergetické řešení budov nesmí vést ke zhoršení kvality vnitřního prostředí (požadavek 2 na přívod čerstvého vzduchu do každé pobytové místnosti, požadavek 5 na vyloučení rizika přehřívání místnosti v letním období). Pokud je použito systému pro zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu, preferuje se užití velmi účinných rekuperátorů (požadavek 3). Současně jsou kladeny přísné požadavky na neprůvzdušnost budovy (požadavek 4, jediná měřená hodnota na dokončené stavbě). Teprve požadavek 6 omezuje potřebu tepla na vytápění. Požadavek 7, který se aplikuje pouze u energeticky pasivních domů, hodnotí odpovídající potřebu primární energie. Do ní se zahrnuje přepočtená spotřeba energie na zajištění vytápění, přípravu teplé vody, spolu s pomocnou elektrickou energií. Odlišně od [4] se sem nezapočítává elektřina pro umělé osvětlení a domácí spotřebiče. Nastavení limitu je odvozeno z [4].

Tab. 1 Soubor požadavků a způsob jejich prokazování pro nízkoenergetické a pasivní rodinné domy podle TNI 73 0329

Jako energeticky pasivní rodinný dům se označuje dům, který splňuje požadavky č. 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Jako nízkoenergetický rodinný dům se označuje dům, který splňuje požadavky č. 2, 5, 6. Požadavky 1a, 1b, 3 a 4 jsou u těchto domů doporučené a požadavek 7 se nehodnotí. Základní požadavky ČSN 73 0540-2 musí být pochopitelně splněny také.

Č.	Jev, veličina	Značka	Jednotka	Požadavek	Způsob prokázání	Poznámka
Prostup tepla						
1a	Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici	$U$	W/(m <sup>2</sup> K)	Doporučené hodnoty podle ČSN 730540-2, pokud není výjimečně a zdůvodněně jinak.	Výpočet v souladu s ČSN 73 0540-4	Podle konkrétních podmínek se doporučuje splnění hodnot na úrovni 2/3 až 3/4 hodnot doporučených ČSN 73 0540-2 (2007).
1b	Střední hodnota součinitele prostupu tepla	$U_{em}$	W/(m <sup>2</sup> K)	$U_{em} \leq 0,22$ pro energeticky pasivní domy $U_{em} \leq 0,35$ pro nízkoenergetické domy	Výpočet v souladu s ČSN 73 0540-2	Podle konkrétních podmínek se pro energeticky pasivní rodinné domy doporučuje: $U_{em} \leq 0,15 - 0,18$
Kvalita vzduchu a tepelná ztráta výměnou vzduchu						
2	Prívod čerstvého vzduchu do všech obytných místností	--	--	Zajištěn.	Kontrola projektové dokumentace, slovní hodnocení.	
3	Účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu	$\eta$	%	$\eta \geq 75$	Podle ověřených podkladů výrobce technického zařízení (rekuperátoru)	V energetických bilančních výpočtech se užije hodnota snížená o 10 % bodů.
4	Neprůvzdušnost obálky budovy A. ve fázi přípravy stavby	$n_{50}$	[1/h]	$n_{50} = 0,6$ pro energeticky pasivní rodinný dům, $n_{50} = 1,5$ pro nízkoenergetický rodinný dům.	Kontrola projektové dokumentace, zejména úplné celistvosti vzduchotěsního systému.	Projektový předpoklad
	B: po dokončení stavby	$n_{50}$	[1/h]	$n_{50} \leq 0,6$ pro energeticky pasivní rodinný dům $n_{50} = 1,5$ pro nízkoenergetický rodinný dům	Měření metodou tlakového spádu a výpočet $n_{50}$ v souladu s ČSN EN 13829, metoda B.	Alternativně vyhodnocení vzduchové propustnosti budovy $q_{50} \cdot [6]$
Zajištění pohody prostředí v letním období						
5	Nejvyšší teplota vzduchu v obytné místnosti	$\theta_i$	°C	$\leq 27$	Výpočet podle ČSN 73 0540-4. Strojní chlazení se nepředpokládá.	Ve výpočtu se nezahrnuje chladičí efekt zemního výměníku tepla.
Potřeba tepla na vytápění						
6	Měrná potřeba tepla na vytápění	$E_A$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	$\leq 20$ pro energeticky pasivní dům, $\leq 50$ pro nízkoenergetický rodinný dům	Výpočet podle ČSN EN ISO 13790 a dalších norem.	Doporučená hodnota pro energeticky pasivní dům: $\leq 15$
Potřeba primární energie						
7	Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění, přípravu teplé vody a technické systémy budovy	$PE_A$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	$\leq 60$ pro energeticky pasivní rodinný dům, pro nízkoenergetický rodinný dům se nehodnotí	Výpočet podle [2]	Pozn.: Odlišně od výpočtu PHPP se sem nezapočítává elektrická energie pro domácí spotřebiče.

### Rodinné a bytové domy

Nejprve byla zpracována metodika pro rodinné domy. O pasivní rodinné domy byl dosud mezi projektanty a investory největší zájem, a přitom je zde při poctivém výpočtu dosažení (vysněné) hodnoty 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) v českých podmínkách extrémně obtížné až nedosažitelné, při oprávněně konzervativním přístupu k reálné velikosti vnitřních tepelných zisků a pasivních solárních zisků, i dalším faktorům – viz výše. Za energeticky pasivní se zde považuje rodinný dům s měrnou potřebou tepla na vytápění do 20 kWh/(m<sup>2</sup>a) [2].

U bytových domů jsou odlišnosti zřejmé: Je třeba se podrobněji (a pokud možno jednoznačně) vypořádat s možnou přítomností nebytových

podlaží v bytovém domě (vytápěný parter, sloužící často obchodům a službám, někdy ale také po delší období prázdný a nevytápěný), dát návod, jak co nejlépe zohlednit přítomnost nevytápěných prostorů, schodišť apod. Obtížnější je také formulovat zjednodušené stanovení potřeby pomocné energie na provoz energetických systémů v budově (vytápění a příprava teplé vody).

U bytových domů vzhledem k jejich velikosti a přirozeně výhodnějšímu poměru mezi ochlazenou obálkou budovy a velikostí celkové podlahové plochy již nebude tak obtížné dosahovat hodnoty měrné potřeby tepla na vytápění ve výši 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) jako u domů rodinných.

## ZÁVĚREM

Popsaná metodika pro rodinné domy se již stala součástí běžně užívaného softwaru pro hodnocení energetické náročnosti budov (program ENERGIE 2009 [5]). Uživatel může použít jedenkrát připravených datových vstupů popisujících posuzovanou budovu a poté softwarovým tlačítkem zvolit typ výpočtu. Dobrý předpoklad k obdobnému doplnění má jistě i česká verze software PHPP [4]. Ne každý výpočtový program užívaný v ČR je bez odpovídající úpravy dostatečně citlivý, aby mohl věrohodně hodnotit stavební kvalitu domu se skutečně velmi nízkou energetickou náročností. Použití se předpokládá jak ve smluvních vztazích mezi projektantem, investorem a dodavatelem, tak jako podklad pro poskytování veřejné podpory (např. program Zelená úsporám).

*Klasifikační schéma, rozbor citlivosti výpočtů a rozptylu výsledků i diskuse k praktickým zkušenostem s hodnocením nízkoenergetických obytných budov budou uvedeny v některém z příštích čísel VVI.*

### \* Radarové hladinoměry pro bezpečné plnění nádrží

Znalost stavu plnění skladovacích a provozních nádrží paliv, hořlavých a toxických kapalin i sil sypkých hmot (obilí, práškové uhlí, keramické suroviny aj.) je důležitou informací pro výrobu, bezpečnost práce, ochranu životního prostředí a prevenci škod. Radarové hladinoměry pracují spolehlivě i při změnách hustoty, dielektrických vlastností, viskozity, fázových rozhraní kapalina-pára, v pěnách, suspenzích a nebezpečných prostředích ve smyslu směrnice ATEX.

Dvou vodičový radarový hladinoměr *Siemens Sitrans LG 200* s vysílačem vedené vlny slouží pro měření hladiny a rozhraní a spolehlivě měří v prostředích s dielektrickou konstantou  $dK$  větší než 1,4 (voda 80, etanol 23, obilí 3 až 8, mazut 3, topný olej ca. 2,3, petrolej 2,2, benzin 2, uhlí 1,2 až 1,8) a s měnící se hladinou. Ve třech variantách jako koaxiální, dvoutýčová a jednotýčová sonda s napájením od 11 do 36 V ss proudů má měřicí rozsah 0 až 22,5 m při teplotách  $-40$  až  $80$  °C a procesních teplotách  $-195$  až  $427$  °C s přesností  $\pm 2,5$  mm, reprodukovatelností  $< 2,5$  mm a hysterezí  $< 2,5$  mm. Má analogový výstup 4 až 20 mA s digitálním signálem přenosového protokolu sériové komunikace HART přes proudovou smyčku 4 až 20 mA. Vedle lokálního ovládní třemi tlačítky má i dálkové ovládní systémem *Siemens Simatic PDM* přes protokol HART.

Radarové hladinoměry jsou v části nezasahující do nádrže hliníkové s epoxy nátěrem; sondy zasahující do nádrže jsou standardně z nerezavějící oceli 316L

*Kontakt na autora: tywoniak@fsv.cvut.cz*

### Použité zdroje:

- [1] Tywoniak, J. a kolektiv: Nízkoenergetické domy 2. Principy a příklady. Grada 2008
- [2] TNI 73 0329 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Rodinné domy. ÚNMZ, únor 2009
- [3] TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy. ÚNMZ, květen 2009.
- [4] PHPP2007. Passivhausprojektierungspaket. Passivhaus Institut Darmstadt, 2007
- [5] ENERGIE 2009, software Svoboda
- [6] Novák, J.: Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov. GRADA 2008. ■

(W.-Nr. 02CrNi17-12-3), pro případné vysoce agresivní prostředí jsou dvoutýčové sondy vyrobeny z kombinace slitin Hastelloy C a Monel. Představují v současné době nejkročilejší systém pro měření hladiny a pohybu médií.

*Pramen: Tisková informace Siemens AG pro veletrh Hannover Messe 2008 (AB)*

### \* Evropa více chladí

Trend více chladit a kvalitnější vzduch pokračoval v Evropě i v roce 2007. V 7 nejdůležitějších evropských státech vzrostl obrat u vodních chladicích jednotek, klimatizačních jednotek a fan-coils oproti předchozímu roku o cca 16 %. Přehled uvádí tabulka:

Země	Celkový obrat mil Euro	
	2006	2007
Německo	535	582
Itálie	506	508
Francie	318	383
Velká Británie	282	356
Rusko	218	298
Španělsko	212	266
Řecko	45	51

*CCI2/2009*

*(Ku)*

# ICS - Praha s.r.o.

K Lochkovu 661, CZ 154 00 Praha 5, Česká republika  
tel: +420 241 431 473, fax: +420 241 430 375  
www.icspraha.cz, icspraha@icspraha.cz



## CENA • KVALITA • VÝKON

- PLYNOVÉ OHŘÍVAČE VZDUCHU MTP
- PLYNOVÉ OHŘÍVAČE - VÝMĚNÍKOVÉ DÍLY MTP-V
- VZT SPECIÁLY, PLYNOVÉ VZT JEDNOTKY
- SESTAVNÉ PLYNOVÉ VZT JEDNOTKY MTPAL

Tepelný výkon: **10 až 5000 kW**  
Množství vzduchu: **2000 až 150 000 m<sup>3</sup>/h**  
Výstupní teplota: **do 350 °C/662°F**