

## ENERGETICKÁ BILANCE BUDOVY VE VZTAHU K DENNÍMU OSVĚTLENÍ

Jiří Adámek, Ústav stavitelství II, FA ČVUT v Praze, Fakulta architektury., [atelieraz@seznam.cz](mailto:atelieraz@seznam.cz)

Petr Baxant, Ústav elektroenergetiky FEKT VUT Brno., [baxant@feec.vutbr.cz](mailto:baxant@feec.vutbr.cz)

Petr Vrbík, autorizovaná osoba pro hodnocení zdravotních rizik, CESA VUT Brno, [VrbikPetr@seznam.cz](mailto:VrbikPetr@seznam.cz)

### Anotace

Článek se snaží přinést detailnější pohled na revitalizaci obálky stávajících domů. Principy definované v tomto článku mohou být použity nejenom pro revitalizaci stávajících objektů, ale též pro kvalitní návrh nových domů. Snahou je seznámit s danou problematikou investora, zpracovatele projektu a zhotovitele stavby. Jedná se o soubor technických vztahů, které jsou na sobě interaktivně závislé.

### Energetická bilance budovy ve vztahu k dennímu osvětlení

#### Úvod

Při navrhování energetické bilance budov a osvětlovacích soustav pro vnitřní prostředí budov bývají zvažována různá hlediska:

- **technická** – kde se posuzuje účinnost, provozní spolehlivost a životnost osvětlovacích soustav včetně jejich nároků na údržbu;
- **bezpečnostní** – zahrnující např. i zajištění náhradního či nouzového osvětlení;
- **ekologická** – související s energetickou spotřebou či nebezpečným odpadem;
- **ekonomická** – kde kromě investičních nákladů je nutné vzít do úvahy i provozní náklady na osvětlování a souhrnnou energetickou bilanci budovy;
- **architektonická** – související s estetikou a komplexním řešením prostoru;
- **hygienická** – související s vlivem na lidské zdraví.

Spojovacím článkem pro všechna tato hlediska by mělo být **splnění daného účelu osvětlování** (přičemž hygienické požadavky by měly být zvažovány vždy).

#### Revitalizace objektu

Cílem článku je seznámit se všemi hlavními činnostmi při projektové přípravě, projektu a při realizaci stavby, ukázat jak postupovat při návrhu revitalizace. Architekt, statik, profesionální stavitel se musí vyrovnat s podmínkami vlastního objektu, okolím budovy, s urbanistickými požadavky a architekturou budovy. Architekt musí hledat taková řešení, která nepočítají s nadměrně vysokými náklady na technická zařízení, ale nalezené řešení revitalizace budovy plně akceptuje současné ČSN a předpisy týkající se výstavby budov.

Mnohdy mají jiné představy vlastníci objektu na revitalizaci objektu ve vztahu k současným ČSN a jiným předpisům týkajících se výstavby, případně revitalizace budov. Při nekvalitně zhotoveném projektu, ale i při nedodržení návrhu kvalitního projektu, technologické nekázně stavební firmy, dochází na daném rekonstruovaném objektu k vzniku vad a poruch.

Jedním z nejdůležitějších kritérií je návrh okenních otvorů. Projekčním návrhem ovlivňujeme nejenom tvarosloví budovy, ale i energetiku vlastního objektu. V současné době bychom měli navrhovat revitalizaci i nové budovy udržitelnou výstavbou.



RD – kategorie: pasivní dům, varianty umístění truhlářských prvků

**Předimenzováním okenních otvorů zvyšujeme energetickou spotřebu celého objektu.** Jedná se o topení, chlazení, osvětlení, stínění atd.

Termín fyzikálně – energetické kvalifikace budov vyjadřují dvě související kategorie:

- Energetická kvalifikace budovy, kterou vyjadřuje měrná spotřeba tepla na větrání, chlazení, topení, přípravu teplé vody.
- Fyzikální kvalifikaci obalových konstrukcí.

Návrhem okenních otvorů má vliv na akumulaci teploty místností, průběhu teplot vnitřních stěn.

Sklo umožňuje vizuální propojení interiéru s exteriérem. Vliv prosklení fasády na udržitelnou výstavbu a návrh vhodného systému zasklení by měl vycházet z projekčního návrhu vnitřního prostoru budovy. Energetická propustnost  $g > 0.50$ , umožňující vstup slunečního záření do objektu. V současné době rozlišujeme několik kategorií energeticky úsporných domů:

- Nízkoenergetický dům (NED).
- Pasivní dům (PD).
- Nulový dům (ND).
- Aktivní dům (AD).

Energetický dům a pasivní dům spotřebují na vytápění oproti současným domům přibližně 1/3 energie. Zisky pocházejí především ze slunečního záření a vnitřních zdrojů tepla získaných z provozu budovy. V těchto domech se děje výměna vzduchu pomocí řízené ventilace.

#### Nízkoenergetický dům - NED

- |           |     |                                   |
|-----------|-----|-----------------------------------|
| - Střecha | < U | 0.16 w (m <sup>2</sup> K).        |
| - Okna    | < U | 1.20 w (m <sup>2</sup> K).        |
| - Stěna   | < U | 0.20 - 0.25 w (m <sup>2</sup> K). |

- Podlaha na terénu <math>U = 0.30 \text{ w (m}^2\text{K)}</math>.

#### Pasivní dům - PD

- Střecha <math>U = 0.10 - 0.15 \text{ w (m}^2\text{K)}</math>.
- Okna <math>U = 0.60 - 0.80 \text{ w (m}^2\text{K)}</math>.
- Stěna <math>U = 0.12 - 0.18 \text{ w (m}^2\text{K)}</math>.
- Podlaha na terénu <math>U = 0.15 - 0.22 \text{ w (m}^2\text{K)}</math>.

#### Vliv světla na zdraví

Na **světlo** bývá často nahlíženo jen jako na energii nezbytnou pro přenos informací o našem okolí (*předpokládá se, že světlo nám zprostředkovává až 80 % informací z vnějšího prostředí*). Nicméně již byly ověřeny významné **fyzilogické a psychologické odezvy** člověka na světelný podnět, takže **světlo** zařazujeme mezi fyzikální faktory, které mají prokázaný **vliv na naše zdraví**.

Víme, že světlo působí na člověka **příznivě i nepříznivě**, a to:

- množstvím světla (energetické působení);
- spektrálním složením (barvou světla);
- dobou trvání (např. dlouhodobě, krátkodobě, trvale);
- časovým průběhem (např. míháním).

Za hygienicky nejvýznamnější lze považovat působení **přirozeného denního světla**, které na nás působí m. j. i svojí dynamickou **proměnlivostí** (nejen množství, ale i spektrálního složení světla). K dalším významným vlivům patří **střídání světla a tmy** v průběhu denního cyklu. Bylo ověřeno, že přirozené střídání denního světla a tmy synchronizuje naše vnitřní **biorytmy** (*mj. ztráta vnitřních biorytmů bývá považována za jednu z příčin psychogenních onemocnění*).

- **Nepříznivé účinky** lze rozlišit na **přímé** či **nepřímé**, k **přímým účinkům** řadíme:
  - **nedostatečné množství denního světla** v průběhu dne;
  - **oslňování**, způsobující překročení adaptačních schopností lidského zraku;
  - **rušení**, přičemž světlo interferuje s nějakou lidskou činností (pozorováním, spánkem apod.);

do nepřímých účinků zařazujeme:

- **narušování pocitu pohody**, vznikající psychicky negativně vnímaným světlem dotčenou osobou (emoční stres; podíl mají i osobnostní rysy pozorovatele);
- **obtěžování**, představující nepříjemné ovlivňování našeho prostředí (popř. i osobních práv).

**Příznivé účinky** lze ztotožnit s naší fyziologickou i psychologickou potřebou přírodního denního světla, na jejichž základě potom formulujeme **hygienické požadavky**.

*Poz Přitom přímé nepříznivé účinky světla většinou objektivizujeme pro standardního pozorovatele (např. měřením) a nepřímé (zda obtěžuje či stresuje) se snažíme posuzovat pro konkrétní osoby (např. psychologickými dotazníky).*

#### Architektonické hledisko

Od prvopočátku bydlení je možné sledovat důslednost našich předků řádně osvětlovat vnitřní dispozice bydlení.

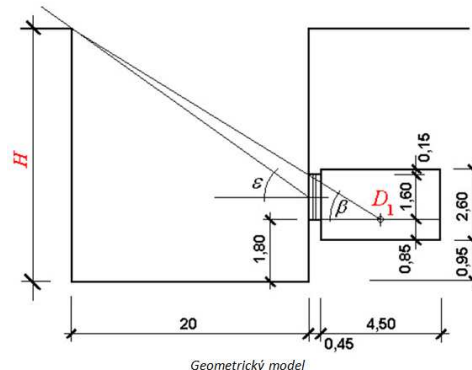
Na denní osvětlení a proslunění vnitřních prostor má vliv šířka ulice, jednotlivé výšky budov, orientace oken ke světovým stranám a umístěním osvětlovací soustavy v prostoru. Důležitým aspektem je i výška, šířka okna, výška parapetu, výška nadpraží, světlá výška a hloubka místnosti. Denní výpočet osvětlení a proslunění je také ovlivněn, za jakým účelem bude vnitřní prostor užíván.

Marcus Vitruvius Pollio, římský architekt, inženýr a teoretik. Vitruvius provedl pokus pro obytnou místnost běžných půdorysných rozměrů 4,5 x 3,5 m, světlé výšky 2,6 m, okno v ose místnosti šířky 2,3 m, výšky 1,6 m, parapetu 0,85 m, nadpraží 0,15 m.

Uvažoval s ulicí širokou 20 m, okno je stíněno protější řadou domů výšky H (m). Posuzovaná obytná místnost je v nejnižším nadzemním podlaží. Parapet okna je 1,8 m nad úroveň chodníku.

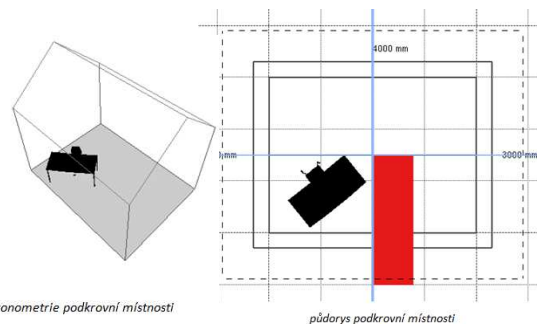
Schéma uspořádání je na obr. 2. Přístup oblohového světla by neměl být rušen alespoň od středu obytné místnosti, čemuž odpovídá úhel  $\beta = \arctg(1,6/2,7) = 30,65^\circ$ . Maximální výška zástavby pro tento případ vychází.

$$H_1 = 1,8 + 22,7 \cdot \operatorname{tg}(30,65^\circ) = 15,25 \text{ m}$$

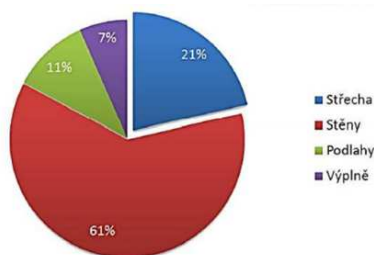


#### Osvětlení podkroví

V současné době je snaha využívat podkrovní prostory jako půdní byty. Vybudovávat na vodorovné střeše střešní nástavby. I zde je zapotřebí navrhovat vnitřní prostory z hlediska osvětlení, oslunění místností a energetické bilanci místností.



**VELUX Energy and Indoor Climate Visualizer** je nástroj k vyhodnocení samostatně stojícího rodinného domu z hlediska energie, větrání a vnitřního prostředí. Intuitivní modelář umožní rychlou modelaci domu a zadání jeho parametrů, následná simulace vyhodnotí energetickou náročnost budovy. <http://eic.velux.com/>



Podíl ploch jednotlivých typů konstrukcí

### Příklad využití moderních systémů

Jednotlivé stínící prvky jsou sestaveny na základě funkčnosti optické clony fotoaparátu. Podle intenzity venkovního osvětlení jednotlivé optické clony se uzavírají, otevírají. Při pohledu na venkovní fasádu optické clony působí velice plasticky.



Arabský institut, Paříž – pohled na venkovní fasádu

### Závěr

Základním úkolem památkové péče je pečovat o celkový stav stavebního, architektonického anebo i jiného díla. Úkolem je obnova architektonického díla a jeho vrácení do života společnosti s možností nové náplně - zaměnění funkce staré za funkci novou. Návrh technického zabezpečení musí být pak plně svázán s architektonickým návrhem. V mnohých případech se jedná o nemalý zásah do podstaty objektu. Při rekonstrukci budov je nutno předně provést kompletní zmapování nosných a výplňových konstrukcí. Zaměřit se na zjištění možných poruch v budově, zjistit příčiny vzniku poruch a navrhnout opatření k odstranění příčin poruch v budově. Historická budova má velký význam pro dokonalost zpracování veškerých stavebních i uměleckých složek. Celkovým tvarem a v nemalé míře zvládnutím architektonické kompozice.

Jednotliví účastníci výstavby by se měli zamyslet nad tím, že architektura, technické a provozní vztahy mezi současností a minulostí se kvalitativně posouvají směrem dopředu. Důležité je provádět citlivě rekonstrukce budov tak, aby budovy si svou hodnotu zachovaly i přes staletí.

Budova je živoucí organismus, který v sobě ukrývá dispoziční vazby, provozní vazby, technologické

vazby, důsledně by se měla budova integrovat v prostoru pro něj určeném. S ohledem na členitost stávajícího stavebního bytového fondu, jeho morální a fyzickou zastaralost vystupuje do popředí nutnost tento vzniklý stav řešit.

Pro detailní stanovení tepelného chování budovy slouží výpočetní program -stavební fyzika – svoboda software.

Výpočetní programy na výpočet simulace osvětlení interieru budovy nám umožňují kvalitně navrhnout a posoudit historické budovy ve vztahu k budoucím uživatelům budovy.

Vliv denního světla v budově má nezanedbatelný význam pro bilanci spotřeby energie v budově. Vliv světla na energetickou bilanci v průběhu slunečních dní je nezanedbatelný. Aby v důsledku slunečního záření nedošlo k přehřívání budovy, je zapotřebí použít stínící techniku. Norma ČSN 73 0580 řeší souhrn stavebně – fyzikálních požadavků kladených na budovy z hlediska denního osvětlení.

### Zdroje

- České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury. *Domovská stránka univerzity*, aktualizováno 29.9.2015. Dostupné z: <<http://15124.fa.cvut.cz/?page=cz.grant-sgs14-160-ohk1-2t-15-energeticka-efektivnost-obnovy-vybranych-historickych-budov-20-stoleti>>.
- ADÁMEK J, vlastní archív.
- Stavební fyzika – svoboda software <<http://kcad.cz/cz/uvod/>>.
- **VELUX Daylight Visualizer** <[http://viz.velux.com/Daylight\\_Visualizer/Download/default.aspx](http://viz.velux.com/Daylight_Visualizer/Download/default.aspx)>.
- **VELUX Energy and Indoor Climate Visualizer** je nástroj k vyhodnocení samostatně stojícího rodinného domu z hlediska energie, větrání a vnitřního prostředí. Intuitivní modelář umožní rychlou modelaci domu a zadání jeho parametrů, následná simulace vyhodnotí energetickou náročnost budovy. <<http://eic.velux.com/>>.
- Rhinoceros 5, modelovací a vizualizační program
- Tepelné soustavy v budovách – dynamické stavy ČSN 06 0220
- ČSN 73 0540-1 (730540), Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie. Červen 2005.
- ČSN 73 0540-2 (730540), Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Prosinec 2011.
- ČSN 73 0540-3 (730540), Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin. Listopad 2005.

### Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Doc. Ing. Antonínu Pokornému, CSc. za cenné připomínky a odborné vedení. Dokument vznikl za podpory SGS14/160/OHK1/2T/15 – Ing.arch.et Ing. Jiří Adámek: Energetická efektivnost obnovy vybraných historických budov 20. Století a firmě VELUX Česká republika, s.r.o.