

# Mikroklima budov ve vztahu k energetické náročnosti – vybraná problematika

Ing. Jiří Svoboda

Školitel: Doc. Ing. Miloslav Meixner, CSc.

Ústav stavitelství, FA VUT v Brně

Stať pojednává o vztahu technických zařízení v budovách a energetické náročnosti provozu budov s mikroklimatem budov. Rovněž se věnuje popisu nástroje CALC ESD\_1\_2011, který byl vyvinut za účelem jednoduchého hodnocení energeticky soběstačných domů.

Klíčová slova: Mikroklima, budova, pasivní dům, energeticky soběstačný dům, ověřování

## **Building Microclimate in Relation to Energy Performance - Selected Issues**

The thesis deals with the relationship of technical equipment of buildings and energetical consumption of buildings and the microclimate of buildings. I also refer to so called „CALC ESD\_1\_2011“ which is an tool for calculation of energy self – sufficient buildings.

Keywords: Microclimate, building, passive house, energy self – sufficient buildings, calculation

### 1 Na místo úvodu

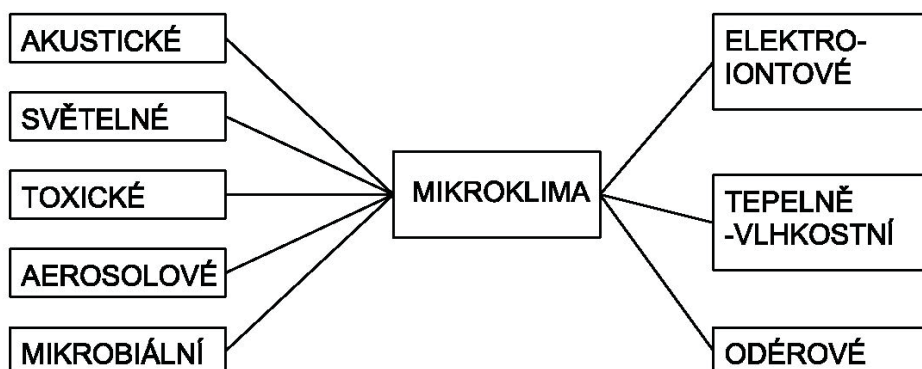
Domnívám se, že jedním ze smyslů existence budovy, a to zejména budovy obytné, by mělo být vytvoření kvalitního prostředí v bezprostředním okolí člověka s ohledem na jeho činnost a potřeby.

Se zvyšujícími se nároky na energetickou úspornost a soběstačnost budov se zvyšují nároky na techniku staveb (technické a technologické vybavení). Druh použitého technického zařízení pro tvorbu mikroklimatu a způsob jeho používání má zásadní vliv nejen na složky prostředí, pro jejichž tvorbu je primárně určen, ale i na ostatní složky tzv. pohody prostředí. Pohoda prostředí je dle Gebauera (2005) takový stav mikroklimatu, který nepůsobí diskomfort uživateli stavby.

## 2 Mikroklima

Mikroklima je soubor vlivů hmotnostní nebo energetické povahy, které působí na uživatele stavby; toto působení je velmi komplexní. Ovlivňuje totiž nejenom aktuální fyzický stav, ale působí i na psychiku člověka. Některé účinky nevhodného prostředí se mohou projevit až po dlouhodobém působení a mnohdy je nemožné jednoznačně spojit konkrétní problémy s působením prostředí.

Mikroklima sestává z několika složek, z nichž některé jsou velmi dobře měřitelné a ovlivnitelné; u jiných je měření aktuálního stavu a jeho úprava zatím v začátcích. Také vliv jednotlivých složek mikroklimatu na člověka není jednoznačně popsán a mnohdy chybí limity hodnot, které bychom měli při návrzích a provozu staveb dodržovat.



Obrázek 1: Hlavní složky mikroklimatu. Zdroj: Svoboda

Vnitřní prostředí staveb je ovlivňováno samotnou stavbou a jejími konstrukcemi, vnějšími vlivy (klimatické podmínky....) a vnitřními vlivy (užívání stavby, technická zařízení...). Při návrhu obytných budov již v první koncepci předpokládáme prostředky, kterými bude zajištěna tepelná, případně tepelně-vlhkostní složka mikroklimatu. Zajištění výměny vzduchu je dnes také samozřejmostí a současně jsou tak do značné míry splněny požadavky na kvalitu prostředí z hlediska obsahu oděrů, toxických látek a aerosolů. Význam správného osvětlení a správného prostředí z hlediska akustiky je dobře znám a současná legislativa klade na tyto složky mikroklimatu jednoznačně definované nároky.

V posledních letech se v souvislosti s takzvaným syndromem nemocných budov (SBS) stále častěji hovoří o elektrosmogu, elektroiontovém prostředí a dalších vlivech, které po dlouhou dobu stály na okraji zájmu architektů a inženýrů.

Tradiční a „přirozené“ způsoby tvorby hlavních i marginálních složek mikroklimatu (konvenční způsoby vytápění, přirozené větrání, tradiční způsoby stavění, nízká úroveň technické vybavenosti) jsou stále častěji označovány za cestu ke zdravému a přirozenému bydlení a životu. Často je však problematické až nemožné sladit tyto principy s požadavky na minimální energetickou náročnost.

V současné době se pasivní výstavba pomalu stává standardem a architekti i technici hledají cesty dalšího vývoje. Z tohoto prismatu vycházel i výzkumný tým při řešení grantového zadání „Koncept návrhu energeticky soběstačných budov“, jehož smyslem bylo právě usnadnění možností dalšího vývojového trendu bez nutnosti použití detailních technických a technologických parametrů. Za tímto účelem byl vyvinut nástroj CALC ESD\_1\_2011.

### 3 Popis nástroje CALC ESD\_1\_2011

Optimalizace technických zařízení pro tvorbu mikroklimatu a pokrytí energetických potřeb stavby je úkolem autora návrhu již ve fázi prvních studií a v dalších stupních projektové přípravy se původní koncepce návrhu zpřesňuje a dopracovává do vyšší podrobnosti.

Pro tuto činnost je k dispozici několik softwarových nástrojů, které umožňují detailní analýzu budovy jakéhokoliv typu. Jejich společnou nevýhodou je požadavek na vysokou úroveň znalostí z oboru stavební fyziky a techniky prostředí staveb. Aby bylo možné vyhodnotit základní koncept stavby bez těchto pokročilých technických znalostí, byl v rámci grantu FRVŠ „Koncept návrhu energeticky soběstačných budov“ zpracován výpočtový nástroj „CALC ESD\_1\_2011“. (dále jen „nástroj“ či „CALC“).

Tento nástroj vyžaduje zadání pouze základních dat:

- Údaje o budově (adresa, vlastník, apod.)
- Základní popis a geometrie budovy (návrhová vnitřní teplota, obestavěný objem, podlahová plocha, objem vzduchu, způsob řešení tepelných vazeb)
- Konstrukce obálky budovy (plochy a součinitele prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí u exteriéru a nevytápěných prostor, průměrná hloubka konstrukcí ve styku se zemínou, plocha, orientace, součinitel prostupu tepla a typ transparentních konstrukcí)
- Vnitřní parametry (počet osob, počet bytů, účinnost rekuperace ve VZT, měrná tepelná kapacita konstrukcí, většinový typ zdroje světla, kategorie elektrických spotřebičů)

Údaje o elektrických spotřebičích, osvětlení, měrné tepelné kapacitě konstrukcí, vlastnostech prosklených ploch a vlivu tepelných vazeb jsou jednoduše vybírány ze

srozumitelné nabídky obvyklých možností. Zařízení pro získávání energie jsou opět vybírána z přednastavené nabídky. Kromě volby typu zařízení je u solárních kolektorů a fotovoltaických panelů volen jejich počet (plocha), úhel sklonu a azimut. U větrné elektrárny a palivového generátoru je volen typ.

Nástroj je primárně navržen pro hodnocení energeticky soběstačných rodinných domů<sup>22</sup>, ale je použitelný i pro vyhodnocení základních parametrů ostatních typů rodinných domů. V případě potřeby je možné tento nástroj jednoduše upravit pro vyhodnocování jiného typu staveb. Pro docílení jednoduchosti užívání nástroje bylo zvoleno kritérium zúžení předmětu hodnocení. Tím je v tomto případě energeticky soběstačný rodinný dům. Cílem tohoto zjednodušení bylo zohlednění jednoduchosti použití nástroje. Volbou pouze jednoho předmětu hodnocení byla zúžena další kritéria hodnocení, čímž se snížily nároky na odborné znalosti uživatele.

Nástroj lze tedy využít pouze pro vyhodnocení konceptu (nikoliv pro projektové řešení) energeticky soběstačného rodinného domu. Architektonické a stavebně technické řešení musí odpovídat požadavkům na pasivní dům. Řešení letního přehřívání se předpokládá využitím stínících systémů, stavba je hodnocena bez energetické náročnosti chlazení.

Vyhodnocení zdrojů energie vychází z konkrétních údajů pro běžně užívaná zařízení v tomto typu staveb. Parametry zařízení vložené do algoritmu byly použity s rezervou na stranu bezpečnosti. Výsledky mají vypovídající hodnotu pro stavby, ve kterých jsou použita moderní, vysoce účinná zařízení.

#### 4 Výpočtové postupy

Výpočet potřeby tepla pro vytápění je proveden dle TNI 73 0329 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění-Rodinné domy a ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov-Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení. Pro výpočet jsou použity jednotné klimatické podmínky v souladu s metodikou TNI 73 0329.

Potřeba energie pro provoz domácnosti, umělé osvětlení a jednotlivé systémy byla stanovena dle vyhl. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov. Dále byly využity

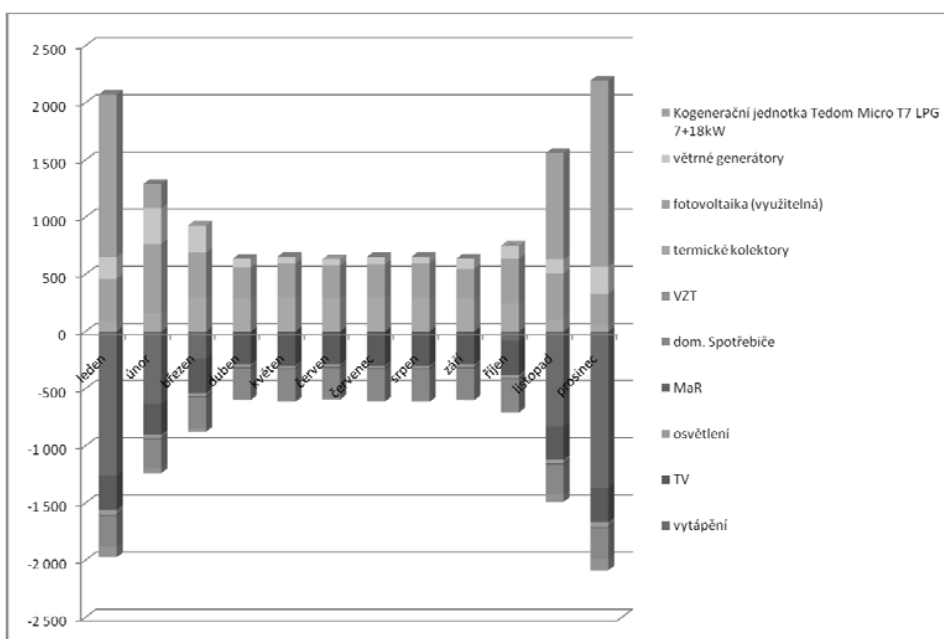
---

<sup>22</sup> Dle Vaverky (2006) jsou budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění  $e_A \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  označovány jako domy pasivní. Vaverka dále uvádí, že specifickou kategorií jsou tzv. nulové domy, jejichž spotřeba „placené energie“ se blíží nule:  $e_A \leq 5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ . Energeticky soběstačný dům vychází z koncepce pasivního a nulového domu. Součástí návrhu je ale posouzení energetické bilance nikoliv roční ale měsíční; případně probíhá optimalizace ještě v menších časových intervalech. Energetické zdroje a zařízení pro akumulaci energie jsou navrženy tak, aby vyrobená či získaná energie zcela kryla energetickou potřebu v daném výpočtovém období.

údaje o energetické náročnosti referenční domácnosti zpracované společností EkoWatt. Jednotlivé alternativy technického zařízení a vybavení byly zpracovány na základě přepočtu referenčních hodnot s využitím variantních technických parametrů konkrétních zařízení nebo systémů.

Využitelná energie termických kolektorů je počítána dle TNI 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav-zjednodušený výpočtový postup. Využitelná energie fotovoltaických panelů je počítána s využitím podkladů pro dimenzování ostrovních systémů firmy SMA Solar technology. Využitelná energie větrných generátorů je určena na základě technických podkladů výrobců jednotlivých typů generátoru.

## 5 Výsledek výpočtu a možnost jeho využití



Obrázek 2: Ukázka grafického výstupu: celková energetická bilance. Zdroj: Svoboda

Výstupem výpočtu je celková bilance energetických zisků a potřeb pro každé výpočtové období (měsíc). Doplnujícími údaji jsou např. zastavěná plocha pole fotovoltaických panelů, velikost a kapacita akumulátorů elektrické energie, objem teplovodního zásobníku tepla, energetický štítek obálky budovy, roční měrná potřeba tepla pro vytápění. Na základě tohoto výstupu uživatel mění vstupní parametry budovy a technických zařízení tak, aby bilance odpovídala původnímu záměru. Energie, kterou v celkové bilanci není možno dodat z obnovitelných zdrojů, je doplňována použitím palivového generátoru.

Závěrem hodnocení je bilance energie získané z obnovitelných zdrojů. Podíl této energie by měl být hlavním kritériem pro hodnocení návrhu. U energeticky soběstačných domů by se měl podíl obnovitelné energie pohybovat nad 80%. V případě použití nástroje pro hodnocení pasivních a nulových domů připojených na veřejné sítě není směrodatná měsíční bilance energetických zisků a potřeb, ale vycházíme z hodnocení celoročního. Tento rozdíl vyplývá z možnosti „akumulace“ přebytečné energie ve veřejných sítích.

ENERGETICKÁ BILANCE Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ [kWh]											
LEDEN	ÚNOR	BŘEZEN	DUBEN	KVĚTEN	ČERVEN	ČERVENEC	SRPEN	ZÁŘÍ	ŘÍJEN	LISTOPAD	PROSINEC
663,12	1096,37	928,33	637,15	654,03	631,93	652,73	654,03	637,80	752,23	642,61	575,66
31,8%	83,8%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	40,8%	26,1%

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY:

B-úsporná

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

$e_A = 14,25$  kWh/(m<sup>2</sup>.a)

HODNOCENÍ STAVBY:

PASIVNÍ DŮM

OBJEM SOLÁRNÍHO ZÁSOBNÍKU PRO OHŘEV TV:

960 [l]

OBJEM ZÁSOBNÍKU TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ:

940 [l]

AKUMULÁTORY ELEKTRICKÉ ENERGIE:

kapacita

19550 Ah

hmotnost:

5440 [kg]

obestavěný prostor sestavy:

3,82 [m<sup>3</sup>]

PŮDORYSNÁ PLOCHA FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ:

200 [m<sup>2</sup>]

BILANCE PROVOZU PALIVOVÉHO GENERÁTORU											
LEDEN	ÚNOR	BŘEZEN	DUBEN	KVĚTEN	ČERVEN	ČERVENEC	SRPEN	ZÁŘÍ	ŘÍJEN	LISTOPAD	PROSINEC
SPOTŘEBA PALIVA											
234	35	0	0	0	0	0	0	0	0	154	268
DOBA PROVOZU											
62	9	0	0	0	0	0	0	0	0	41	72
PROVOZNÍ NÁKLADY											
3978	595	0	0	0	0	0	0	0	0	2618	4556

Obrázek 3: Ukázky výstupu: část energetické bilance a doplňkové údaje. Zdroj: Svoboda

## 6 Závěr

V současné době probíhá ověřování použitelnosti a spolehlivosti výše uvedeného nástroje ve srovnání s běžně používaným komerčním softwarem. Dosavadní výsledky porovnané na více než deseti konkrétních budovách ukazují přesnost nástroje zcela dostatečnou pro hodnocení a optimalizaci koncepce v prvních stupních návrhu. Další vývoj a optimalizace CALCu bude zaměřen na vytvoření nových verzí specializovaných na jiné typy staveb. P

Požadavky na znalost mnoha technických a stavebně – fyzikálních informací nutných pro práci s běžnými programy tak budou opět minimalizovány pouhou volbou nástroje určeného pro daný typ budovy.

Jak již bylo řečeno výše, cílem výzkumného týmu totiž na rozdíl od dostupných komerčních nástrojů není univerzálnost použití nástroje, nýbrž uživatelská přívětivost, které bylo docíleno právě díky volbě konkrétního nástroje (z více možných typů) pro konkrétní typ budovy.

Aplikace nástroje na několika modelových případech ukazuje, že při použití dostatečně kvalitních obálkových konstrukcí a vhodném architektonickém návrhu z hlediska velikosti a orientace prosklených ploch lze dalších významných energetických úspor či dokonce dosažení energetické nezávislosti dosáhnout pouze s využitím stále náročnějších technických a technologických zařízení. Na jedné straně tak dosahujeme energetické nezávislosti na vnějších (veřejných) zdrojích a sítích, na druhé straně jsme zcela odkázáni na bezchybnou funkčnost malého autonomního systému. Další možnou cestou, která čeká na podrobnější ověření, je koncepce staveb s vyšší energetickou náročností využívající technicky jednoduché zdroje obnovitelné energie s pasivní bilancí CO<sub>2</sub>. Tento koncept se stává zajímavým všude tam, kde je k dispozici nějaká forma odpadní energie či energetického zdroje (např. palivové využití bio odpadů). Tento koncept, stejně jako koncept energeticky soběstačného domu, zatím není obecným celospolečenským řešením, ale určitě je jednou z možných cest budoucího vývoje.

## 7 Seznam použité literatury a pramenů

ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov-Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 56 s. Třídící znak 73 0540

ČSN EN ISO 13790. *Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 140 s. Třídící znak 73 0317

ČSN TNI 73 0329. *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Rodinné domy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 28 s. Třídící znak 73 0329

GEBAUER, Günter. *Vzduchotechnika*. 1. vydání Brno: ERA group spol. s.r.o., 2005. 262 s.: barev. il.; ISBN: 80-7366-027-0

SRDEČNÝ, Karel. *Energeticky soběstačný dům – realita, či fikce?*. 1. vydání. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2006. 92 s.: barev. il.; ISBN: 80-7366-052-0

VAVERKA, Jiří. a kol. *Stavební a tepelná technika a energetika budov*. 1. vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Nakladatelství Vutium. 2006. ISBN 80-214-2910-0