

MOŽNÉ POSTUPY POSUZOVÁNÍ STAVEB PRO VHODNOST ÚČASTI V DOTAČNÍCH PROGRAMECH

Robert Baťa, Pavlína Altmanová

Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Ústav veřejné správy a práva

Abstract: *The article deals with the potential savings in the use of subsidies provided by state programs and their impact on produced CO₂ emissions. Analyzed and quantified are selected material and energy flows associated with the households. The procedure is tested on a specific example.*

Keywords: *Passive House, Low-Energy House, Green Program Savings, Energy Balance, Emissions*

1. Úvod

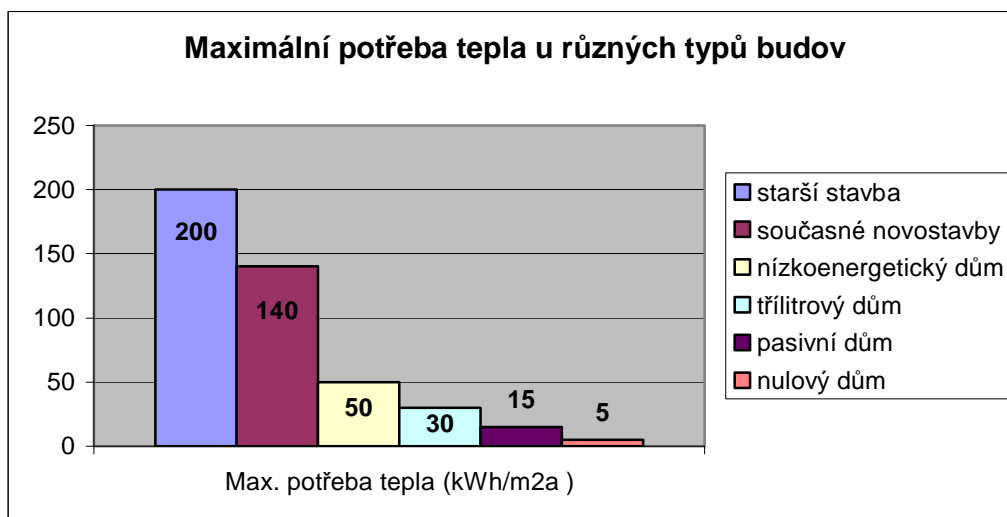
Počátky zájmu týkající se aplikace řešení snižující vysokou spotřebu energie spadají do sedmdesátých let dvacátého století. Tyto experimenty byly v devadesátých letech rozvedeny dr. Wolfgangem Feistem, který ověřil správnost hypotézy, že pokud bude dům velmi kvalitně izolován a utěsněn, nemusí disponovat klasickým otopným systémem a k jeho vytápění postačí teplo produkované členy domácnosti a domácími spotřebiči [9]. Přitom na celkové spotřebě energie v EU se 40-ti % podílejí obytné a komerční budovy. [4]

Cílem této práce je návrh metodiky posuzování staveb pro vhodnost účasti v dotačních programech, která by zároveň umožnila kvantifikaci možných omezení emisí CO₂ produkovaných domácnostmi. Pro dosažení stanoveného cíle je s pomocí vybraného softwarového nástroje vypočítána energetická náročnost zvolené budovy a následně jsou modelována vybraná úsporná opatření v souladu s požadavky programu Zelená úsporám.

2. Úsporné domy

2.1 Klasifikace energeticky úsporných domů

Základním kritériem, podle kterého jsou rozděleny energeticky úsporné domy do jednotlivých skupin, je potřeba tepla na vytápění. Na obr. 1 je uvedena energetická bilance různých typů budov, která zahrnuje rozdíly v množství spotřebované energie na vytápění. Je zde dobře patrné, jak nízkoenergetické a energeticky pasivní domy spoří energii oproti běžným stavbám.



Obr. 1- Maximální potřeba tepla na vytápění podle kategorií budov

Zdroj: [12]

Běžný dům v podmínkách České republiky spotřebuje ročně přibližně 100 až 200 kWh/m² energie. Výše spotřeby energie se odlišuje podle typu a stáří domu. U nově obytných budov dosahuje roční spotřeba energie podle české technické normy od 85 do 120 kWh/m². [3] Energeticky úsporný dům vykazuje potřebu tepla 50 až 70 kWh/(m²a). Těchto hodnot je dosahováno obvykle zateplením obvodového pláště, lepším využitím pasivních solárních prvků, někdy i instalací solárních kolektorů. [14] Potřeba tepla v domě označovaném jako „nízkoenergetický“ se pohybuje mezi 15 až 50 kWh/(m²a). Výstavba tohoto typu domu je spojena s větším množstvím opatření, než je tomu v případě energeticky úsporného domu. Kromě kvalitního zateplení obvodového pláště by mělo k použitým opatřením patřit i mechanické větrání s přehřevem vzduchu a rekuperací¹ tepla. [14].

Pasivní dům je definován v normě ČSN 73 0540. Hlavním parametrem pasivního domu je jeho roční potřeba tepla na vytápění, která nepřekročí hodnotu 15 kWh/(m²a). Stavba dokáže již zajistit komfortní teplotu bez běžné topné soustavy. K jejímu vytopení postačuje sluneční záření a tepelné zisky získané od domácích spotřebičů a členů domácnosti. [7] Protože je sanace stávajících staveb pro dosažení nízkoenergetického, či dokonce pasivního standardu finančně náročná, jsou tyto aktivity dotovány.

2.2 Dotace pro sanaci stávajících budov

Podpora z programu Zelená úsporám je poskytována v souladu s § 3 a § 4 zákona č. 388/1991 Sb., o Státním fondu životního prostředí České republiky. Při poskytování podpory z Programu je Česká republika povinná zohledňovat závazky spojené s jejím členstvím v Evropské unii, dále závazky vzniklé na základě mezinárodních smluv, a v neposlední řadě je nutné brát ohled na Státní politiku životního prostředí. Zdroj finančních prostředků pro tento Program byl získán prodejem emisních přebytků. V důsledku toho

¹ Rekuperace tepla znamená hromadění tepla a jeho opětovné využití.

vyplývá nutnost při poskytování podpory zohledňovat požadavky stran kupujících emisní přebytek v rámci mechanismu Kjótského protokolu. [10]

Úkolem programu Zelená úsporám je poskytnout finanční podporu pro žadatele, pro realizaci některého z opatření jako např. komplexní/dílčí zateplení, celková výstavba v pasivním energetickém standardu atd. Očekává se, že do roku 2012 program Zelená úsporám přinese snížení emisí CO₂ o 1,1 mil. tun, tedy 1 % všech českých emisí a úsporu tepla na vytápění 6,3 PJ². Domácnosti na vytápění tedy pravděpodobně uspoří několik miliard korun ročně. Pro 250 000 domácností, které obdrží podporu, by se mělo zkvalitnit jejich bydlení a podíl výroby tepla z obnovitelných zdrojů by se měl zvýšit o 3,7 PJ.[15] Jak u rodinného domu, tak u bytového domu připadají v úvahu následující kombinace:

- A.1/A.2 (celkové nebo dílčí zateplení) + C.1 (zdroj na biomasu nebo tepelné čerpadlo),
- A.1/A.2 (celkové nebo dílčí zateplení) + C.3 (solárně-termické kolektory),
- B (pasivní stavba) + C.3 (solárně-termické kolektory),
- C.2 (zdroj na biomasu nebo tepelné čerpadlo do novostavby) + C.3(solárně-termické kolektory, pouze systém na přitápění).[10]

Jeden subjekt má nárok získat v průběhu programu maximálně 100 milionů korun. Pro získání konkrétních údajů se jako vhodný prostředek ukazuje modelování energetické náročnosti. Výpočty lze provádět v prostředí MS-Excel, ale z hlediska časové náročnosti i přehlednosti je lepší zvolit specializovaný softwarový nástroj.

3. Modelování energetických úspor

3.1 Modelování energetické náročnosti budovy

Jakýkoli dům lze charakterizovat energetickými nároky (potřeba energie) a energetickou náročností (spotřeba energie). Spotřeba energie zahrnuje skutečné množství nakupované energie. Potřeba na rozdíl od spotřeby je množství energie, která je objektivně zapotřebí. Energetická bilance domu se skládá ze tří základních bodů:

- potřeba tepla na vytápění,
- potřeba tepla na přípravu teplé vody,
- spotřeby ostatních domácích spotřebičů.[2]

Vzhledem k tomu, že se jedná o bilanci, je nutné doplnit i tepelné zisky. Pro výpočet energetické bilance konkrétní budovy, bude využit program s názvem Hestia 5 VIVID,³ neboť umožňuje modelovat všechny tři body energetické bilance konkrétního objektu a také náklady, které domácnost zaplatí (software zahrnuje nejnovější ceny energií) a následně také

² PJ = petajoule, 1 PJ = 10³ TJ (terajoule) = 10¹⁵ J (joule)

³ Zadavatelem pro vytvoření tohoto programu bylo Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR a zpracovatelem se stal EkoWATT, o. s.

nabízí možnost navrhnout úsporná opatření a jejich vliv na snížení potřeby/spotřeby energie. Pro konkrétní výpočty je nezbytné znát rozměry budovy, kromě toho je třeba znát vlastnosti prvků, jako jsou okna, dveře, podlaha na terénu, podsklepená podlaha, obvodová stěna a strop s nevytápěnou půdou. U oken a dveří je třeba zohlednit jejich plochu, typ a orientaci ke světovým stranám.

3.2 Aplikace postupu na konkrétní příklad

Stavba, která bude využita jako konkrétní příklad výpočtu energetické náročnosti a na níž budou posuzovány možnosti zateplení je starší rodinný domek. Jedná se o přízemní stavbu s nezateplěným podkrovím. Rozměry: délka – 12,65 m, šířka – 5,30 m, výška – 2,93 m. Celkový objem vytápěného prostoru 196 m³. V kuchyni je jedno dřevěné okno dvojitě špaletové o ploše 1,8 m² orientované na jih. V obývacím pokoji jsou čtyři dřevěná okna dvojitě špaletová, každé o ploše 1,38 m². Jedno okno je orientované na jih, dvě na západ a jedno na sever. Na toaletě je jedno malé dřevěné okno dvojitě špaletové o ploše 0,27 m² orientované na východ. Koupelna má jedno dřevěné okno dvojitě špaletové o ploše 0,69 m² orientované na jih. Pro výpočet bude použit program HESTIA, který je k výpočtům tohoto druhu určen. Je však třeba dodat, že software využívá platné normy a výpočetní postupy, i přesto v určitých případech přistupuje ke zjednodušení. Některé hodnoty jsou přednastavené, protože je lze chápat jako obecně přijímané, ale mohou se případ od případu lišit. Jedná se však o dobře propracovaný nástroj, který při výpočtech dokáže zohlednit i detaily, jako např. jednotlivé stavební konstrukce (okna, dveře, podlaha na terénu, podlaha nad nevytápěným suterénem, stěna vytápěného suterénu, obvodová stěna, obvodová stěna, na jejímž vnějším líci přiléhá nevytápěný prostor, strop pod nevytápěnou půdou, střecha nad vytápěným podkrovím, plocha střecha).

Pro výpočet jsou použity v programu mimo jiné tyto vzorce: pro výpočet měrné tepelné ztráty větráním H_V podle ČSN EN 832,

$$H_V = V \cdot p_a \cdot c_a \cdot [2] \quad (1.1)$$

kde H_V je měrná tepelná ztráta [W/K],

V - objemový tok vzduchu v budově, včetně výměny vzduchu nevytápěnými prostory,

$p_a c_a$ - tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu.

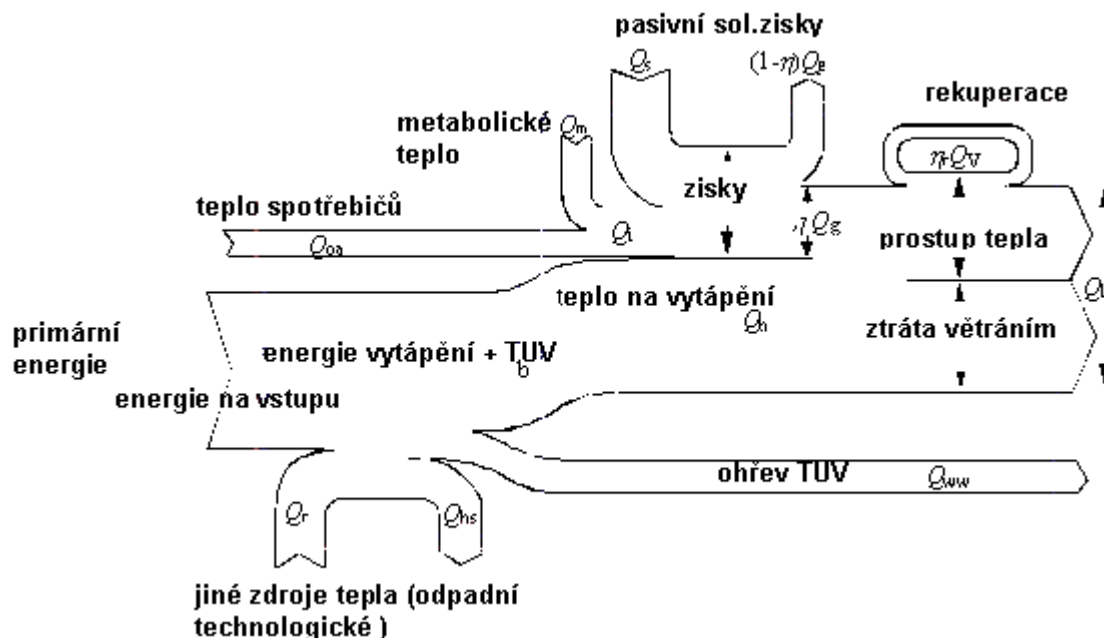
Objemový tok vzduchu v budově je dán vztahem

$$V = V \cdot n, [2] \quad (1.2)$$

kde V je objem vytápěného prostoru z vnitřních rozměrů,

n - intenzita výměny vzduchu.

Při výpočtech se většinou uvažuje intenzita větrání nejméně $0,5 \text{ h}^{-1}$ (výměna vzduchu v místnosti jednou za 2 hodiny). Kompletní přehled použitých vzorců lze získat na příslušné webové stránce^{14,15}, z důvodu přehlednosti zde není uveden. Celkový přehled uvažovaných energetických toků je uveden na obr. 2



Obr. 2 - Tepelná bilance budovy

Zdroj: [2]

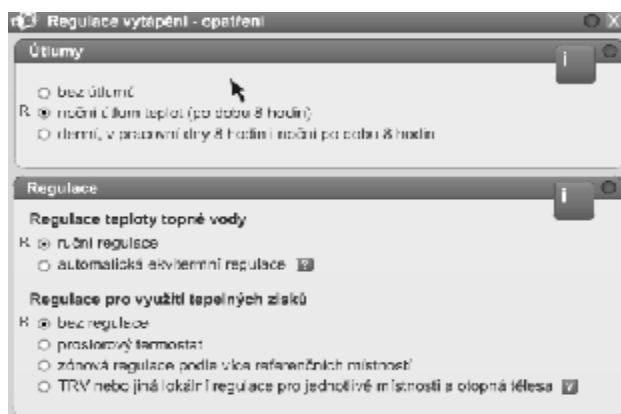
Vzhledem k tomu, že celá plocha je vytápěna, byly započteny jen dveře venkovní o ploše $1,91 \text{ m}^2$. Jedná se o dveře dřevěné s dvojsklem. Pro plochu podlahy položené na terénu je nutno znát plochu a jednotlivé vrstvy použitého materiálu a jejich tloušťky. Plocha je $42,38 \text{ m}^2$. Jednotlivé vrstvy jsou: železobeton 25 cm, škvára 30 cm, beton hutný 8 cm a dřevo tvrdé 2,2 cm. Další plocha se týká koupelny a toalety, u nichž je skladba podlahy jiná. Obsah plochy je $4,9 \text{ m}^2$ a skladba podlahy: železobeton 25 cm, škvára 30 cm a beton hutný 10 cm. Podsklepená část podlahy se týká kuchyně a jsou u ní uvažovány stejné údaje (konkrétně se jedná o „podlahu nad sklepem zcela pod terénem“). Plocha podlahy je $6,40 \text{ m}^2$ a použitý materiál jako v předchozím případě u obývacího pokoje a chodby (železobeton, škvára, beton, dřevo).

Pro stěny je důležité znát plochu, vrstvy a jejich tloušťku. Obvodová stěna se skládá ze dvou použitých vrstev. Jedna část domu zahrnující sociální zařízení a chodbu má plochu $40,94 \text{ m}^2$ a skládá se z cihly plné o tloušťce 45 cm, omítky 2 cm⁴. Druhá část domu zahrnující kuchyň a obývací pokoj a část chodby má plochu $51,58 \text{ m}^2$ a skládá se z cihly plné o tloušťce 30 cm a omítky 2 cm.

⁴ Tato omítka se týká vnější části domu.

Pro strop s nevytápěnou půdou jsou ve výpočtu uvažovány čtyři základní druhy střech (střecha s taškami netěsná, střecha těsná s bedněním, Dtto s hliníkovou fólií na vnitřním límci, plochá střecha s bedněním a lepenkou). Pro zvolený příklad byla zvolena střecha s taškami netěsná. Dále je nutné zadat plochu stropu a tloušťky jednotlivých vrstev. Plocha stropu je 53,68 m². Skládá se z škvárobetonových tvárnic o tloušťce 30 cm, železobetonu 15 cm, minerální plst' starší 10 cm a dřevo 2,2 cm.

Pro větrání je použita doporučená hodnota 0,5 h⁻¹. Dále je možné zahrnout typ útlumu, regulace teploty topné vody a regulace pro využití tepelných zisků. Pro tento příklad byl pro útlum vybrán „noční útlum teplot“, pro regulaci teploty byla zvolena „ruční regulace“ a pro využití tepelných zisků bylo zvoleno pole „bez regulace“. Zadání je patrné na obr. 3.



Obr. 3 - Regulace vytápění

Zdroj: vlastní zadání v programu HESTIA

Výpočet vychází z obvyklé spotřeby na jednoho člověka (40 litrů na den), což je přibližně 3,4 – 4 kWh.[6] energie se zohledněním ztrát v rozvodech. Pro výpočet požadavků na dodávky teplé vody je nutné nejprve zadat počet osob žijících v domácnosti. V případě tohoto příkladu se jedná o dvě osoby. Dále má význam rozvod teplé vody – zde byla zadána v souladu se zjištěným stavem „příprava v místě odběru“. Nakonec je nutné zadat způsob přípravy teplé vody, zadán byl „elektrický bojler celoročně“. Kromě těchto energetických odběrů je třeba zahrnout v rámci výpočtu pomocí zvoleného softwarového nástroje i ostatní spotřebiče. Program nabízí možnost zadání různých spotřebičů. Pro výpočet byly zadány použité žárovky a způsob jejich používání: 1 úsporná žárovka 15 W svítící 2 hodiny denně (kuchyň), 5 x 40 W svítící 2 hodiny denně (obývací pokoj), 2 x 40 W svítící 1 hodinu denně (chodba), 1 x 60 W svítící 1 hodinu denně (koupelna), 1 x 40 W svítící 1 hodinu denně (toaleta). Dále pračka v energetické třídě A se dvěma cykly týdně, chladnička 122 + 18 l v energetické třídě A, elektrický sporák a televize s 6-ti hodinami používání. Přehled souvisejících odběrů je uveden na obr. 4.

| Přehled ostatních spotřebičů | | | |
|------------------------------|--|----------------|---------------|
| Druh | Typ | Roční spotřeba | Roční náklady |
| | úsporné žárovky 15W (60W), 1 ks, pou. 2h denně | 11 kWh | 31 Kč |
| | žárovky 40W, 5 ks, pou. 2h denně | 146 kWh | 420 Kč |
| | žárovky 40W, 1 ks, pou. 1h denně | 15 kWh | 42 Kč |
| | žárovky 40W, 2 ks, pou. 1h denně | 29 kWh | 84 Kč |
| | žárovky 60W, 1 ks, pou. 1h denně | 22 kWh | 63 Kč |
| | pračka, energ. třídy A a s 2 cykly týdně | 94 kWh | 269 Kč |
| | chladnička ** 122 + 18 l, energetické třídy A | 157 kWh | 452 Kč |
| | elektrický sporák | 730 kWh | 2099 Kč |
| | televize s příkonem 100 W v provozu 6 h denně | 219 kWh | 630 Kč |

Obr. 4 - Spotřebiče

Zdroj: vlastní zadání v programu HESTIA

Pro vytápění je nutno zadat používané palivo, typ kotle a jeho umístění. V domě se topí hnědým uhlím, a to v běžném kotli umístěném ve vytápěném prostoru. Výsledkem jsou vypočítané hodnoty spotřeby energie za sledovaný objekt. V tomto příkladě vyšla roční spotřeba elektrické energie 3981 kWh, roční náklady činí 10.830,-- Kč. Pro vytápění a příslušnou sazbu za nákup 1 kilogramu uhlí a jeho spotřebu v kg za rok vyšla spotřeba hnědého uhlí 9422 kg a roční náklady 29.210,-- Kč.⁵ Hodnoty jsou uvedeny na obr. 5.

Sazby za elektřinu a paliva - opatření

Elektřina / roční spotřeba 3981 kWh roční náklady: 10839 Kč

Velikost hl. jističe optimalizace

Sazba pro nákup elektřiny optimalizace

Měsíční paušál Kč

NT Kč

VT Kč

NT leto Kč

VT leto Kč

1 kWh Kč

Měsíční paušál Kč

Hnědé uhlí / roční spotřeba 9422 kg roční náklady: 29210 Kč

Cena paliva za 1kg Kč

Obr. 5 - Cena za elektřinu a uhlí

Zdroj: vlastní zadání v programu HESTIA

Z vypočtených hodnot vyplývá klasifikační třída budovy z hlediska energetické úspornosti, která odpovídá v tomto případě třídě E – tedy nehospodárné budově. Následně budou provedena úsporná opatření a budou zkoumány jak jejich ekonomické, tak environmentální souvislosti.

⁵ Tyto hodnoty platí pouze při předpokladu, že dům je vytápěn pouze hnědým uhlím (s doplňkovým palivem se zde nepočítalo).

3.3 Výsledky po aplikaci úsporných opatření

U objektu rodinného domu bylo provedeno zateplení fasády a zateplení stropu. Opatření by měla umožnit čerpání prostředků z oblasti A.2 programu „Zelená úsporám“ - dílčí zateplení, týkající se vnějších stěn a stropu.

Zateplení fasády bylo provedeno fasádním polystyrenem EPS 70 F o tloušťce 15 cm a ceně 144 Kč včetně DPH za 1 m² s tenkovrstvou omítkou. V programu HESTIA bylo zadáno toto zateplení jako „kontaktní zateplení s polystyrenem“. Vzhledem k dvěma typům použitých cihel se vypočítá cena nejdříve za jednu část domu: 40,94 x 144 = 5.896,-- Kč, a za druhou část domu: 51,58 x 144 = 7.428,--. Celkové náklady na tuto investici činí 13.324,- Kč (5896 + 7428). Celková úspora činí v kWh na vytápění za rok, činí 13489 kWh/rok a finanční úspora 15.662 Kč za rok. Potřeba energie na vytápění klesla z 25 157 kWh na 11 668 kWh, tedy o ca. 54 %. I provedení tohoto opatření by stačilo pro poskytnutí dotace, protože je splněna podmínka snížení měrné roční potřeby tepla na vytápění minimálně o 20 %. Proto již nebylo zateplení stropu už provedeno. Na základě provedeného opatření se budova dostala do klasifikační třídy C2 – vyhovující budova. Od programu Zelená úsporám se také očekává snížení emisí CO₂. Tab. 1 uvádí, jaké emise vznikají při spalování hnědého uhlí, ze všech vznikajících emisích zaujímají největší podíl právě emise CO₂.

Tab. 1: Spotřeba hnědého uhlí a emise, které vznikají při jeho spalování v domácnosti⁶

| Palivo | Množství [t, tis m3/rok] | Výhřevnost [GJ/jedn.] | Tuhé látky [kg/rok] | SO ₂ [kg/rok] | NO _x [kg/rok] | CO [kg/rok] | CxHy [kg/rok] | CO ₂ [kg/rok] |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|---------------|--------------------------|
| Hnědé uhlí tříděné | 8 | 16,9 | 92,24 | 156,56 | 24 | 360 | 71,2 | 13520 |

Zdroj: [8]

K výpočtu bude použit vzorec získaný z SEDUH [11]:

$$(\text{hmotnost paliva}) \times (\text{výhřevnost paliva}) \times (\text{emisní faktor uhlíku}) \times (1 - \text{nedopal}). \quad (1.3)$$

Dle ECČB [5] bylo zjištěno, že u hnědého uhlí se výhřevnost uvažuje od 12,5 do 20 MJ/kg. Dům, u kterých bude spočítáno množství emisí CO₂ ze spalování fosilních paliv, se nachází v severních Čechách. V této lokalitě výhřevnost dosahuje obvykle maximálně 18 MJ/kg. Výhřevnost se bude uvažovat podle Tab 2, [13] 17 MJ/kg. Hodnotu 17 MJ/kg je nutné ještě převést na MWh dle následujícího vztahu:

$$1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ J (Ws)} \rightarrow 1 \text{ MJ} = 1/3600 \text{ MWh} \rightarrow 17/3600 = 0,0047 \text{ MWh/kg}. \quad (1.4)$$

⁶ Tyto hodnoty platí při roční spotřebě tepla 80 GJ.

Emisní faktor uhlíku bude převzat opět z SEDUH. viz. tabulka 7, kde se nacházejí různé druhy paliva a jejich všeobecné emisní faktory oxidu uhličitého.

Tab. 2: Všeobecné emisní faktory oxidu uhličitého

| Palivo | Emisní faktory |
|-------------|--|
| Hnědé uhlí | 0,36 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva |
| Černé uhlí | 0,33 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva |
| TTO | 0,27 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva |
| LTO (nafta) | 0,26 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva |
| Zemní plyn | 0,20 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva |
| Biomasa | 0 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva |
| Elektřina | 1,17 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva |

Zdroj: [11]

Jako palivo bylo použito hnědé uhlí s emisním faktorem ve výši 0,36 t CO₂/MWh výhřevnosti paliva, jak je uvedeno v prvním řádku Tab 2, což odpovídá 360 kg CO₂/MWh výhřevnosti paliva dle převodového vztahu mezi tunou a kilogramem, tedy 1 t = 1000 g. Dále musí být do výpočtu zahrnuta položka označovaná jako „nedopal“, která udává ztrátu hořlaviny, resp. množství nevyhořelých pevných zbytků.[1] Hodnoty pro tuto položku jsou obvykle uvažovány: 0,02 pro tuhá paliva, 0,01 pro kapalná paliva a 0,005 pro plynná paliva. V této práci bude použita hodnota 0,02. [11]

Před provedením úsporného opatření bylo na produkci tepla spotřebováno 25 157kWh/rok, což odpovídá 9422 kg hnědého uhlí za rok.

Výpočet emisí oxidu uhličitého se provede dosazením vzorce (1.3), tedy se mezi sebou vynásobí hmotnost paliva 9422 kg, výhřevnost paliva 0,0047 MWh/kg, převzatá z dosazení do vztahu (1.4), emisní faktor uhlíku, který je pro hnědé uhlí pevně uvažován ve výši 360 kg CO₂/MWh a 1-nedopal, který se v případě hnědého uhlí uvažuje 0,02, tedy hodnota 0,98. Emise oxidu uhličitého jsou ve výši 15 623,18 kg. Dosazení do vzorce (1.3) vypadá následovně:

$$9422 \times 0,0047 \times 360 \times (1-0,02) = 15623,18 \text{ kg.}$$

Po provedení úsporného opatření se spotřebované teplo snížilo o 13 489 kWh/rok, tedy na hodnotu 11 668 kWh/rok. K vyrobení 11 668 kWh/rok je zapotřebí 4370 kg hnědého uhlí vypočteného dle vzorce

$$a = b \times (c/d), \tag{1.5}$$

kde a je množství uhlí po provedení úsporného opatření [kg],

b - množství uhlí před provedením opatření [kg],

c - hodnota potřeby tepla po provedení úsporného opatření [kWh/rok],

d - hodnota potřeby tepla před provedením úsporného opatření [kWh/rok],

Dosazení do vzorce (1.5) vypadá následovně:

$$9422 \times (11668/25157) = 4370 \text{ kg.}$$

Postup výpočtu je následující: hodnota potřeby tepla po provedení úsporného opatření, tedy 11668 kWh/rok - c, se vydělí hodnotou potřeby tepla před provedením úsporného opatření, tedy 25157 kWh/rok - d. Tento podíl se následně vynásobí množstvím uhlí, které bylo zapotřebí před provedením opatření, tedy hodnotou 9422 kg - b. Výsledkem tohoto výpočtu je množství spotřebovaného uhlí po provedení úsporného opatření, a to ve výši 4370 kg/rok.

Následně bude vypočítáno množství emisí oxidu uhličitého po provedení úsporného opatření. Výpočet bude opět proveden dosazením do vzorce (1.3), hodnota paliva, ve výši 4370 kg je vynásobena výhřevností paliva 0,0047 MWh/kg, emisním faktorem uhlíku 360 kg CO₂/MWh a hodnotou 0,98. Výsledné množství emisí oxidu uhličitého je 7 246,16 kg. Dosazení do vzorce vypadá následovně:

$$4370 \times 0,0047 \times 360 \times (1-0,02) = 7\,246,16 \text{ kg.}$$

Z výpočtů je patrné snížení emisí oxidu uhličitého po provedení úsporných opatření, a to o 8377,02 kg (15623,18 – 7246,16), což odpovídá snížení o 54 %. K procentnímu snížení emisí oxidu uhličitého se dojde dosazením do vzorce (1.6).

Výpočet je dán vztahem

$$a = 100 \times (b/c), \tag{1.6}$$

kde a je procentní snížení emisí oxidu uhličitého,

b je snížené množství emisí [kg],

c je množství emisí před provedením úsporného opatření v [kg].

Dosazení do vzorce (1.6) vypadá následovně:

$$100 \times (8377,02/15623,18) = 54 \text{ \%}$$

Postup výpočtu je následující: snížené množství emisí ve výši 8377,02 kg - b (rozdíl mezi množstvím emisí před a po provedení úsporného opatření) se vydělí množstvím emisí před provedením úsporného opatření, a to ve výši 15623,18 kg - c. Tento podíl se následně vynásobí stem a dostane se procentní snížení emisí ve výši uvedených 54 % za rok.

4. Závěr

Práce se zaměřuje na problematiku energetické bilance budov, na zvoleném příkladě. Pro výpočet byl použit volně dostupný software. Pomocí něj je možné modelovat energetickou

bilanci a následně zakomponovat úsporná opatření vedoucí ke snížení spotřeby energie. U zvolené stavby byla zjišťována možnost poskytnutí dotace.

Hodnoty, které se podařilo získat pomocí tohoto softwaru, byly použity pro zjištění vlivu zateplení budov na životní prostředí, konkrétně na emise oxidu uhličitého produkované domácnostmi. Bylo vypočítáno množství produkovaných emisí před a po provedení úsporných opatření. Na základě výpočtů bylo prokázáno, že dojde k významnému snížení těchto emisí, což má za následek i pozitivní vliv na životní prostředí a v neposlední řadě je i reálné, že dojde ke splnění cíle stanoveného v programu Zelená úsporám.

Tato práce mohla být zpracována díky prostředkům studentské grantové soutěže Univerzity Pardubice.

Použité zdroje:

- [1] *AAA Topení* [online]. 2009 [cit. 2010-04-13]. Náklady na vytápění dřevními peletami. Dostupné z WWW: <<http://www.aatopeni.cz/tipy-a-triky-aaa-topeni/naklady-na-vytapeni-drevnimi-peletami>>.
- [2] *Bilance a výpočty: Tepelná ztráta. Hestia 5 VIVID* [online]. 2008, 1, [cit. 2010-03-02]. Dostupný z WWW: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/12.htm#12>>.
- [3] *Domeczech: bydlení s úsměvem* [online]. c2007, 12.10.2009 [cit. 2009-11-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.domeczech.cz/index.php?kategorie=energie>>.
- [4] *Energetická účinnost: plnění 20 % cílové hodnoty. Sdělení Komise* [online]. 2008 [cit. 2010-02-14], s. 2-4. Dostupný z WWW: <<http://209.85.135.132/search?q=cache:xrggRbPm6RgJ:eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do%3Furi%3DCOM:2008:0772:FIN:CS:DOC+Sd%C4%9Blen%C3%AD+Komise+-+Energetick%C3%A1+%C3%BA%C4%8Dinnost:+pln%C4%9Bn%C3%AD+20%25+c%C3%ADlov%C3%A9+hodnoty&cd=2&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>>.
- [5] *Energy centre České Budějovice* [online]. 2010 [cit. 2010-04-02]. Snížení spotřeby paliva. Dostupné z WWW: <<http://www.eccb.cz/index.php?sk1=23&sk2=48&sk3=17&interni=>>>.
- [6] *HESTIA 5 VIVID: Multimediální průvodce energetickými úsporami* [online]. Praha: EkoWATT, 2008 [cit. 2010-03-02]. Dostupné z WWW: <<http://hestia.energetika.cz/napoveda.pdf>>.
- [7] HUDEC, Mojmír, *Pasivní rodinný dům: proč a jak stavět*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 112 s.
- [8] NOSKOVÁ, Blanka. *Spalování v domácnostech a jeho vliv na životní prostředí. Čisté Klimkovice* [online]. 2009 [cit. 2010-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.ciste-klimkovice.cz/download/Co%20leze%20z%20kotle.pdf>>.
- [9] *Pasivní dům: zkušenosti z Rakouska a české začátky*. 1. vyd. Brno: Veronica, 2004. 39 s.

- [10] Směrnice MŽP č. 9/2009 o poskytování finančních prostředků ze Státního fondu životního prostředí České republiky v rámci Programu Zelená úsporám.
- [11] *Snížení emisí v dopravě v Uh. Hradišti* [online]. c2008 [cit. 2010-04-02]. Emisní výpočty. Dostupné z WWW: <<http://snizovani-emisi.ic.cz/emisni-vypocty.php>>.
- [12] TYWONIAK, Jan, et al. *Nízkoenergetické domy 2: principy a příklady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 193 s.
- [13] *TZB info* [online]. 2001-2010 [cit. 2010-03-25]. Katalog stavebních materiálů. Dostupné z WWW: <www.tzb-info.cz/docu/tabulky/0000/000068_katalog.html>.
- [14] *Vše o nízkoenergetickém domě*. 1. vyd. Bratislava: Jaga Group, s. r. o., 2009. 183 s.
- [15] *Zelená úsporám* [online]. c2009 , 19.11.2009 [cit. 2009-11-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.zelenausporam.cz/sekce/540/co-prinese-zelena-usporam/>>.

Kontaktní adresa:

Ing. Robert Baťa, Ph.D.
Bc. Pavlína Altmanová
Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav veřejné správy a práva
Studentská 95, 53210 Pardubice
Email: robert.bata@upce.cz
Email: altmanova.pavlina@centrum.cz
tel. č.: +420 606212498