

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Posouzení energetické náročnosti bytu

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří PEROUTKA**
Osobní číslo: **E09B0023P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Posouzení energetické náročnosti bytu**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vysvětlete principy zjišťování energetické náročnosti bytu (ukazatele, činitelé prostupu, tepelné ztráty, vytápění, osvětlení).
2. Zjistěte energetickou náročnost tří různých bytů, srovnatelných využitím i výměrou. Přihlédněte ke způsobu vytápění, přípravy potravin a ohřevu TUV.
3. Zjištěné a změřené výsledky porovnejte a rozdíly diskutujte. Vyjádřete rozdíl mezi zatepleným a nezatepleným bytem, dále zjistěte vliv orientace.
4. Formulujte doporučení pro jednotlivé byty, navrhněte možná zlepšení a analyzujte je z energetického i ekonomického hlediska.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Jindra**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace:

Tato bakalářská práce „Posouzení energetické náročnosti bytu“ zpracovává energetickou bilanci tří výměrou srovnatelných bytů. Hlavním úkolem je stanovit výpočet tepelných ztrát objektů a navrhnout vhodná opatření pro jejich snížení.

Klíčová slova:

Energetická náročnost, energetická bilance, tepelné ztráty, vytápění.

Annotation:

This bachelor „Appreciation energy heftiness apartment“ working an energy balance of the three same objects. The main ask is a calculation of total heat loss in objects and a proposal steps for their reduction.

Keywords:

Energy heftiness, energy, energy budget, heat loss, heating.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne:

Jiří Peroutka

.....

Obsah

Úvod.....	8
1. Energetická situace	10
1.1 Vývoj spotřeby ve světě	10
1.2 Tuzemská situace.....	12
2. Energetické bilance provozu budov.....	13
2.1 Celková energetická náročnost	13
2.2 Roční energetická náročnost.....	13
2.3 Nutné legislativy.....	14
3. Stavební konstrukce	15
3.1 Požadavky na stavební konstrukce	15
3.1.1 Nejnižší povrchová teplota konstrukce	15
3.1.2 Tepelná stabilita	16
3.1.4 Pokles dotykové teploty podlahy	20
3.1.5 Zkondenzované množství vodní páry	21
3.1.6 Průvzdušnost obvodového pláště	21
3.1.7. Množství vyměněného vzduchu	22
3.1.8 Energie potřebná na vytápění.....	23
4. Potřeba tepla na vytápění.....	26
4.1 Výpočet tepelných ztrát v jednotlivých místech.....	26
4.2 Lokality, okrajové podmínky a teplotní oblasti.....	27
5. Úsporná opatření.....	30
A) Elektrická energie	31

B) Tepelná	31
C) Další úsporná opatření	35
D) Fakta	36
E) Měření	39
6. ZÁVĚR.....	43
Bibliografie.....	46
Literatura:	46
Legislativní dokumenty a normy:.....	46
Internet:.....	47
Přílohy	48

Poděkování

Děkuji panu Ing. Petru Jindrovi za odborné vedení práce a poskytování užitečných rad. Dále děkuji občanskému sdružení ENVIC za vypůjčení termokamery, jmenovitě panu Václavu Švábovi za pomoc s termokamerou a vyhodnocováním výsledků. Rád bych také poděkoval sousedům za ochotu a pomoc při sběru informací. Mé díky také patří slečně Denise Koubové za redigování textu.

Úvod

Energie pro lidstvo znamenala osvobození od práce, sloužila a stále ještě slouží k uspokojení lidských potřeb. Poskytuje nám světlo, umožňuje rychlý, kvalitní a bezstarostný pohyb na krátké i velmi dlouhé vzdálenosti a dokážeme ji účelně přeměnit na sílu.

Avšak zásoba energie (zejména z fosilních paliv) není nevyčerpatelná. Z toho důvodu bylo nutné zavést úsporná energetická opatření (vylepšení výroby el. energie, její přenos, efektivnější či méně ztrátové osvětlení atd.). Z těchto mnoha příkladů se nejvíce zaměřím na opatření, jimiž lze docílit nižších ztrát energie objektu a celkové zhodnocení energetické náročnosti budovy.

Dnes, kdy se neustále zvyšují ceny paliv, potravin a elektřiny, se snažíme co nejvíce ušetřit. Jednou z velkých položek je spotřeba tepla, elektrické energie či vody. Není tedy divu, že se všichni snaží najít správné řešení pro svoji domácnost. Ale každý, kdo nad svými úspornými opatřeními více přemýšlí, si pravděpodobně položí otázky: „*Jak snížit náklady na vytápění a elektřinu? Které zateplení zvolit? Dřevěná nebo plastová okna? Jaká bude návratnost investic?*“

Ve své práci se hodlám zabývat řešením těchto a mnohých dalších otázek. Dále bych se rád pokusil zjistit míru vlivu orientace bytu na vytápění dvou totožných bytových jednotek. Jaký je rozdíl v energetické náročnosti mezi zatepleným a nezatepleným bytem, tedy jakých úspor jsme schopni dosáhnout.

Jedním z hlavních bodů této práce je zjistit energetickou náročnost tří srovnatelných bytů s přihlédnutím na způsob vytápění, přípravu potravin a ohřev teplé užitkové vody.

K měření a grafickému znázornění výsledků použiji termokameru, výsledné fotografie poté upravím ve speciálním programu “testo IRsoft“, který je volně ke stažení na internetových stránkách: <http://www.testo-international.com/>. Dále v této práci použiji výpočetní program Luisa 4 a jeho výstupní hodnoty zveřejním v příloze.

Po zjištění nejvyšších tepelných ztrát, navrhu vhodná úsporná opatření k jejich snížení a výsledky budu prezentovat v závěru.

1. Energetická situace

1.1 Vývoj spotřeby ve světě

Analýzu spotřeby energie, její vývoj a rozvojové tendence z globálního hlediska provádí *Světová energetická rada* (World Energy Council).¹

Ze studií, které poskytla Světová energetická rada (dále jen WEC) vyplývají tato fakta:

- je prakticky nemožné snížit množství vypuštěných emisí CO₂ do roku 2020 na stejnou úroveň jako byly v roce 1990
- problémy se zásobováním energie nemají průmyslové státy, ale rozvojové země
- je potřeba učinit rázné kroky k omezení klimatických změn a pokročit ve výzkumu v této oblasti
- je nutné přistoupit k šetrnému využívání energie

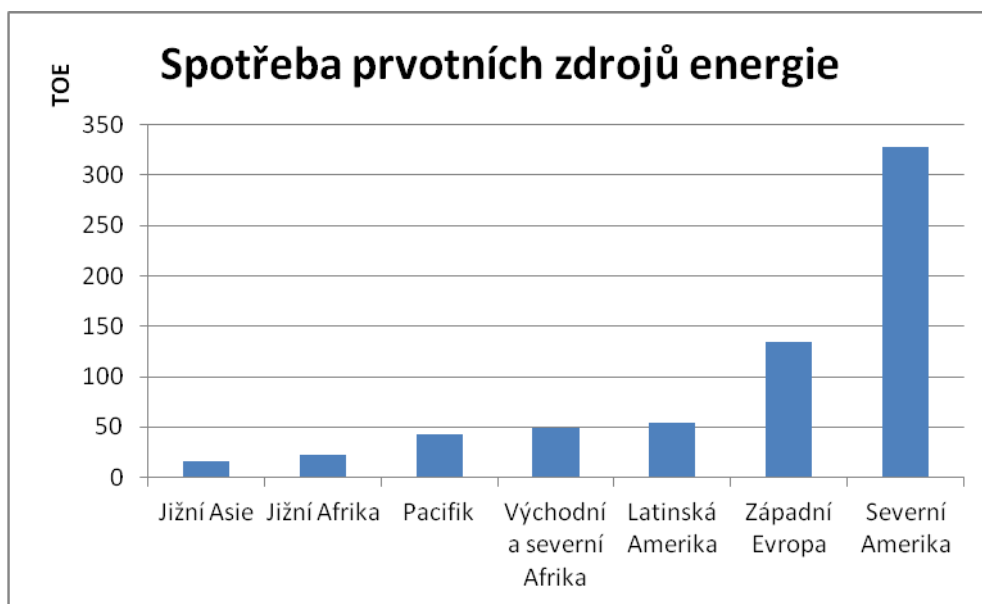
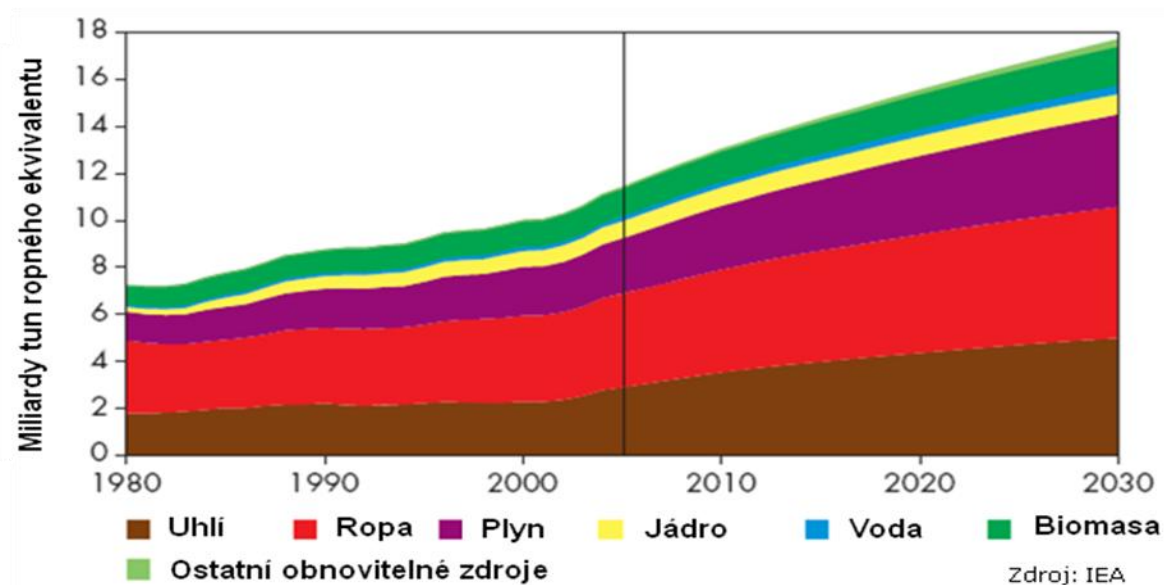
Rozvoj energetiky v nejbližším období (řádově desítky let) je ovlivněn:

- rozvojem atomové energetiky
- možným nedostatkem klíčových surovin (nafta, plyn, uhlí)
- vývoj nových a rozvoj současných obnovitelných zdrojů energie

Z celosvětového hlediska není spotřeba energie rovnoměrná, stejně jako nejsou rovnoměrně rozdělené zásoby fosilních paliv, tím pádem je i rozdílná jejich cena.

Obr. 1. zobrazuje spotřebu toe² na jednoho obyvatele z několika vybraných oblastí. Ze světového hlediska je průměrná spotřeba 16 toe na jednoho obyvatele. Z čehož je jednoznačně vidět, které země jsou průmyslově vyspělé. Mezi takové se může zařadit i Česká republika.

¹ První Světová energetická konference se konala v roce 1924 v Londýně a sešlo se na ní 1700 delegátů ze 40 zemí.

Obr. 1 - Graf ukazuje spotřebu toe na jednoho obyvatele za rok (zdroj IEA³)

Obr. 2 - Vývoj spotřeby obnovitelných i neobnovitelných zdrojů energie s výhledem do budoucna

Obr. 2. poukazuje na fakt, že z obnovitelných zdrojů energie má a bude mít největší podíl na výrobě el. energie biomasa. Z tuhých paliv pak především ropa cca 32 % a uhlí cca 26 %. Avšak dle mého názoru by největší podíl na výrobě energie měl ležet na bedrech jaderné energetiky.

2 1 toe = tonne oil equivalent = ekvivalent ropné tuny = 7.4 barelů ropy (1 barel US = 158,987 litrů) IEA uvádí 41,868 GJ nebo 11.63 MWh.

3 IEA – International Energy Agency (mezinárodní energetická agentura)

1.2 Tuzemská situace

Státní energetická politika ČR je základním dokumentem, který vyjadřuje cíl v energetickém hospodářství včetně ochrany životního prostředí. Tento dokument byl schválen 12. ledna 2000 jako otevřený výhled na 15-20 let. Vyhodnocení provádí Ministerstvo průmyslu a obchodu. Za hlavní cíl si klade stanovit dlouhodobý rozvoj energetického průmyslu a vypracovat nezbytné energetické legislativy.

„Energetika tvoří páteř národního hospodářství a její efektivní fungování je předpokladem úspěšného rozvoje a růstu kvality životní úrovně společnosti v každé zemi. Energetická politika ČR je založena na shodných pilířích jako energetická politika Evropské unie, to znamená, že zdůrazňuje požadavky na zjištění ochrany životního prostředí a respektování zásad udržitelného rozvoje, bezpečnosti dodávek energie a podpory konkurenční schopnosti ekonomiky.“ Píše se v knize Energetický audit budov (Energetický audit budov, 2003) dále jen EAB, která podle mého názoru dokonale vystihuje současnou situaci.

Z pohledu energetického auditu jsou důležité tyto zákony a legislativy:

- **Zákon 406/2000 Sb. „O hospodaření s energií“**
- **Vyhláška 213/2001 Sb. „Podrobnosti a náležitosti energetického auditu“**

Předmětem zákona je především:

- Stanovit některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií.
- Vnést pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie.
- Požadavky na ekodesign energetických spotřebičů.

Vyhláška, kterou vydalo MPO, upravuje zákon 406/2000 Sb., předmětem úprav bylo:

- Stanovit náležitosti provádění energetického auditu, který provádějí osoby zapsané do seznamu energetických auditorů.
- Hodnocení současné úrovně provozovaného energetického hospodářství a budov.
- Celková výše technicky dosažitelných energetických úspor (návrh opatření ke snížení spotřeby energie)

2. Energetické bilance provozu budov

2.1 Celková energetická náročnost

V současné době je jeden z hlavních úkolů soudobého stavebnictví minimalizovat energetickou náročnost (dále jen EN) objektů pozemních staveb. Ten to cíl by se dal vyjádřit vztahem:

$$\bullet \quad \min EN_n = \min \sum IEN + n(\min PEN_r) [J] \quad \text{rov. 2.1}$$

Kde IEN je souhrn investiční energetické náročnosti a stanoví se takto

$$\bullet \quad IEN = EN_{výst} + EN_{ú,r} + EN_{likv} [J] \quad \text{rov. 2.2}$$

PEN_r - roční energetická náročnost

$EN_{výst}$ - energetická náročnost na výstavbu objektu

$EN_{ú,r}$ - náklady na údržbu

EN_{likv} - náklady na likvidaci objektu

2.2 Roční energetická náročnost

Důležitým faktorem je provozní energetická náročnost, tudíž energie nezbytná pro:

- krytí tepelných ztrát nebo snížení tepelných zisků (vytápění, větrání) cca 65 %
- přípravu teplé vody cca 17 %
- využití domácích spotřebičů (počítač, rychlovarná konvice apod.) cca 12 %

Jak je z textu výše vidět, největší energetické výdaje jsou na vytápění. Je to dané především klimatickými podmínkami, ve kterých žijeme. Velikost těchto ztrát je zejména určena urbanistickým a architektonickým řešením, fyzikálními a technickými vlastnostmi. Ke snížení výdajů na vytápění bude podle současného trendu sloužit snížení prostupu tepla. Tedy využití novějších materiálů a lepších tepelných izolantů (EXP⁴, XPS⁵ či MW⁶). Je však nutné klást nárok na to, aby se současně s tím nezvyšovala hmotnost objektu.

K přesnému určení prostupu tepla je nutné znát, z jakého materiálu byla stavba postavena. Z toho důvodu jsem sestavil následující tabulku. Pro mé účely není potřeba znát další vývoj obvodových plášťů neboť byt, který chci zkoumat je postaven roku 1984.

⁴ EXP – expandovaný pěnový polystyren (v dnešní době nejrozšířenější druh materiálu na zateplení)

⁵ XPS – extrudovaný polystyren

⁶ MW – minerální vlna (po EXP je u nás druhým nejrozšířenějším tepelnou izolací)

Tab. 1 - Použité materiály v letech 1958-1980 a jejich spotřeba energie na vytápění. Zdroj EAB

Období realizace	Druh obvodového pláště	Spotřeba energie na vytápění (MWh/m ²)
1958-1953	struskopemzobeton (240 mm)	15,8
1963-1981	Keramzibeton (300mm)	13,1
1970-1980	pórobeton (240 a 300mm)	13,1
	struskobeton (320mm)	13,1
1963-1983	lávobeton (300)	13,1
	expandibeton	13,1
1972-1984	sendvič	7,6 - 8,3
1980	pórobeton	7,7-8,8

2.3 Nutné legislativy

Vzhledem k vysoké energetické náročnosti bytových domů v České republice bylo nutné zavést příslušnou legislativu, která by stanovila požadavky na spotřebu energie a na vytápění bytových domů.

- Před rokem 1979 nebyly žádné závazné požadavky.
- Po roce 1979 dokázaly vyhovět požadavkům bytové domy, u nichž spotřeba nepřevýšila 9,3 MWh/rok při vypočtené venkovní teplotě 15°C.
- Roku 1992 byly stanoveny nové požadavky, které se týkaly nových domů 7.3 MWh/rok a rekonstrukcí 9,3 MWh/rok.
- V roce 2001 byla zavedena nová vyhláška č. 291/2001 Sb. Stanovena MPO.
- EU vydala nařízení, ve kterém chce do roku 2020 rekonstruovat všechny veřejné budovy tj. školy, soudy, úřady atd. do pasivního standardu. Dle mého názoru se jedná o krok značně neuvážený a pravděpodobně i neuskutečnitelný, jelikož stanovení tak vysokých cílů za tak relativně krátkou dobu nebude v našich silách uskutečnit.

Pro účely vyhodnocení spotřeby energie můžeme bytové domy klasifikovat dle ČSN 73 0540 z 2. listopadu 2002.

3. Stavební konstrukce

3.1 Požadavky na stavební konstrukce

Tepelné a technické vlastnosti budov jsou určovány těmito parametry:

- nejnižší povrchová teplota konstrukce
- tepelná stabilita místnosti
- součinitel prostupu tepla stavebních konstrukcí
- pokles dotykové teploty podlahy
- zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce
- průvzdušnost obvodového pláště
- intenzita výměny vzduchu
- spotřeba energie na vytápění

3.1.1 Nejnižší povrchová teplota konstrukce

Stavební konstrukce a výplně otvorů v prostorách s relativní vlhkostí vzduchu $\varphi = 60 \%$ musí vykazovat v zimním období v každém místě povrchovou teplotu Θ_{si} podle níže uvedeného vztahu:

- $\Theta_{si} \geq \Theta_{si,n} \text{ [}^\circ\text{C]}$ rov. 3.1.1
- $\Theta_{si,n} = \Theta_{si,cr} + \Delta\Theta_{si} \text{ [}^\circ\text{C]}$ rov. 3.1.2

Přičemž:

- $\Theta_{si,n}$ je požadovaná hodnota nejnižší vnitřní povrchové teploty.
- $\Theta_{si, cr}$ ⁷ je kritická povrchová teplota.
- $\Delta\Theta_{si}$ je bezpečnostní teplotní přírážka zohledňující způsob vytápění vnitřního prostředí a tepelnou setrvačnost konstrukce.

Splněním výše uvedené rovnice rov. 3.3.2 zamezíme vzniku plísní a povrchové kondenzace.

Tab. 2 - Požadované hodnoty teplotní přírážky pro stavební konstrukce. Zdroj EAB.

Způsob vytápění	Stavební konstrukce	
	těžká	lehká
	Bezpečnostní teplotní přírážka $\Delta\theta_{si}$ [°C]	
Nepřerušené	0,0	0,5
Tlumené	0,5	1,0
Přerušené	1,0	1,5

Tab. 3 - Požadované hodnoty bezpečnostní přírážky pro výplně otvorů. Zdroj EAB

Způsob vytápění	Otopná tělesa	
	Ano	Ne
	Bezpečnostní teplotní přírážka $\Delta\theta_{si}$ [°C]	
Nepřerušené	-1	0
Tlumené	-0,5	0,5
Přerušené	0	1

3.1.2 Tepelná stabilita

a) V zimním období

Pro zjištění výsledného poklesu teploty v místnosti musíme nejdříve stanovit kritickou místnost. Touto místností se rozumí prostor s největším součinitelem prostupu tepla konstrukcí, jež ohraničuje místnost U_c (ČSN 73 0540-4). Bývají to rohové místnosti nacházející se pod střechou s orientací na sever.

Kritická místnost musí odpovídat vztahu:

⁷ $\theta_{si, cr}$ - Stanovení dle ČSN 73 0504-3, ČSN 73 0504-4

- $\Delta\Theta_r(\tau) \leq \Theta_{r,n}(\tau)$ [°C] rov. 3.2.1

Kde $\Theta_{r,n}(\tau)$ je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v zimním období stanovená Tab.

4.

Tab. 4 - Hodnoty pro stanovení $\Theta_{r,n}(\tau)$ v zimním období. Zdroj EAB

Druh místnosti	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Theta_{r,n}(\tau)$ [°C]
S pobytem lidí po přerušení vytápění	
a) Při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně	3
b) Při vytápění kamny a podlahovým vytápění	4
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění	
a) Budova masivní	6
b) Budova lehká	8

b) V letním období

Zde je nutno definovat kritickou místnost pro letní období. Bývá to ve velké většině případů místo s největší plochou a přímo osluněných výplň otvorů s orientací na J, JZ. Kritické místnosti pro letní a zimní období mohou být tedy odlišné.

Tato místnost musí vyhovovat jedné z těchto podmínek:

I. Nejvyšší denní vzestup teploty vzduchu v místnosti:

- $\Delta\Theta_{ai,max} \leq \Delta\Theta_{ai,max,N}$ [°C] rov. 3.2.2⁸

Kde $\Delta\Theta_{ai,max}$ je požadovaná hodnota nejvyššího denního vzestupu teploty vzduchu v místnosti dle tab. 3.1.2

II. Nejvyšší denní teplota vzduchu

- $\Theta_{ai,max} \leq \Theta_{ai,max,N}$ [°C] rov. 3.2.3⁹

Tab. 5 - Hodnoty pro výpočty $\Delta\Theta_{ai,max,N}$ a $\Theta_{ai,max,N}$. Zdroj EAB

Druh budovy	Nejvyšší denní vzestup teploty vzduchu v místnosti v letním období $\Delta\Theta_{ai,max,N}$	Nejvyšší teplota vzduchu v místnosti v letním období $\Theta_{ai,max,N}$
Nevýrobní	5	27
Ostatní		
Do 25 W	7,5	29,5
Nad 25 W	9,5	31,5

3.1.3 Součinitel prostupu tepla konstrukcí

Vytápěné (i klimatizované) budovy musí mít relativní vlhkost vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$. Součinitel prostupu tepla musí splňovat následující podmínku:

- $U \leq U_N$ [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$] rov. 3.1.1

Kde U je součinitel prostupu tepla. Splnění rov. 3.1.1 je doporučeno pro energeticky úsporné budovy. Přičemž U_N se zjistí pomocí vztahu:

- $U_N = \frac{q_k \cdot e_1 \cdot e_2}{b_1 \cdot \Delta\Theta_{ie}}$ [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$] rov. 3.1.2

Kde q_k je charakteristická hodnota tepelného toku konstrukcí. Pro požadované hodnoty je $q_k = 13,30$ [$W \cdot m^{-2}$]. Pro doporučené hodnoty je $q_k = 8,90$ [$W \cdot m^{-2}$].

e_1 je součinitel typu budovy stanovený ze vztahu: $e_1 = \frac{20}{\Theta_{im}}$ [-] rov. 3.1.3

e_2 je součinitel typu konstrukce (stanovený tabulkou)

b_1 je činitel teplotní redukce (stanovený tabulkou)

$\Delta\Theta_{ie}$ je základní rozdíl teplot vnitřního a vnějšího prostředí $\Delta\Theta_{ie} = \Theta_{im} - \Theta_e$ rov. 3.1.4

Θ_e je návrhová venkovní teplota vzduchu ¹⁰

U_N je požadovaná vnitřní teplota pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\Theta_{im} = 20^\circ C$ stanoví podle tabulky.

⁸ Podmínky se obvykle ověřují výpočtovým postupem dle ČSN 730540

⁹ Podmínky se obvykle ověřují výpočtovým postupem dle ČSN 730540

Tab. 6 - hodnoty pro převažující vnitřní teplotou $\Theta_{im}=20^{\circ}\text{C}$. Zdroj EAB

Popis konstrukce	Typ konstrukce	Požadované hodnoty U_N $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	Doporučené hodnoty U_N $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	Součinitel typu konstrukce e_{e_2} (-)	Činitel
Střecha plochá šikmá se sklonem do 45° včetně	lehká	0,24	0,16	0,8	1,25
Podlaha nad venkovním prostorem	těžká	0,30	0,20	0,8	1,00
Strop pod nevytápěnou půdou					
bez izolace					
stěna venkovní	lehká	0,30	0,20	1,0	1,25
střecha strmá se sklonem na 45°	těžká	0,38	0,25	1,0	1,00
podlaha a stěna přilehlá k zemině	-	0,60	0,40	0,8	0,49
strop a stěna vnitřní z vytápěného do nevytápěného prostoru					
strop a stěna z vytápěného do částečně vytápěného prostoru	-	0,75	0,50	0,8	0,29
stěna mezi sousedními budovami	-	1,05	0,70	0,8	0,29
strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně					
stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně	-	1,30	0,90	1,0	0,29

¹⁰ Dle ČSN 73 0540-3

strop mezi prostorami s rozdílem teplot do 5°C včetně	-	2,20	1,45	0,8	0,14
stěna mezi prostorami s rozdílem teplot do 5°C včetně	-	2,70	1,80	1,0	0,14
okno a jiná výplň otvorů z vytápěného prostoru (včetně rámu, který má nejvýše $U=2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)	nová	1,80	1,20	5,5	1,15
	upravená	2,00	1,35	6,0	1,15
Dveře, vrata a jiná výplň z částečně vytápěného do nevytápěného prostoru (včetně rámu)		3,50	2,30	6,0	0,66

Sousední vytápěné byty musí mít teplotní rozdíl do 10°C včetně.

Není-li pod výplní otvorů otopné těleso, doporučuje se snížit hodnoty U_N .

3.1.4 Pokles dotykové teploty podlahy

Pokles dotykové teploty $\Delta\Theta_{10}$ musí vyhovovat následující podmínce:

- $\Delta\Theta_{10} \leq \Delta\Theta_{10,N} \text{ [}^\circ\text{C]}$ rov. 3.1.4.1

Příčemž $\Delta\Theta_{10,N}$ se stanoví pomocí tab. Tato podmínka se nemusí ověřovat u podlah s textilní vrstvou a u podlah s povrchovou teplotou trvale převyšující 26°C.

Tab. 7 - Hodnoty pro pokles dotykové teploty podlahy. Zdroj EAB

Druh budov	Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty
Dětský pokoj, ložnice	I. velmi teplé	do 3,8 včetně
Obývací pokoj, pracovna předsín	II. teplé	do 5,5 včetně
Koupelna, WC, předsín před	III. méně teplé	do 6,9 včetně
Místnost bez požadavků	IV. studené	od 6,9

3.1.5 Zkondenzované množství vodní páry

U stavebních konstrukcí, u nichž by zkondenzovaná vodní pára mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí ani k této kondenzaci dojít. Musí tedy platit vztah:

- $G_k = 0 \quad [kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}] \quad \text{rov. 3.1.5.1}$

V případě stavebních konstrukcí, u kterých zkondenzovaná vodní pára neohrozí její funkci, bývá požadován následující vztah:

- $G_k \leq G_{k,N} \quad [kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}] \quad \text{rov. 3.1.5.2}$

Pro jednoplášťovou střechu a konstrukci s vnější tepelnou izolací nebo vnějším obkladem platí:

- $G_{k,N} = 0,10 \quad [kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}] \quad \text{rov. 3.1.5.3}$

Pro všechny ostatní konstrukce je tato rovnice:

- $G_{k,N} = 0,50 \quad [kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}] \quad \text{rov. 3.1.5.4}$

Pro stanovení roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce musí platit, že celoroční zkondenzování vodní páry (G_k) nepřevyší celoroční množství vypařené vodní páry uvnitř konstrukce. Tedy musí platit následující vztah:

- $G_k \leq G_v \quad [kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}] \quad \text{rov. 3.1.5.5}$

3.1.6 Průvzdušnost obvodového pláště

Toto problematiku bych dále rozdělil do následujících bodů:

I. Průvzdušnost funkčních spár

Součinitel spárové průvzdušnosti funkčních spár otvorů musí vyhovovat této podmínce:

- $i_{LV} \leq i_{LV,N} \quad [m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1} \cdot Pa^{-0,67}]^{11} \quad \text{rov. 3.1.6.1}$

Při čemž $i_{LV,N}$ je požadovaná hodnota součinitele spárové průvzdušnosti stanovená tabulkou 3.1.6.1

II. Celková průvzdušnost obvodového pláště

Tato průvzdušnost může být stanovena pomocí stanovení celkové intenzity výměny vzduchu za hodinu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa¹². A doporučuje se splnit tato podmínka:

- $n_{50} \leq n_{50,N} \quad [h^{-1}] \quad \text{rov. 3.1.6.2}$

¹¹ $[m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1} \cdot Pa^{-0,67}]$ je množství vzduchu v m³/s proudícího 1 m spáry při tlakovém rozdílu 1 Pa

¹² n_{50} je stanoveno experimentálně podle ČSN EN ISO 13829

Příčemž $n_{50,N}$ je doporučená hodnota celkové výměny vzduchu za hodinu. Dle Tab. 8

Tab. 8 - Požadované hodnoty spárové průvzdušnosti. Zdroj EAB

Funkční spára ve výplni otvoru	Požadovaná hodnota součinitele spárové průvzdušnosti $i_{LV,N}$ [$m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1} \cdot Pa^{-0,67}$]	
	Budova s větráním přirozeným nebo kombinovaným	Budova s větráním pouze nuceným nebo s klimatizací
Vstupní dveře do budovy a dveře	$0,85 \cdot 10^{-4}$	$0,50 \cdot 10^{-4}$
<i>Ostatní vnější výplně při celkové</i>		
do 8 m včetně	$0,85 \cdot 10^{-4}$	$0,85 \cdot 10^{-4}$
do 8 m a 20 m	$0,60 \cdot 10^{-4}$	$0,85 \cdot 10^{-4}$
nad 20 m včetně	$0,30 \cdot 10^{-4}$	$0,85 \cdot 10^{-4}$

Tab. 9 - Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu. Zdroj EAB

Větrání v budově	$n_{50,N}$ [h^{-1}]
Přirozené	4,5
Nucené	1,5
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0
Nucené se zpětným získáváním tepla	0,6

3.1.7. Množství vyměněného vzduchu

Výměna vzduchu v místnosti se definuje pro neužívané a užívané místnosti. V mém případě budu uvažovat jen intenzitu pro užívané místnosti.

V tomto případě je požadována intenzita výměny vzduchu v místnosti n taková, aby splňovala při zimních návrhových podmínkách vztah:

- $n_N \leq n \leq 1,51,5n_N [h^{-1}]$ rov. 3.1.7.1

Kde n_N je požadovaná hodnota intenzity výměny vzduchu v užívané místnosti¹³. Pro obytné budovy se tato intenzita pohybuje obvykle mezi hodnotami $0,3 h^{-1}$ až $0,6 h^{-1}$. Pro obytné místnosti se většinou jedná o hodnotu kolem $15m^3/h$ vzduchu na osobu při klidové aktivitě s produkcí metabolického tepla do $80 W/m^2$. Při fyzické aktivitě převyšující předchozí hodnotu se vyžaduje zajistit minimálně $25m^3/h$ vzduchu na osobu. Pro zajímavost v učebnách je to $20m^3/h$ až $30m^3/h$ na žáka.

Při energetických auditech se celková intenzita výměny vzduchu v budově nebo jejích ucelených částech spočte jako vážený průměr podle vzduchových objemů jednotlivých místností.

Při hodnocení energetické náročnosti pomocí měrné spotřeby tepla e_v je uvažována intenzita výměny vzduchu jednotně $0,5 [h^{-1}]$ ¹⁴.

3.1.8 Energie potřebná na vytápění

Pro určení energie potřebné na vytápění budovy či místnosti se vychází z požadavků na tepelné vlastnosti konstrukcí.

Podle ČSN 73 0540-2 se chápe energetická náročnost budovy jen jako potřeba tepla na vytápění. Neuvažuje se u ní o dalších spotřebičích energie jako příprava TUV, osvětlení, čerpadla atd. Tato norma zahrnuje základní požadavky na úsporu energie určené k vytápění budov e_v ($kW \cdot m^{-3} \cdot a^{-1}$) podle vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. Měrnou spotřebu tepla je nutno chápat jako teplo za topné období stanovené předchozí vyhláškou. Tato měrná spotřeba se stanoví výpočtovým postupem dle vyhlášky, kterou upřesňuje norma ČSN EN 832.

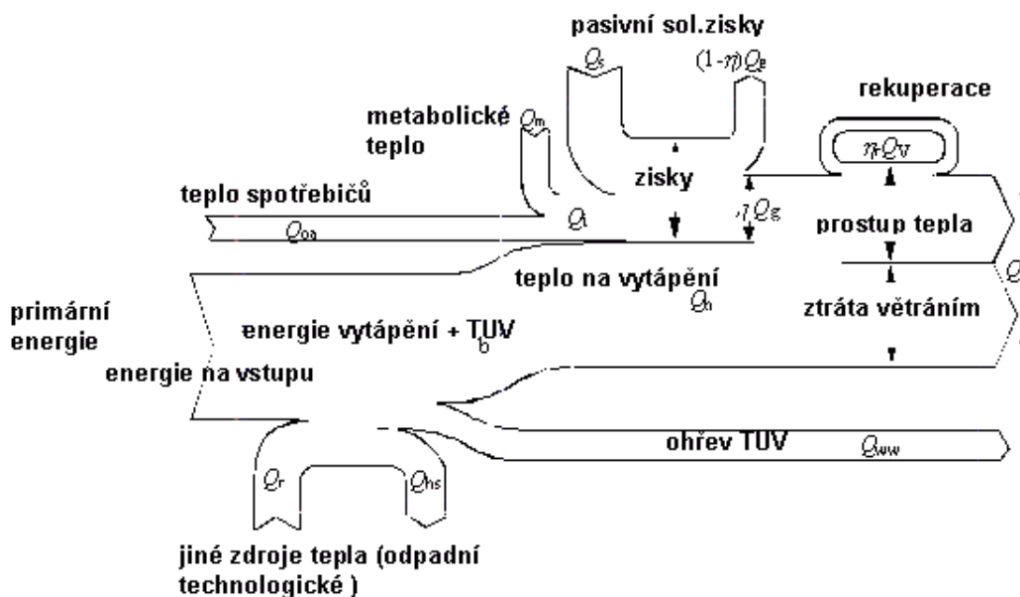
Tento požadavek je nutné splnit u budov stanovených vyhláškou MPO č. 291/2001 Sb. a u novostaveb.

U budov, které nejsou určeny vyhláškou č. 291/2001 Sb. se měrnou spotřebu tepla na vytápění e_v , doporučuje splnit, když je to ekonomicky vhodné a neohrozí životnost budovy.

Energetická náročnost dle uvedených kritérií poskytuje hodnocení budov srovnatelných podmínek, tedy za jednotných klimatických a provozních podmínek. Tím vzniká důležitý rozdíl od energetické bilance pro energetický audit, který se stanoví dle vyhlášky MPO č. 213/2001 Sb., u níž se musí zohlednit klimatické i provozní podmínky.

¹³ Vypočítaná z minimálního množství potřebného čerstvého vzduchu stanovených vyhláškou MZd. ČR č. 469/2000 Sb.

¹⁴ Tato hodnota je stanovena podle zvláštního předpisu – vyhláška MPO č. 291/2001 sb.



Obr. 3 - Schéma tepelné bilance budovy. Zdroj ČSN 832

Tab. 10 - Požadované hodnoty měrné spotřeby tepla při vytápění budov dle vyhlášky. MPO č. 291/2001 Sb.

Zdroj EAB

A/V	e_{vN} [kW · m ⁻³ · a ⁻¹] 1]	e_{vA} [kW · m ⁻³ · a ⁻¹] 1]
0,2	25,8	80,6
0,3	28,4	88,8
0,4	31,0	96,9
0,5	33,6	105,0
0,6	36,2	113,1
0,7	38,9	121,6
0,8	41,5	129,7
0,9	44,0	137,5
1,0	46,7	145,9

Kde :

$$e_{vN} = 20,64 + 26,03 \cdot (A/V) \text{ [kWh} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}]$$

$$e_{vA} = e_{vN}/0,32 \text{ [kWh} \cdot \text{m}^{-2}]$$

A – Celková plocha ochlazovaných konstrukcí (m²)

V – vytápěný objem budovy (m^3)

Rád bych definoval tento pojem, který se nachází v EAB na straně 49 odst. 3.2.1:

Tepelná pohoda – jedná se o takový stav, při němž člověk nepocítuje ani chlad, ani nadměrné teplo. Termín je definován jako pocit spokojenosti s tepelným stavem prostředí. Prvním požadavkem vytvoření tohoto stavu je, aby se osoba jako celek cítila tepelně neutrální, což závisí na následujících faktorech.

- Faktory osoby
 - Činnost q_m ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)
 - Tepelný odpor oblečení R_{cl} ($\text{m}^{-2} \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)
- Faktory interiérového prostředí
 - Teplota vnitřního vzduchu θ_i ($^{\circ}\text{C}$)
 - Průměrná sálavá (účinná teplota) θ_u ($^{\circ}\text{C}$)
 - Rychlost proudění vnitřního vzduchu v_i ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
 - Tlak vodní páry vnitřního vzduchu p_i (Pa)

Hodnoty těchto faktorů můžeme zjistit z rovnice tepelné pohody. Za přijatelný stav považujeme takový, kdy podíl nespokojených subjektů v daném interiérovém prostředí nebude větší než 10 %. Avšak kromě tepelné neutrality musí také platit, že žádná část lidského těla není přehřívána ani ochlazována. Z toho důvodu se zavádí následující faktory.

- Asymetrické tepelné sálání
- Vertikální teplotní gradient vzduchu
- Teplá nebo studená podlaha
- Proudění vzduchu
- Všech deset faktorů je analyzováno podle nejmodernějších výzkumných metod a z části jsou promítané do normativů.

4. Potřeba tepla na vytápění

Jedná se o tepelný tok ve W případně kW, který uskutečňuje hospodárné vytápění místnosti či budovy. Je žádoucí, aby se ve zvolených klimatických podmínkách dosahovalo konstantní požadované vnitřní teploty a to na vnitřním plášti místnosti či budovy.

Z předchozí věty by tedy měl vycházet fakt, že potřeba tepla na vytápění místnosti či budovy by měla být totožná s její tepelnou ztrátou. Jinak řečeno, při nejnižší venkovní teplotě by mělo být množství přivedeného tepla takové, aby pokrývalo ztráty, které vznikají prostupem tepla, větráním, přechodem tepla do chladnější místnosti apod.

Výpočet tepelných ztrát prostupem stěnami a tepelných ztrát infilrací u všech druhů budov a u všech druhů soustav ústředního vytápění a jejich částí přesně definuje ČSN 06 0210.

Způsoby výpočtů se liší a závisí na projektovém stupni.

4.1 Výpočet tepelných ztrát v jednotlivých místech

Aby velká část tepla potřebná na vytápění zbytečně neunikala do okolí, musí stavba vyhovovat určitým technickým požadavkům:

- u obytných budov musí obvodová konstrukce včetně izolace, tepelné akumulace a průvzdušnosti vyhovovat ČSN 73 0540-2
- u trvale obývaných místností musí být používána minimálně zdvojená či dvojitá okna
- spotřeba energie musí splňovat požadavky, které jsou dané zákonem č. 406/2000 Sb. a souvisejícími vyhláškami a nařízeními

Dále je důležité zjistit tyto podklady:

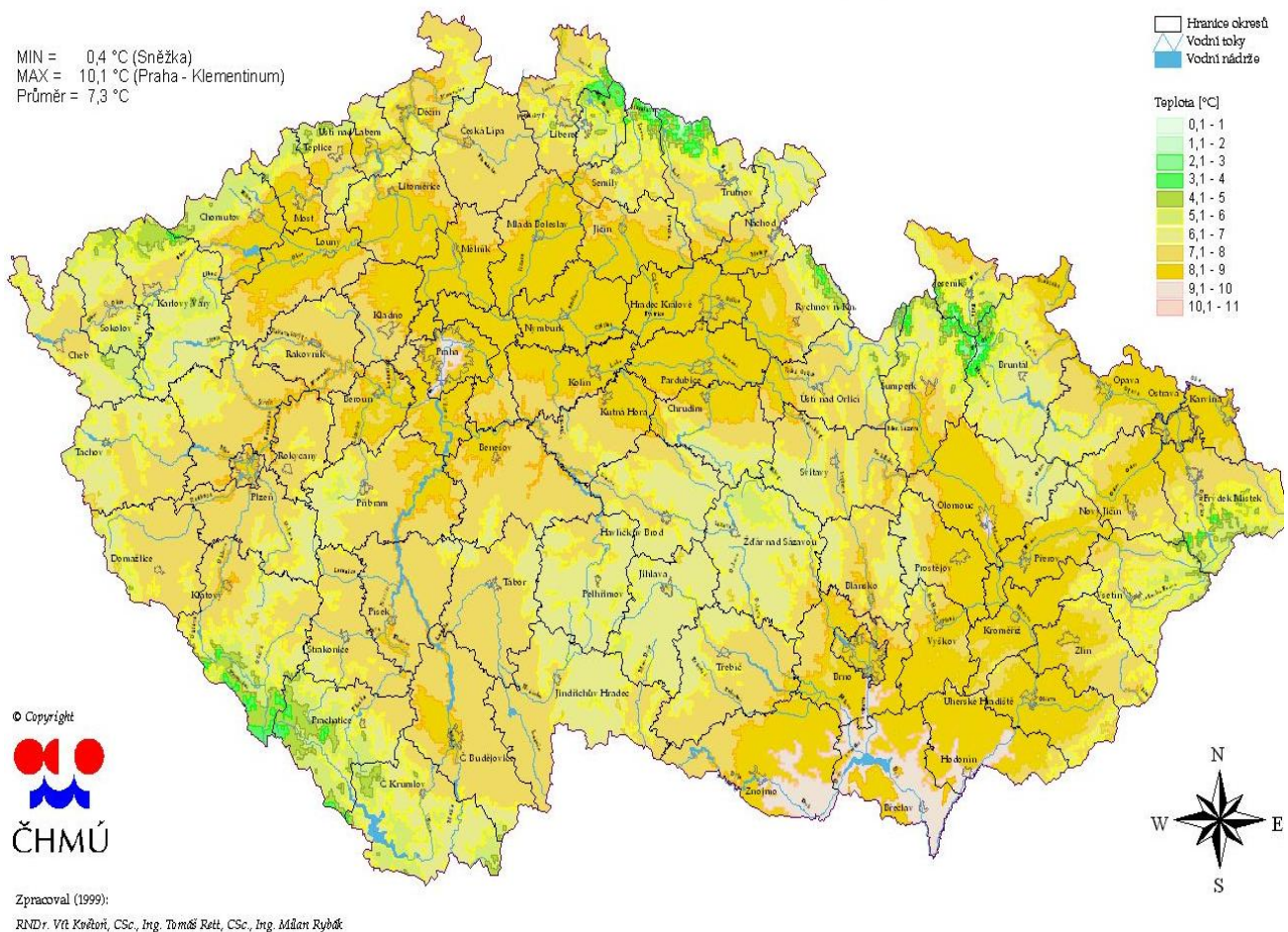
- situační – polohopisný plán (musí být z něho zřejmá poloha k světovým stranám, nadmořská výška apod.)
- půdorysy jednotlivých podlaží (včetně rozměru oken nejméně v měřítku 1:100)
- údaje o materiálu a podlah, střech, konstrukci stěn, podlah.
- údaje o druhu (účelu) místností
- údaje o teplotách

4.2 Lokality, okrajové podmínky a teplotní oblasti

Klimatické podmínky jsou jedním z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují tepelné ztráty a tím také teplo potřebné na vytápění. I přesto, že je Česká republika poměrně malou zemí existují zde rozdíly v klimatických podmínkách. Způsobuje je především rozdílná nadmořská výška, charakter proudění vzduchu a rozdílná intenzita slunečního svitu.

Jistě je zřejmé, že venkovní teplota je na rozdíl od teploty vnitřní velmi proměnlivý faktor. Pro výpočty byla zvolena takzvaná „venkovní výpočtová teplota θ_e (°C)“, která byla odvozena z dlouhodobých meteorologických pozorování jako průměr pěti za sebou jdoucích nejchladnějších dnů.

Pro území České republiky byly vybrány tři základní výpočtové teploty $\theta_e = -12, -15, -18$ (°C)

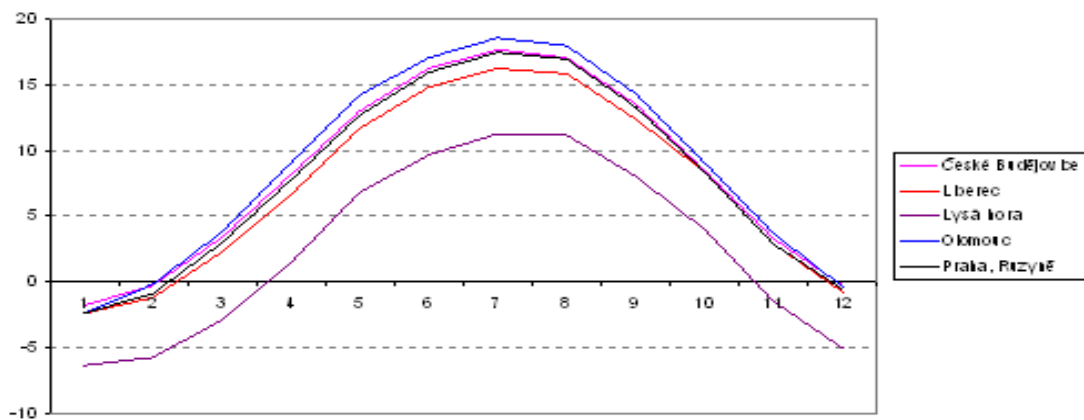


Obr. 4 - znázorňuje průměrnou roční teplotu vzduchu. Zdroj ČHMÚ

Pro volbu θ_e (°C) na rozhraní dvou oblastí je důležitým faktorem nadmořská výška. Pro nížiny se počítá vyšší, pro návrší nižší.

Pro lokality ležící nad určitou nadmořskou výškou se počítá s rozdílem teplot o 3°C vyšším. Tedy takto:

- v oblasti s $\theta_e = -12$ °C se pro místa nad 400 m.n.m. počítá $\theta_e = -15$ °C
- v oblasti s $\theta_e = -15$ °C se pro místa nad 600 m.n.m. počítá $\theta_e = -18$ °C
- v oblasti s $\theta_e = -18$ °C se pro místa nad 800 m.n.m. počítá $\theta_e = -21$ °C



Obr. 5 - Měsíční průběhy třicetiletých průměrných teplot pro vybraná města. Zdroj ČHMÚ

Lokalita (místo měření)	Nadmořská výška	Venkovní výpočtová teplota	Otopné období pro $t_{em} = 13^{\circ}\text{C}$	
	h	t_e	t_{es}	d
	[m]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[dny]
Benešov	327	-15	3,9	245
Beroun (Králov Dvůr)	229	-12	4,1	236
Blansko (Dolní Lhota)	273	-15	3,7	241
Brno	227	-12v	4	232
Bruntál	546	-18v	3,3	271
Břeclav (Lednice)	159	-12	4,4	224
Česká Lípa	276	-15	3,8	245
České Budějovice	384	-15	3,8	244
Český Krumlov	489	-18v	3,5	254
Děčín (Březiny, Libverda)	141	-12	4,2	236

·
·
·

Tábor	480	-15	3,5	250
Tachov (Stříbro)	496	-15	3,6	250
Teplice	205	-12v	4,1	230
Trutnov	428	-18	3,3	257
Třebíč (Bítoványky)	406	-15	3,1	263
Uherské Hradiště (Buchlovice)	181	-12v	3,6	233
Ústí nad Labem	145	-12v	3,9	229
Ústí nad Orlicí	332	-15v	3,6	251
Vsetín	346	-15	3,6	236
Vyškov	245	-12	3,7	229
Zlín (Napajedla)	234	-12	4,0	226
Znojmo	289	-12	3,9	226
Žďár nad Sázavou	572	-15	3,1	270

Obr. 6 - Venkovní výpočtová teplota. Zdroj: ČSN EN 12831

Kde: $t_e = \theta_e$ a $t_{es} = \theta_{evo}$

Znaménko „v“ označuje oblast s intenzivními

5. Úsporná opatření

V této kapitole se pokusím shrnout spotřebu topného paliva, elektřiny i vody. Abych mohl zjistit energetickou náročnost jednotlivých bytů, museli mi nejdřív majitelé bytů doložit informace fakturami. Tyto údaje jsem vyjádřil v Tab. 11 k této tabulce musím dodat, že všechny byty topí stejným typem uhlí – hnědé uhlí, ořech 1 s průměrnou výhřevností 15MJ/kg.

- $Výkon\ (tepelný) = uhlí_{rok} \cdot výhřevnost\ [kW]$ rov. 5.1

- $Ztráty = \frac{výkon \cdot plocha\ bytu}{počet\ dní\ v\ roce} \left[kW \cdot \frac{m^2}{rok} \right]$ rov. 5.2

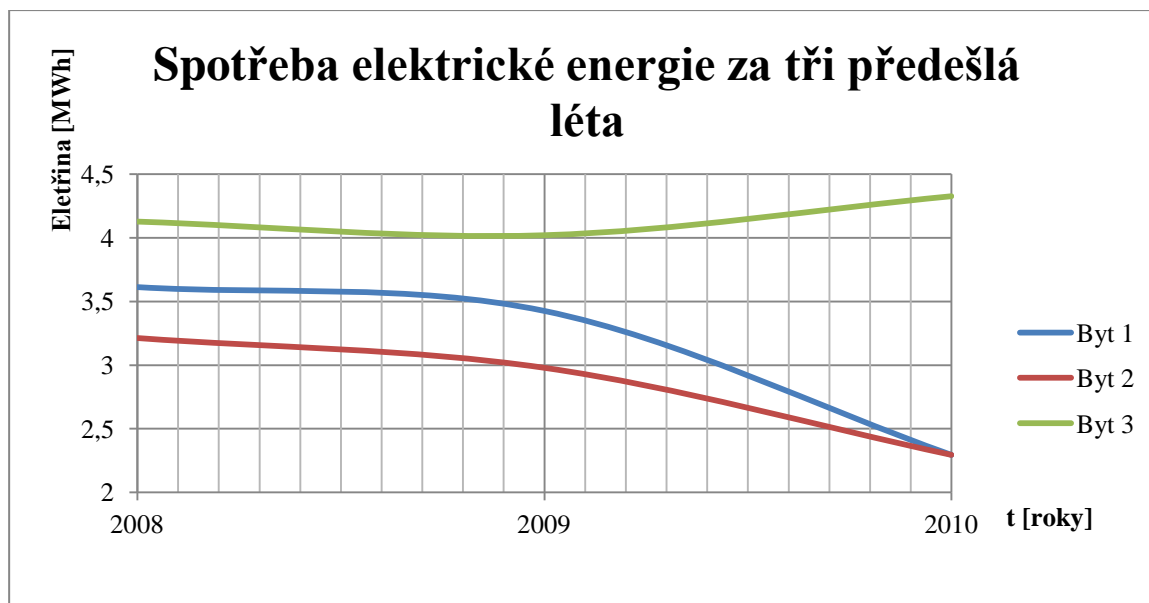
Plochou bytu se rozumí pouze rozměr obytných prostor, viz Příloha 1.

Jak jsem se již zmínil byt č. 1. je zateplený, proběhla u něj výměna oken, zateplení stropu (kromě jedné místnosti). Dále tento byt vlastní nový kotel viz Tab. 16.

Tab. 11 - Znázornění spotřeby uhlí, elektřiny, tepelných ztrát a vody za poslední tři roky

Byt č.	Plocha bytu [m ²]	Počet osob	Rok	Uhlí[t]	Výkon [kW]	Ztráty [kW.m ² /rok]	Elektřina [MWh]	Voda [m ³]
1(My)	60,73	2	2010	2	30	4,99	2,295	5
			2009	2,5	37,5	6,20	3,425	5,2
			2008	2,5	37,5	6,20	3,612	4,8
2(PE)	55,41	2	2010	3	45	6,83	2,295	4
			2009	3	45	6,83	2,979	3,9
			2008	3	45	6,83	3,213	4
3(ZG)	60,2	2	2010	3,7	55,5	9,15	4,326	5,5
			2009	3,5	52,5	8,65	4,02	5,7
			2008	4	60	9,89	4,127	5,7

A) Elektrická energie



Obr. 7 - Graficky znázorněná spotřeba energie v předešlých třech letech

U bytu 1 je vidět pokles spotřeby elektřiny mezi rokem 2009 a 2010, to bylo zapříčiněno koupí nových elektrospotřebičů zejména televize a výměnou 9-ti 60W žárovek za 9 úsporných zářivek s výkonem 9W a v neposlední řadě koupí nového boileru.

U druhého bytu je taktéž znatelný pokles spotřeby elektrické energie. I zde je patrný nástup nové technologie, neboť proběhla v bytě výměna pračky, televize a hlavně ledničky.

Naproti tomu majitelé třetího bytu se žádným způsobem nesnažili snížit elektrickou spotřebu, což se také promítá v grafu. Proto bych tomuto bytu navrhol investici do nových elektrospotřebičů zejména nové ledničky a úsporných zářivek. Díky těmto opatřením by bylo možné snížit energetickou náročnost až o více než 1MWh ročně.

B) Tepelná

Na množství protopené tepelné energie má velký vliv tepelná pohoda. Jelikož je velký rozdíl, jestli jsou vlastníci bytu spokojeni s rozmezím teplot 18-20°C nebo 24-26°C. Z tohoto hlediska jsou obyvatelé nezateplených bytů více spokojeni s nižšími teplotami 18-22°C. Naopak ideální teplota pro byt č. 1. je 21-23°C. Nižší teplota u nezateplených bytů je celkem logická: je potřeba vynaložit větší energii k dosažení vyšších teplot.

Z Tab. 11 je také vidět spotřeba uhlí za jednotlivé roky. Přičemž u dvou nezateplených bytů (2,3) je znát větší spotřeba tepla než u bytu 1. Z tabulky je zřejmý markantní rozdíl mezi

nezatepleným bytem orientovaným na jih, který má stálou spotřebu uhlí 3t za rok a bytem, který je z větší části orientovaný na sever, u tohoto bytu je spotřeba uhlí o 0,5t až 1t větší.

Podle doložených faktů měl byt 1 před zateplením, výměnou oken a topné soustavy spotřebu až 5t uhlí ročně, což je v porovnání s nyníškem více jak jednou tolik. Tento skok byl razantní hlavně kvůli oknům (které podle svědectví, když byl větší vítr, profukovala, až to zvedalo záclony) a výměně topné soustavy, největší podíl na tom měl a má pravděpodobně kotel, jelikož nyní je dvoukomorový a před tím byl pouze jednodokomorový.

Pro všechny bytové jednotky by byla nejvhodnějším řešením celková rekonstrukce, při které by se zateplilo obvodové zdivo, a pro dva nezateplené byty by byla vhodná výměna oken. Přičemž u nich by se mělo více pohlížet na jejich vlastnosti než na cenu.

Tab. 12 - Počet kg uhlí spálených po týdnech (měsících)

	ROK2011					ROK 2012			
	Týdny	BYT 1	BYT 2	BYT 3		Týdny	BYT 1	BYT 2	BYT 3
ŘÍJEN	41	20	50	50	LEDEN	1	60	90	140
	42	30	30	50		2	60	90	140
	43	30	40	50		3	60	90	150
	44	30	20	30		4	70	90	150
CELKEM		110	140	180	CELKEM		250	360	580
LISTOPAD	45	50	50	60	ÚNOR	5	90	120	180
	46	80	110	150		6	100	150	200
	47	80	100	140		7	90	120	150
	48	80	90	130		8	50	60	80
CELKEM		290	350	480	CELKEM		330	450	610
PROSINEC	49	90	120	130	BŘEZEN	9	40	30	50
	50	80	100	130		10	35	30	40
	51	80	100	130		11	25	30	40
	52	70	90	130		12	30	20	30
CELKEM		320	41	520	CELKEM		40	30	50
	CELKEM	720	900	1620		CELKEM	620	840	1260

Tab. 13 – Počet kg uhlí spálených celkem

	BYT 1	BYT 2	BYT 3
Počet uhláků	134	174	288
Kg uhlí	1 340	1 740	2 880

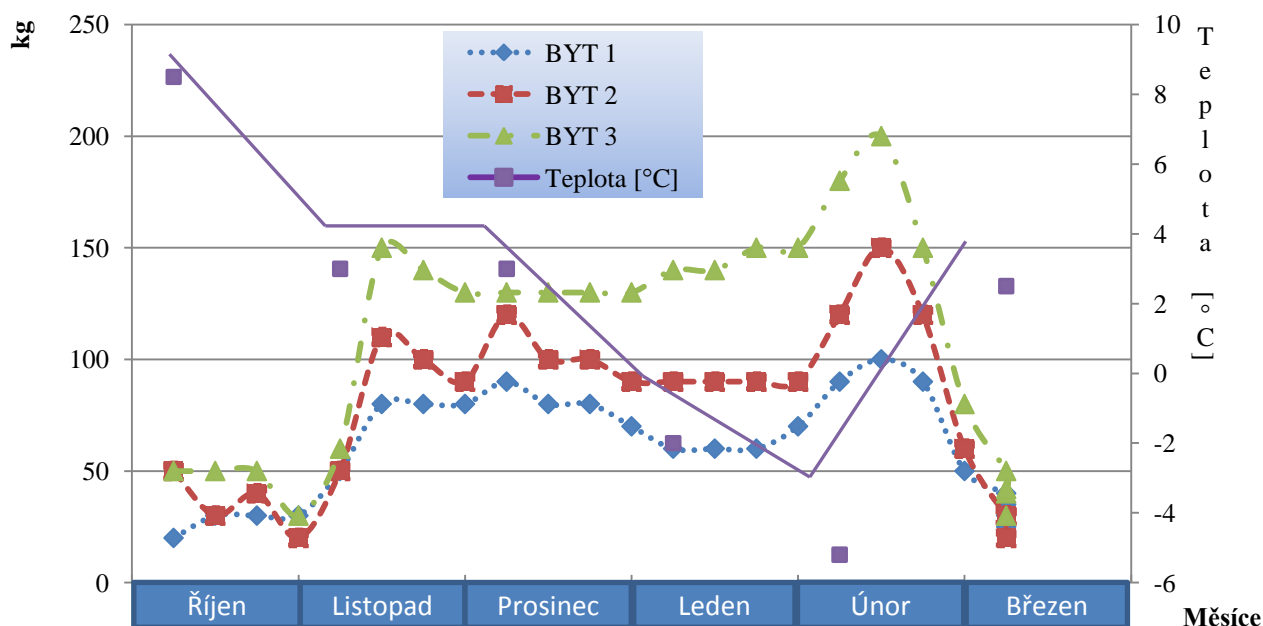
V Tab. 12 je sepsán počet spálených kilogramu uhlí v jednotlivých týdnech popřípadě měsících: v říjnu – prosinci roku 2011 a lednu – březnu roku 2012. Z naměřených dat jasně vyplývá, že nejlepších tepelných vlastností dosahuje podle předpokladu zateplený byt (byt 1), dále za ním je byt orientovaný na jih (byt 2). Rozdíl spáleného uhlí je 23 %. Nejhuře podle předešlých předpokladů dopadl nezateplený byt s převážnou orientací na sever. Rozdíl protopeného uhlí je větší jak 2x tolik, přesně 53 %.

Byt 2 dopadl lépe než byt 3. Důvodem je vhodná orientace bytu, kdy byt 2 byl za slunečních dnů také vytápěn slunečním zářením. A rozdíl je opravdu velmi velký 39,5 % viz Obr. 9 a Obr. 10.

Z Obr. 8 je vidět, že největších rozdílů ve spálených kg uhlí je při velmi nízkých teplotách. Tento jev je zřetelný v listopadu a v únoru, kdy uhodily tzv. holomrazy. Naopak v říjnu a v březnu, byly dny velmi teplé a slunečné, rozdíl tak byl takřka mizivý.

Z Tab. 14 je zřejmý pokles teplot v listopadu a následně v lednu. Tyto poklesy teplot jsou velmi zřetelné na obr. 8, kde u všech bytů skokově vyletělo spálené množství uhlí.

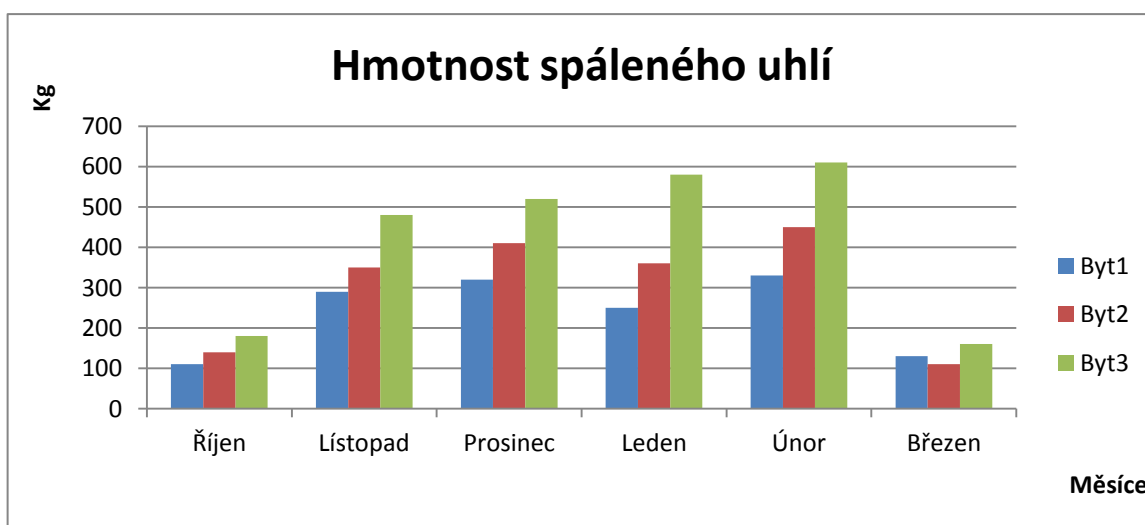
Počet kg spálených v týdnech (měsících)



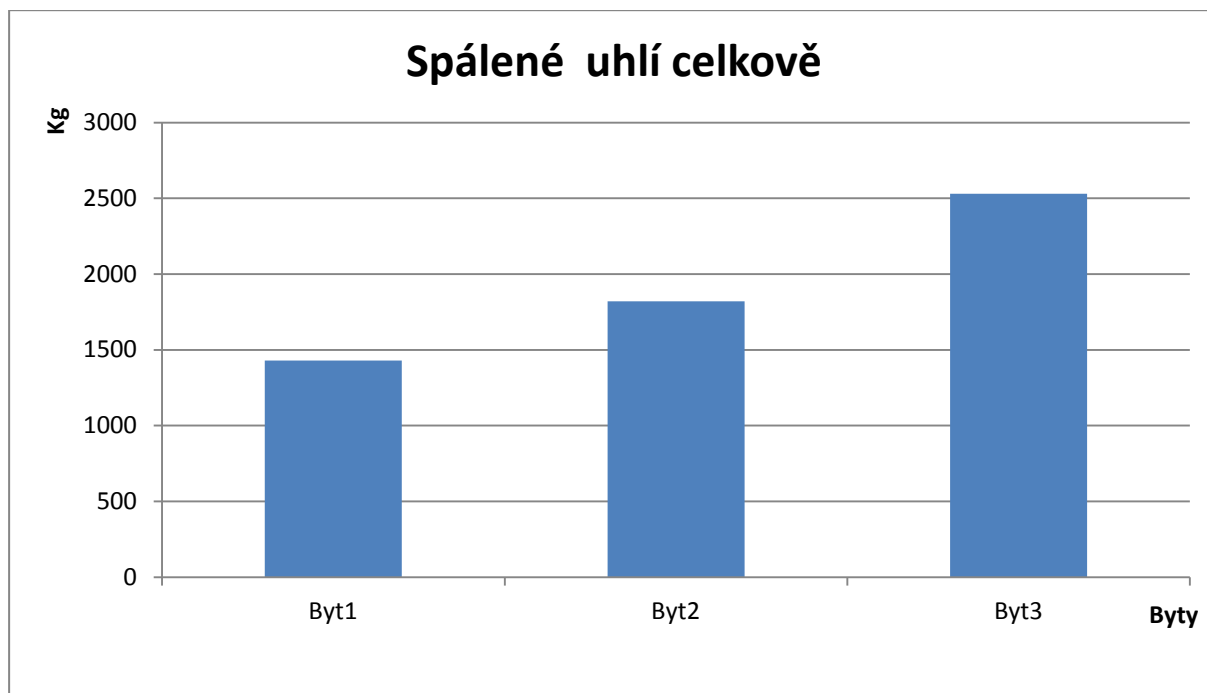
Obr. 8 – Počet kg uhlí spálených za dané období

Tab. 14 - Průměrné teploty. Zdroj CHMÚ

	2011			2012		
	říjen	listopad	prosinec	leden	únor	březen
Teplota [°C]	8,5	3	3	-2	-5,2	2,5



Obr. 9 - Hmotnost spáleného období za půl roku



Obr. 10 - Celková hmotnost spáleného uhlí za měřené období

C) Další úsporná opatření

- Do chladnějších místností by se měly zavírat dveře a používat prahy (někdy je vhodné práh navýšit či použít gumové těsnění).
- Na noc je vhodné zatahovat žaluzie, závěsy, rolety nebo sklo opatřit izolační fólií.
- V topné sezóně je také důležité vhodně umístit nábytek, zejména se často stává, že sedací soupravy, či stůl brání teplu v proudění do okolí.
- Dalším z úsporných řešení je opatřit zdivo za topením reflexní vrstvou, která bude teplo odrážet zpátky do místnosti (nejčastěji se používá hliníková fólie).
- S topením se to nesmí přehánět, vhodné teploty jsou: obývací pokoj 20-22°C, v ložnici 17-20°C, kuchyň 18-20°C a v koupelně je naopak lepší mít teplotu trochu větší tj. 22-24°C.
- Vhodné je větrat krátce, ale intenzivně (nevychladnou stěny ani interiér).
- Potřeba pravidelně čistit kotel, komín a je také důležité odvězdušňovat tepelnou soustavu.
- Na vaření používejte pokličky.
- Vodu před vařením je vhodnější ohřát v rychlovarné konvici.
- Je dobré mít více zářivek v bytě, abychom si vhodně mohli regulovat osvětlení.

- Trouba je vhodná využít, když už je rozehrátá (po upečení oběda je vhodné do trouby dát buchty).
- Třídění potravin v ledničce či mrazáku, je nejen praktické, ale také se tím uspoří až 10 % energie (lednice či mrazák nemusí být otevřeny dlouhou dobu).

D) Fakta

Na spotřebu energie v domě má vliv mnoho faktorů. Například správně vyčištěný a správně seřízení kotle zvedne jeho účinnost. Seřazené jídlo v lednici zkrátí dobu potřebnou na výběr jídla. Více viz Tab. 15.

Tab. 15 - Anketní otázky s odpověďmi

	Byt 1.	Byt 2.	Byt. 3
<i>Jak často čistíte komín?</i>	1-2 x za půl roku	1-2 x za měsíc	1 - 2 x za rok
<i>Jak často čistíte kotel?</i>	1x týdně	2-3x za měsíc	1x za měsíc
<i>Jak často odvědušňujete topnou sestavu?</i>	2x za rok	Nikdy	1-2x za rok
<i>Třídíte jídlo v ledničce?</i>	Ano	Částečně	Ne
<i>Rosí se Vám okna?</i>	Ano, často	Jen za nízkých teplot a při vaření	Ráno a při vaření
<i>Jak myjete nádobí?</i>	Pod tekoucí vodou	V napuštěném dřezu	Pod tekoucí vodou

Z Tab. 15 je vidět, že velkým problémem je rosení oken. Tento jev je způsoben důsledkem nízké povrchové teploty oken a vysoké vlhkosti. S tímto má největší problém byt 1., z důvodu rekonstrukce má nová okna, což způsobilo snížení proudění vzduchu a zvýšení vlhkosti.

Potřeba výměny vzduchu je opravdu velká. Například ve spánku jeden člověk vyprodukuje až 0,5l páry za noc. Dále vodní páry unikají při vaření, mytí nádobí, sprchování, z našich úst, z povrchu těla či květináčů. Nejvíce se tento jev projevuje, jak jsem již psal, na rosení oken. Z velké

části se pak v bytě tvoří v rozích místnosti plísně. Proto je opravdu nutné důsledně intenzivně větrat dvakrát až třikrát denně.

Tab. 16 - Parametry oken a kotlů

	Okna		Kotel	
	Typ	U_w [W/m ² .K]	Typ	Výkon[kW]
Byt 1.	GEUS - plastová, 2005	1,3	OPOP H418 2004	15,5-19
Byt 2.	Dřevěná	1,8 - 2,4	Kovo Vlašim	14
Byt. 3	Dřevěná	1,8-2,4	OPOP H41 - 80.léta	18-19

Pro úplnost uvádím, jaké vlastnosti mají okna a kotle jednotlivých bytů. U oken bytů 2 a 3 nebylo možné zjistit výrobce oken ani součinitel prostupu tepla (uvedené hodnoty jsou pouhým odhadem).

Tab. 17 - Spotřeba vody a množství popelovin

	Byt 1.	Byt 2.	Byt 3.
Za jak dlouho doteče teplá voda z boileru ke kohoutku	26s, 2,5l	9s, 0,8l	10s, 1l
Popeloviny	15 %	20 %	17 %

Tab. 17 uvádí objem vody a čas, který je potřeba k dopravě teplé vody (od boileru až ke kohoutku). Tudiž u bytu 1 trvá 26 s, než doteče teplá voda (objemově se jedná o 2,5 l). Z tabulky jednoznačně vyplývá, že byt 1 má boiler umístěný ve sklepě.

Výpočet tepla, které je potřeba, aby bytu 1 tekla teplá voda je zvýrazněn níže v kalorimetrické rovnici.

- $$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T = 1000 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot 4180 \cdot (333,15 - 283,15) =$$

$$= 1000 \cdot \pi \cdot 0,0127^2 \cdot 5 \cdot 4180 \cdot 50 = 529\,578 \text{ [J]} = 0,147 \text{ [kWh]} \quad \text{rov. 5.3}$$

Příčemž:

Q = teplo [J]

m = hmotnost [kg]

ΔT = rozdíl teplot [K]

ρ = pro vodu 1000 [kg/m³]

Cena 1 [kWh] = 4,83 Kč, tudíž jedno otočení kohoutku nás stojí navíc o 0,71 Kč, což není mnoho, ale když vezmeme v potaz, že teplou vodu potřebujeme minimálně 5 x denně, sedm dní v týdnu, 365 dní v roce tudíž:

- $$\text{celkem} = \text{rok} \cdot \text{počet otočení denně} \cdot \text{cena jednoho otočení} = 365 \cdot 5 \cdot 0,71 =$$

$$= 1296 \text{ Kč} \quad \text{rov. 5.4}$$

Když bych tu samou úvahu udělal u druhých bytů (délka potrubí max. 1m a rozdíl teplot 40°C a šířku potrubí 0,0257m) dostaneme $Q=433\,673\text{[J]} = 0,12\text{[kWh]}$ → za jedno otočení 0,58 Kč, za rok 1058 Kč.

Možná se zdá, že 1296 Kč či 1058 Kč jen za dopravu teplé vody do bytu je hodně, ale musíme brát v úvahu, že takřka nikdy nechceme jen teplou vodu, ale častěji vlažnou. Potom se tyto hodnoty nebudou zdát tak velké.

Rozdíl mezi těmito byty činí 238 Kč, což už není velká položka.

Zajímavé pro mě bylo porovnání času, který je potřeba k dopravě teplé vody z boileru ke kohoutku a množství této vody. Byty 2 a 3 mají poměrně stejné výsledky (způsobeno stejnou vzdáleností boileru od kohoutku), oproti tomu byt 1 má boiler o dvě poschodí níže, proto jsem předpokládal, že bude potřeba daleko více studené vody, než doteče teplá.

Dále jsem počítal množství popelovin, které vzniknou při spalování. Ve všech kotlích se spaluje stejný druh paliva a to hnědé uhlí (ořech 1). Rozdíl je dle mého názoru způsoben rozdílnými druhy kotlů a rozdílnými dovozci uhlí.

Údaje do Tab. 17 jsem stanovoval experimentálně. První bod tabulky jsem zjišťoval tak, že jsem zprůměroval deset časových a množstevních hodnot (vždy jsem počkal dostatečně dlouho, než voda v trubkách vychladla). Druhý údaj jsem vypočítal takto: nejprve jsem si zvážil jeden uhlák, dále jsem ho celý spálil a posléze jsem zvážil množství popelovin. (Tento pokus jsem prováděl celkově 3x výsledky jsem poté zprůměroval. Dřevo potřebné na rozdělání ohně jsem se pokusil minimalizovat a ke všem měřením jsem použil stejné množství, tudíž by měla všude vzniknout stejná chyba a výsledek by neměl být zkreslený.)

E) Měření

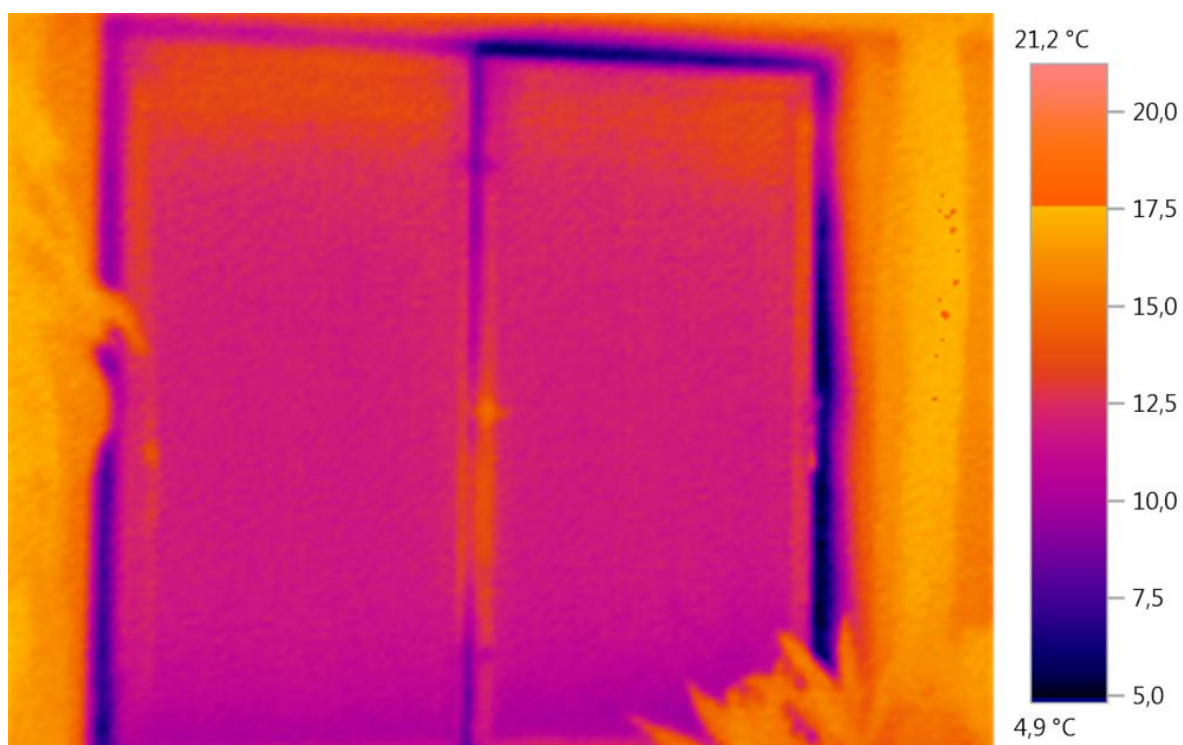
Pro svou práci jsem mimo jiné použil termokameru TESTO, hodnoty, které jsem získal, jsem zpracovával v programu „TESTO IRsoft“. Kameru mi zapůjčila nezisková organizace ENVIC a zpracovaná data jsem konzultoval s panem Ing. Václavem Švábem.

Měření jsem uskutečnil 8. 3. 2012 v časných ranních hodinách, jelikož na budovu nesmí dopadat sluneční záření. Tento den byl ideální i z pohledu teplot, jelikož klesly pod bod mrazu (pro měření termokamerou je ideální, aby byly teploty co nejnižší, maximálně však 5°C). Do termokamery bylo nutné zadat i další údaje jako relativní vlhkost, teplotu vzduchu a emisivitu.

Bohužel v době, kdy probíhalo měření, nebyl vlastník třetího bytu přítomen (i přesto, že s měřením souhlasil). Naštěstí je druh a těsnost oken u druhého a třetího bytu shodný.

Nejvíce znázorňující, co se týče těsnosti oken, jsou obr. 9. a Obr. 10. Průměrná povrchová teplota skla u oken zatepleného bytu je 16°C a u nezatepleného bytu 10°C.

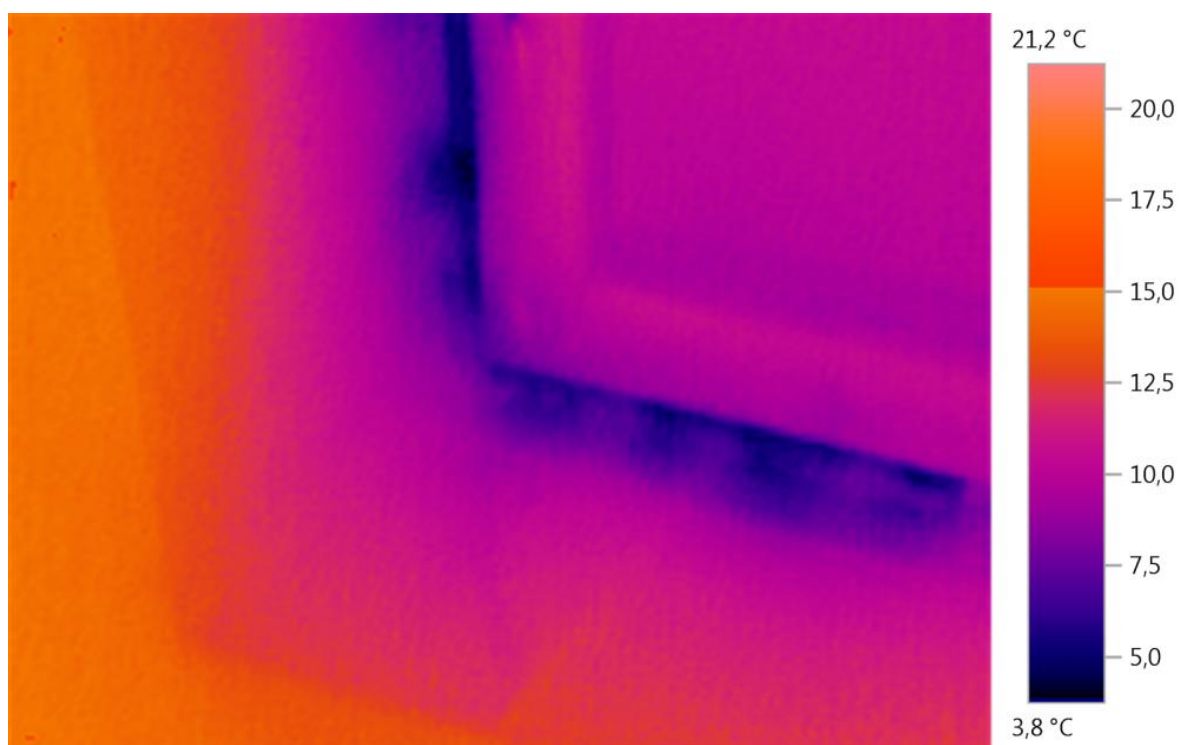
V úvodu této kapitoly jsem psal, že byt 1 má zateplený strop (krom jedné místnosti). Zajímalo mě tedy, jak velký teplotní rozdíl je mezi těmito stropy. Rozdíl byl takřka více než dva stupně celsia.



Obr. 11 - Okna nezatepleného bytu. Nejnižší povrchová teplota skla 10°C. Pohled z bytu.



Obr. 12 – Okna zatepleného bytu. Nejnižší teplota skla 16°C. Okna nezatepleného bytu. Pohled z bytu



Obr. 13 - Promrzající okenní rám nezatepleného bytu.

U nezatepleného bytu jsou okna v tak špatném stavu, již při venkovní teplotě -2°C jsem naměřil teplotu $3,8^{\circ}\text{C}$. Při velmi nízkých teplotách musí docházet k velkému promrzání rámu okna a přilehlého zdiva, což způsobuje jeho popraskání.



Obr. 14 - promrzající okenní rám nezatepleného bytu

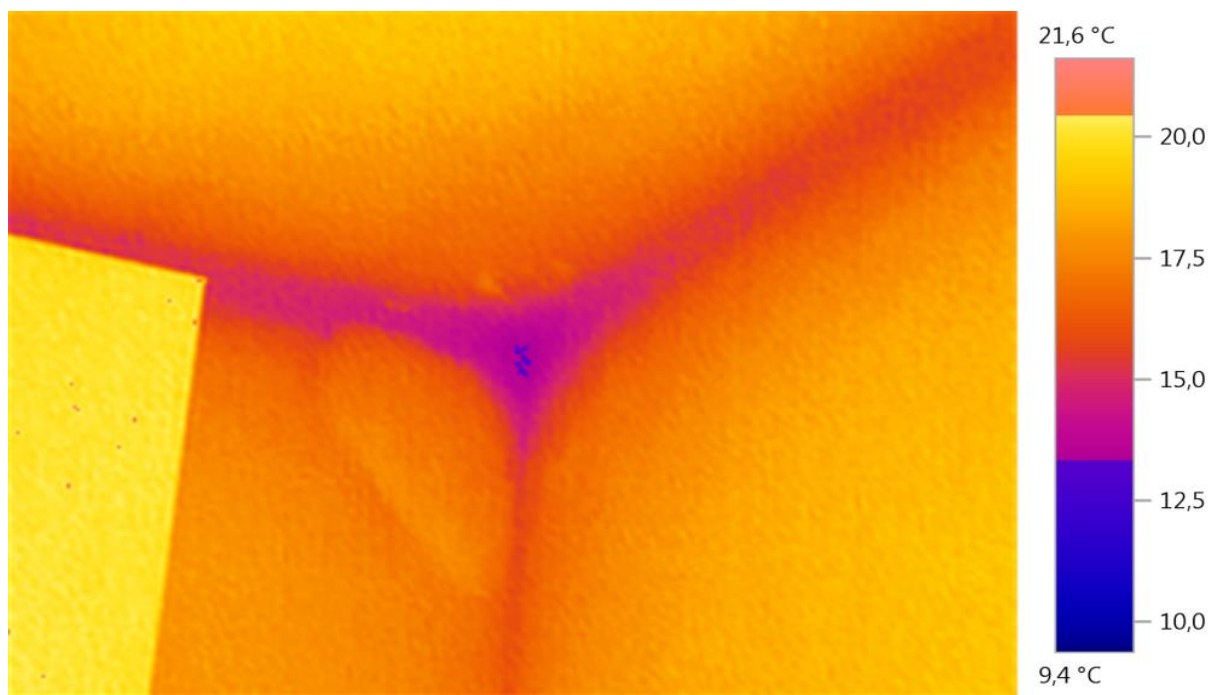
Jak jsem již psal v předchozí kapitole, tak největším problémem zatepleného bytu je vlhkost. Na Obr. 14 je zobrazen roh místnosti, kde se často dříve tvořila plíseň. Relativní vlhkost vzduchu tam byla zvýšená 50 % a i teplota tam byla výrazně nižší 13°C.

Při měření se relativní vlhkost pohybovala okolo 45 %. Naopak u nezatepleného bytu byla okolo 35 %.

Pro porovnání je na Obr. 15 zobrazen roh místnosti u nezatepleného bytu. Zde je vidět, že v celém rozsahu se teplota pohybovala pod 18°C místy až 14°C.



Obr. 15 - Roh místnosti nezatepleného bytu



Obr. 16 - Roh u zatepleného bytu

6. ZÁVĚR

Jak už bylo výše řečeno, nejlépe ve spotřebě tepelné energie dopadl, dle očekávání, byt 1. Je to zapříčiněno především vhodnými izolačními opatřeními. Přičemž největší podíl na výsledku bych přisoudil novým oknům, která mají několikanásobně lepší součinitel prostupu tepla U_w (viz Obr. 11 a Obr. 12). Byt s nejnižší spotřebou uhlí je byt 2, to způsobila hlavně jeho orientace na jih. Má tedy daleko větší plochu, na kterou dopadá sluneční záření. Nezateplený byt orientovaný z největší části na sever dopadl zcela logicky nejhůře.

Z praktických a finančních důvodů by bylo vhodné byt 2 a byt 3 zateplit (u druhého bytu by došlo ke snížení tepelných zisků ze sluneční energie, ale i přes tento fakt by zateplení bytu prospělo). Nejvíce by pomohla výměna oken, která může ušetřit až 15 % energie. Při rekonstrukci oken je důležité hledět na to, zda se okna pravidelně otvírají. Pokud ne, je vhodné zvolit okna nedělená, lze tak snížit náklady až o 40 %.

U bytu 1 byl a stále je největším problémem nadměrná vlhkost, kterou způsobila výměna oken. Kvalitnější okna jsou více vzduchotěsná, a proto se v místnosti vymění daleko menší objem vzduchu. Tento problém se dá vyřešit pravidelným a efektním větráním, tzn. okno otevřít na minutu či dvě plně dokořán a to několikrát denně. Tím se zamezí tvorbě přebytečné vlhkosti a zabrání se úniku tepla (zdívo a interiéry nestihnou vychladnout). Není vhodné, aby relativní vlhkost překročila hodnotu 60 %.

Dále by nejen pro tyto byty, ale pro objekt jako takový, bylo vhodným řešením zateplení venkovních stěn a to buď expandovaným pěnovým polystyrénem (který je v dnešní době nejvíce využíván) nebo minerální vlnou. Velkým problémem je únik tepla stěnami a promrzání římsy v nadokenní části zdiva. Zajímavým zjištěním bylo na obr 18 viditelné vytopení zdiva pod okny, kde jsou umístěny radiátory.

Obyvatelé bytů 2 a 3 se s tepelnými ztrátami vypořádávají po svém, mají daleko nižší tepelnou pohodu. To bylo také citelné při měření, kdy byt 1 měl teplotu v bytě 21°C a byt 2 18°C. Pro byt 1 je ideální teplota 22°C pro byt 2 a 3 18-20°C.

Ve spotřebě vody dopadl nejhůře byt 3. Z pozorování a dotazování jsem zjistil, že majitel bytu je vášnivý sportovec a pravidelně jednou až dvakrát denně běhá či jezdí na kole. Po sportu si dává horkou koupel. Toto chování mu zvedá nejen fyzickou kondici, ale spotřebu vody i spotřebu elektřiny. Kromě toho obě osoby žijící v bytě manuálně pracují, proto používají daleko více vody

k mytí. Oproti tomu byt 2. má nejnižší spotřebu vody. Byt obývá jedna osoba důchodového věku a jedna osoba pracující v kanceláři, a tak u nich nedochází k takové spotřebě TUV.

Ve spotřebě elektrické energie dopadl nejlépe byt 2. Je to způsobeno především úspornými elektrospotřebiči. Jejich pravidelnou údržbou a přizpůsobováním se novým nízkoenergetickým trendům. Oproti tomu byt 3. má nejvyšší spotřebu elektrické energie. Jak už bylo výše řečeno má největší nároky na teplou vodu, tím pádem elektrický boiler musí být delší dobu sepnut. Navíc vlastní již staré elektrospotřebiče, které mají daleko vyšší nároky na spotřebu energie.

V tomto roce je plánována výměna a zateplení střešní krytiny. Dle mého názoru tento krok také pomůže snížit spotřebu uhlí především pro byt 1 a 2.

V budoucnu je plánovaná oprava a zateplení obvodového zdiva. Tato akce se dotkne všech bytových jednotek. Tímto způsobem by se dalo ušetřit 20-30 % energie. Stěnami uniká největší část tepelné energie.

V úvodu své práce jsem psal, že hodlám zpracovat data také pomocí výpočetního programu Loisa 4. Výsledná data jsem zveřejnil v Obr. 17 až Obr. 29.

7. Bibliografie

Literatura:

- [1] DAHLSVEEN, T.; PETRÁŠ, D.; HIRŠ, J.: Energetický audit budov, přel. M. Teuchnerová, Bratislava: Jaga group, v.o.s., 2003. 295 s.
- [2] ŘEHÁNEK, J.; JANOUŠ, A.; KUČERA, P.; ŠAFRANEK, J.: Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov. Praha: Grada, 2002. 247 s.
- [3] TYWONIAK, J.: Nízkoenergetické domy: principy a příklady. Praha: Grada, 2005. 193 s.
- [4] GABDYL, M.: Okenní výplně stavebních otvorů. Brno: VUT, 2003.
- [5] CIHLÁŘ, J.: Pasivní domy. Brno: Centrum pasivního domu, 2007.
- [6] PROCHÁZKA, J.: Chcete ušetřit buďte chytří, in Benešovský deník, 6. 1. 2012, s. 2
- [7] NOVÁK, J.: Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov, Praha: Grada, 2008. 203 s.
- [8] ISOVER: Multi-comfort House, Častolovice: Saint-Gobain Isover, 2007.

Legislativní dokumenty a normy:

- [1] Zákon 406/2000 Sb. ze dne 25.října 2000 o hospodaření s energií
- [2] Vyhláška 213/2001 Sb. „Podrobnosti a náležitosti energetického auditu“
- [3] Vyhláška č. 153/2001 Sb. kterou se stanoví podrobnosti určení účinnosti užití energie při přenosu, distribuci a vnitřním rozvodu elektrické energie
- [4] Vyhláška č. 150/2001 Sb. Ze dne 12.dubna 2001. Vyhláška ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu teplené energie
- [5] Vyhláška č. 151/2001 Sb. Ze dne 12.dubna 2001. Vyhláška ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie.
- [6] ČSN 73 0540: 2 Tepelná ochrana budov, změna 2005
- [7] ČSN 73 0504-3:
- [8] ČSN 73 0504-4:

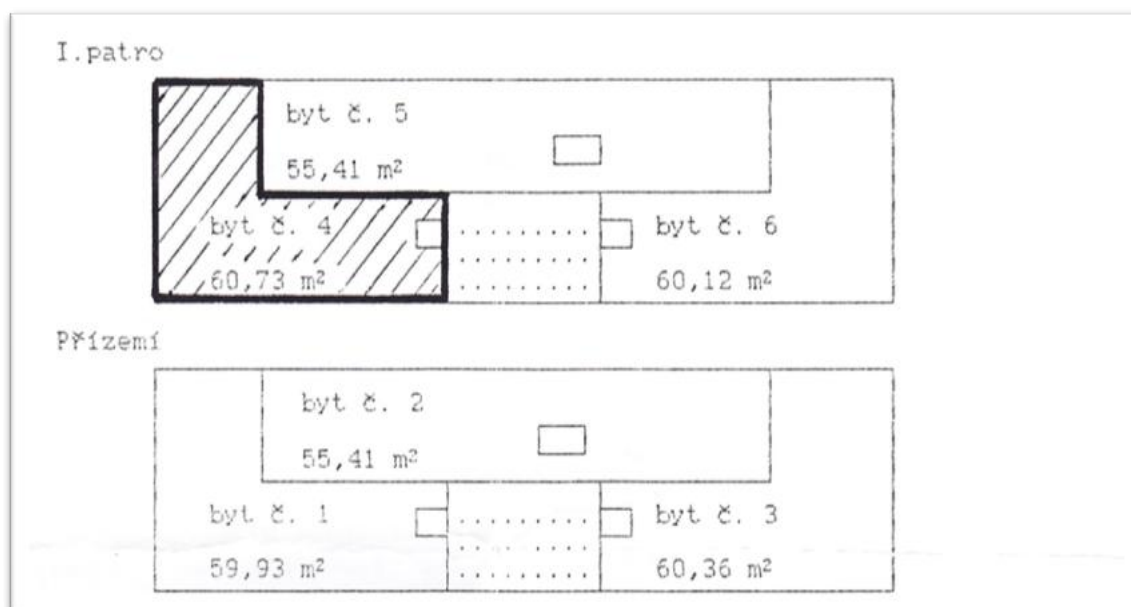
Internet:

- [1] <http://www.tepelnymost.cz/> - 6.10.2011
- [2] <http://www.worldenergy.org/> - 4.3. 2011
- [3] <http://www.mpo.cz/> - 4.3.2011
- [4] <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/uspory-energie/usporna-opatreni-v-rodinnych-domech> - 11.10. 2011
- [5] <http://www.tzb-info.cz/2592-denostupne-teorie-k-vypocetni-pomucce> - 11.10.2011
- [6] <http://pasivnidomy.cz> – 6.10. 2011
- [7] <http://www.e-c.cz> – 4.3. 2011
- [8] <http://www.zelenausporam.cz> – 4.12. 2011
- [9] <http://www.iea.org> – 4.3. 2011
- [10] <http://www.opop.cz/> – 20.10.2011
- [11] <http://www.geusokna.cz> – 20.10. 2011
- [12] [http://www.testo-international.com/online/abaxx-;jsessionid=4710419733A117E15EAF930FB54AC23?\\$part=PORTAL.INT.Applications&\\$event=show-from-content&externalid=opencms:/Sites/INT/SharedDocuments/DownloadsINT/880_875/](http://www.testo-international.com/online/abaxx-;jsessionid=4710419733A117E15EAF930FB54AC23?$part=PORTAL.INT.Applications&$event=show-from-content&externalid=opencms:/Sites/INT/SharedDocuments/DownloadsINT/880_875/) - 15.3. 2012

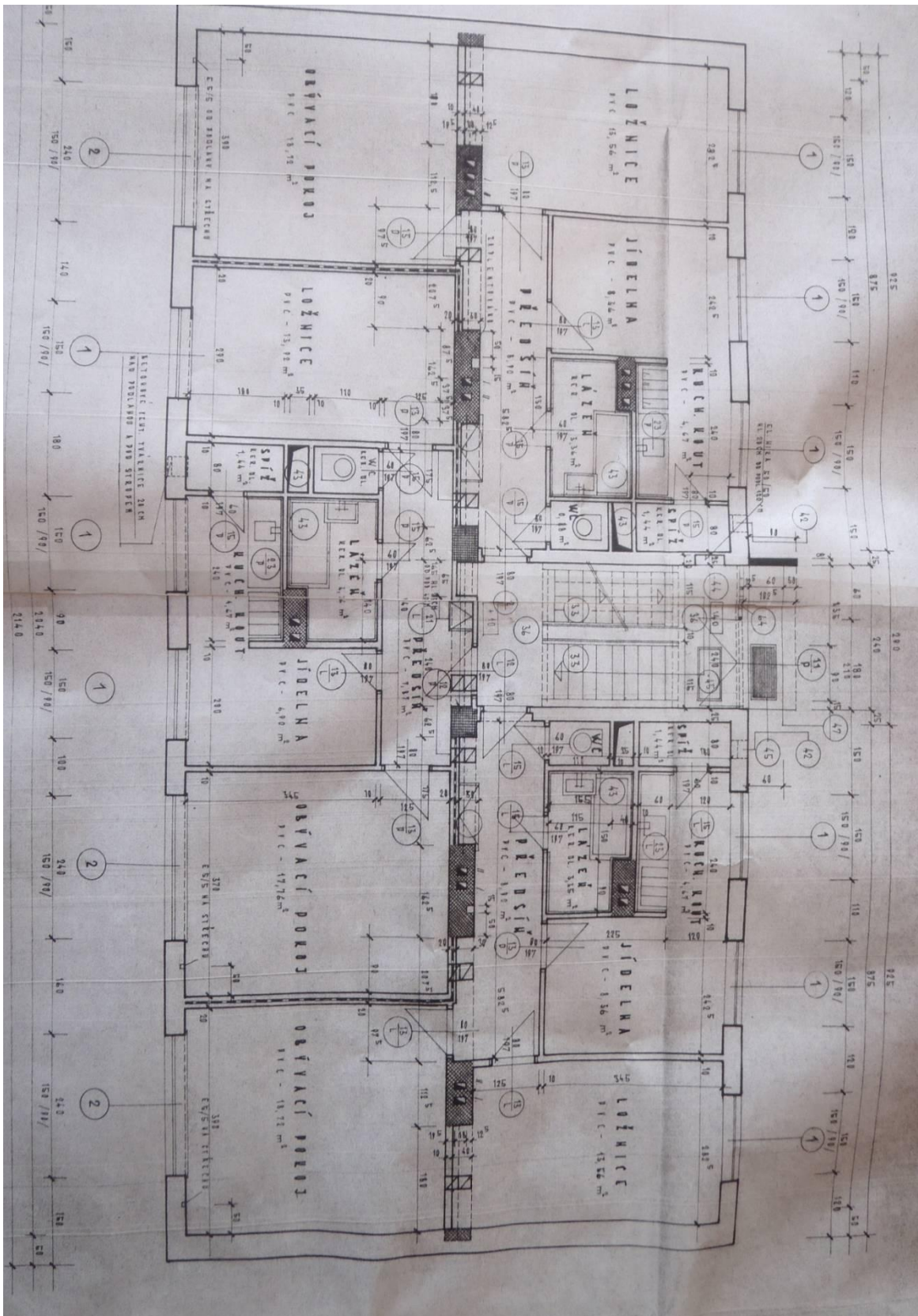
Přílohy



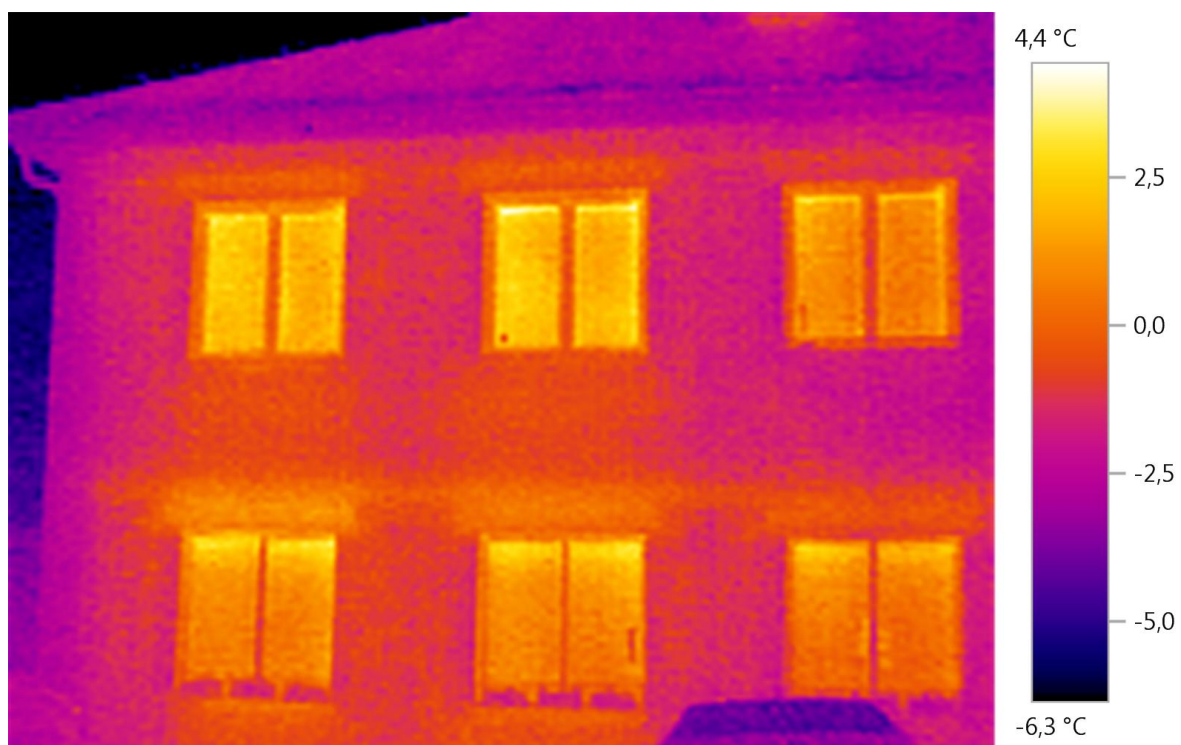
Příloha 1 - Situační plán bytovky v měřítku 1:3570



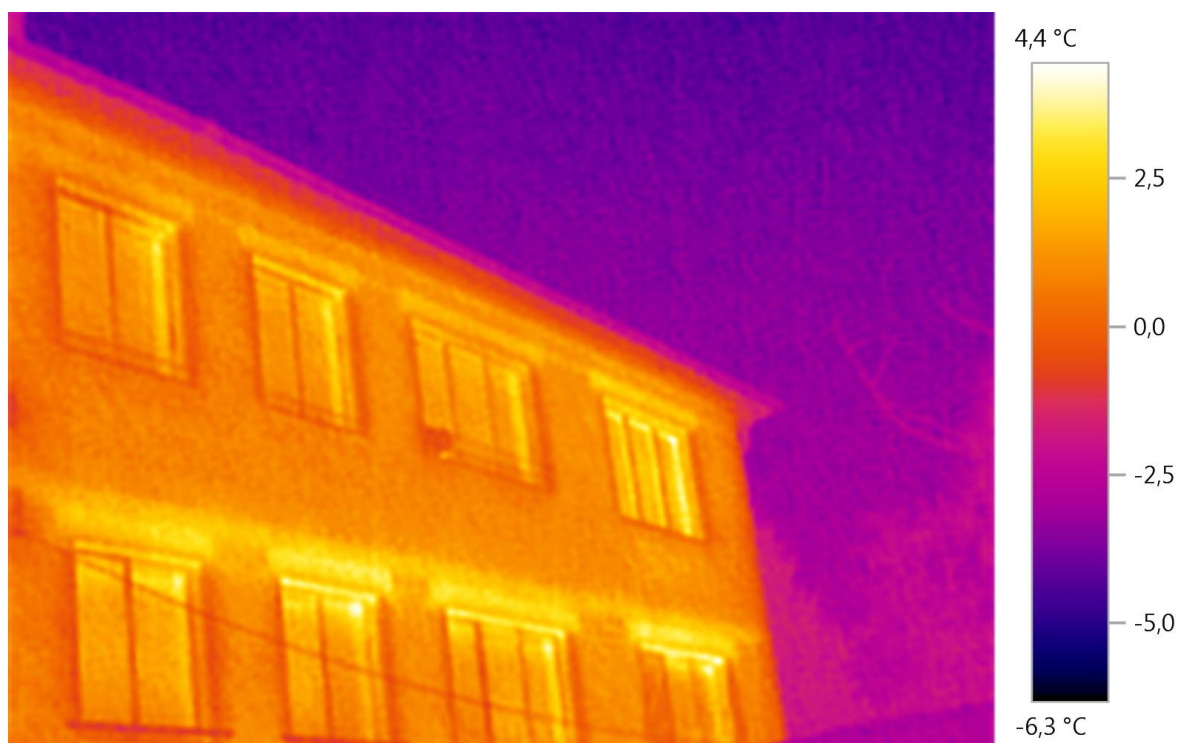
Příloha 2 - Situační plán bytů. Byť číslo 4. zateplený, byť číslo 5 orientovaný z vyšší části na jih a byť č. 1 nezateplený.



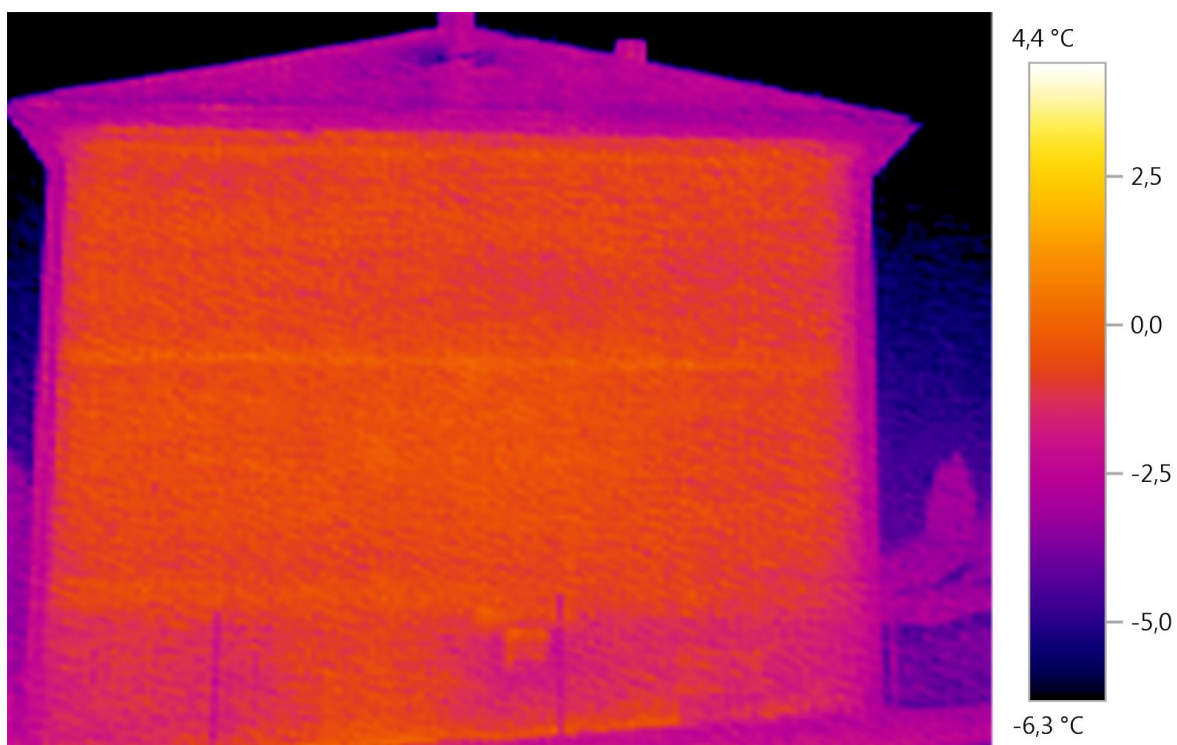
Příloha 3 - Plán prvního patra (přízemí přesně kopíruje první patro)



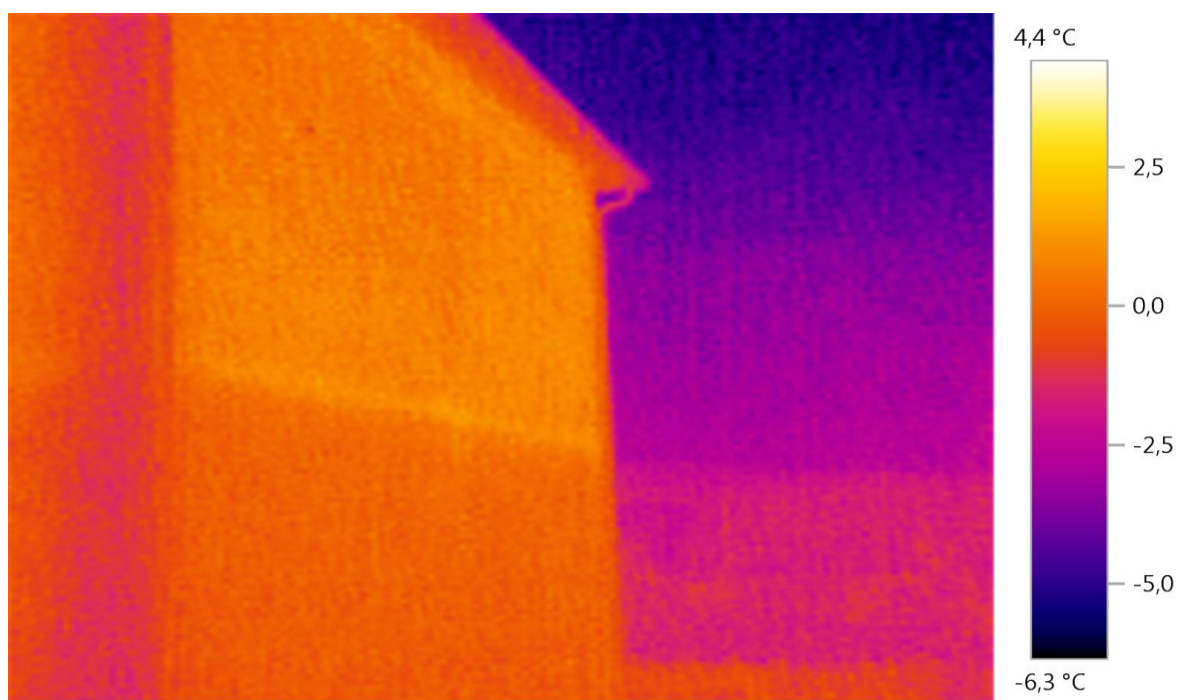
Příloha 4 - Severní stěna budovy. Horní patro byt 1, dolní patro byt 3



Příloha 5 - Jižní strana budovy



Příloha 6 - Východní strana budovy



Příloha 7 - Západní strana budovy

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení Společenství vlastníků Adresa budovy Líšno 68, Celková podlahová plocha: 60.73			Hodnocení budovy	
			stávající stav	po realizaci doporučení
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			353.89	353.89
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			77.37	77.37
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
75.5 %	0 %	0.0 %	23.6 %	0.8 %
Doba platnosti průkazu		3.7.2012		
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení Jiří Peroutka Osvědčení č.		

Obr. 17- Průkaz energetické náročnosti budovy

Průkaz energetické náročnosti budovy

Zpracováno programem Louisa, verze 4.1, vydavatel Energy Consulting, www.e-c.cz dle vyhl. 148/2007 Sb.

(1) Protokol

a) identifikační údaje

Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Lišno 68 25751
Účel budovy:	Bytový dům
Kód obce:	
Kód katastrálního území:	
Parcelní číslo:	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	
<input type="checkbox"/> Nová budova	<input checked="" type="checkbox"/> Změna stávající budovy
<input type="checkbox"/> Umístění na veřejně přístupném místě podle § 6a odst. 6 zákona č. 406/2000 Sb.	

b) typ budovy

<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Hotel a restaurace
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Nemocnice	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Sportovní zařízení	<input type="checkbox"/> Budova pro velkoobchod a maloobchod	
<input type="checkbox"/> Jiný druh budovy - připojte jaký:		

Obr. 18 - Protokol str. 1

c) užití energie v budově

1. stručný popis energetického a technického zařízení budovy

2. druhy energie užívané v budově

<input checked="" type="checkbox"/> Elektrická energie	<input type="checkbox"/> Tepelná energie	<input type="checkbox"/> Zemní plyn
<input checked="" type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	<input type="checkbox"/> Koks
<input type="checkbox"/> TTO	<input type="checkbox"/> LTO	<input type="checkbox"/> Nafta
<input type="checkbox"/> Jiné plyny	<input type="checkbox"/> Druhotná energie	<input type="checkbox"/> Biomasa
<input type="checkbox"/> Ostatní obnovitelné zdroje - připojte jaké:		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva - připojte jaká:		

3. hodnocená dílčí energetická náročnost budovy EP

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění (EP_H)	<input checked="" type="checkbox"/> Příprava teplé vody (EP_{DHW})
<input type="checkbox"/> Chlazení (EP_C)	<input checked="" type="checkbox"/> Osvětlení (EP_{Ligh})
<input checked="" type="checkbox"/> Mechanické větrání (vč. zvlhčování) ($EP_{AUX; Fans}$)	

d) technické údaje budovy

1. stručný popis budovy

Obr. 19 - Protokol str. 2

2. geometrické charakteristiky budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné budovy (m ³)	96.67
Celková plocha obálky A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy (m ²)	273.22
Celková podlahová plocha budovy A _c (m ²)	60.73
Objemový faktor tvaru budovy A/V (m ² /m ³)	2.85

3. klimatické údaje a vnitřní výpočtová teplota

Klimatické místo	Benešov
Venkovní návrhová teplota v topném období Θ _e (°C)	-15.00
Převažující vnitřní výpočtová teplota v topném období Θ _i (°C)	20.00

4. charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A (m ²)	Součinitel prostupu tepla U (W/m ² .K)	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla HT (W/K)
okna zdvojená se 2 skly - Severní okna	9.00	1.50	15.52
okna zdvojená se 2 skly Jižní stěna	3.60	1.50	6.21
CD tl. cca 340mm STĚNA SEVER	15.00	1.30	19.50
CD tl. cca 340mm STĚNA JIH	5.84	1.30	7.59
CD tl. cca 340mm STĚNA východ	26.04	1.30	33.85
ŽB deska + 30mm tep. izolace + beton tl. cca 60mm + poly STROP	20.47	0.51	10.44
ŽB deska + 30mm tep. izolace + beton tl. cca 60mm - STROP bez chodby	76.20	0.71	54.10
betonová podlaha s potěrem nebo bez potěru tl. cca 300 mm	96.67	2.00	27.07
příčkovky THERM tl. 65 mm - souseď	20.40	2.84	8.11
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	(273.22)	(0.10)	(27.32)
Celkem	273.22		209.72

5. tepelné technické vlastnosti budovy

Požadavek podle § 6a Zákona	Hodnocení
1. Stavební konstrukce a jejich styky mají ve všech místech nejméně takový tepelný odpor, že jejich vnitřní povrchová teplota nezpůsobí kondenzaci vodní páry. (Ize převzít z projektové dokumentace nebo lze použít např. hodnocení typových detailů v KATALOGU TEPELNÝCH MOSTŮ, vydavatel Energy Consulting)	Ano
2. Stavební konstrukce a jejich styky mají nejvýše požadovaný součinitel prostupu tepla a číselný koeficient prostupu tepla. (Ize převzít z projektové dokumentace)	Ne
3. U stavebních konstrukcí nedochází k vnitřní kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti.	Ano
4. Funkční spáry vnějších výplňových otvorů mají nejvýše požadovanou nízkou průvzdušnost, ostatní konstrukce a spáry obvodového pláště budovy jsou téměř vzduchotěsné, s požadovanou nízkou celkovou průvzdušností obvodového pláště.	Ano
5. Podlahové konstrukce mají požadovaný pokles dotykové teploty, zajišťovaný jejich tepelnou jímavostí a teplotou na vnitřním povrchu. (Ize převzít z projektové dokumentace nebo lze použít např. hodnocení typových detailů v KATALOGU TEPELNÝCH MOSTŮ, vydavatel Energy Consulting)	Ano
6. Místnosti (budova) mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimním i letním období, snižující riziko jejich přílišného chladnutí a přehřívání.	Ano
7. Budova má požadovaný nízký průměrný součinitel prostupu tepla obvodového pláště U _{em}	Ne

Pozn. Hodnoty 1., 2., 3. převzaty z projektové dokumentace.

Obr. 20 - Protokol str. 3

6. vytápění

Topný systém budovy				
Typ zdroje energie	Kotel			
Použité palivo	Brikety			
Jmenovitý tepelný výkon kotle (kW)	19			
Průměrná roční účinnost zdroje energie (%)	80	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření	<input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Roční doba využití zdroje (hod./rok)	900	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření	<input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje energie				
Údržba zdroje energie	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	<input type="checkbox"/> Není	
Převažující typ topné soustavy				
Převažující regulace topné soustavy				
Rozdělení topných větví podle orientace budovy	<input type="checkbox"/> Ano		<input checked="" type="checkbox"/> Ne	
Stav tepelné izolace rozvodů topné soustavy ⁵				

7. dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění

	Bilanční
Dodaná energie na vytápění $Q_{TUEL,H}$ (GJ/rok)	57.63
Spotřeba pomocné energie na vytápění $Q_{AD,H}$ (GJ/rok)	0.81
Energetická náročnost vytápění $EP_H = Q_{TUEL,H} + Q_{AD,H}$ (GJ/rok)	58.44
Energetická náročnost vytápění referenční budovy $R_{TUEL,H}$ (GJ/rok)	
Měrná spotřeba energie na vytápění vztahovaná na celkovou podlahovou plochu $EP_{H,A}$ (kWh/(m ² .rok))	267.30

8. větrání a klimatizace

Mechanické větrání				
Typ větracího systému				
Tepelný výkon (kW)				
Jmenovitý elektrický příkon systému větrání (kW)				
Jmenovité průtokové množství vzduchu (m ³ /hod)				
Převažující regulace větrání				
Údržba větracího systému	<input type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	<input type="checkbox"/> Není	
Zvlhčování vzduchu				
Typ zvlhčovací jednotky				
Jmenovitý příkon systému zvlhčování (kW)				
Použité médium pro zvlhčování	<input type="checkbox"/> Pára		<input type="checkbox"/> Voda	
Regulace klimatizační jednotky				
Údržba klimatizace	<input type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	<input type="checkbox"/> Není	
Stav tepelné izolace VZT jednoky a rozvodů				

Chlazení			
Druh systému chlazení			
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje chladu (kW)			
Jmenovitý chladicí výkon (kW)			
Převažující regulace zdroje chladu			
Převažující regulace chlazeného prostoru			
Údržba zdroje chladu	<input type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	<input type="checkbox"/> Není
Stav tepelné izolace rozvodů chladu ⁷			

9. dílčí hodnocení energetické náročnosti mechanického větrání (včetně vlhčování)

	Bilanční
Spotřeba pomocné energie na mech. větrání $Q_{Aux; Fans}$ (GJ/rok)	0.00
Dodaná energie na vlhčování $Q_{fuel, Hum}$ (GJ/rok)	0.00
Energetická náročnost mechanického větrání (včetně vlhčování) $EP_{Aux; Fans} = Q_{Aux; Fans} + Q_{fuel, Hum}$ (GJ/rok)	0.00
Energetická náročnost mechanického větrání referenční budovy $R_{iq, V}$ (GJ/rok)	
Měrná spotřeba energie na mech. větrání vztážená na celkovou podlahovou plochu $EP_{Fans, A}$ (kWh/(m ² .rok))	0.00

10. dílčí hodnocení energetické náročnosti chlazení

	Bilanční
Dodaná energie na chlazení $Q_{fuel, C}$ (GJ/rok)	
Spotřeba pomocné energie na chlazení $Q_{Aux, C}$ (GJ/rok)	
Energetická náročnost chlazení $EP_C = Q_{fuel, C} + Q_{Aux, C}$ (GJ/rok)	
Energetická náročnost chlazení referenční budovy $R_{iq, C}$ (GJ/rok)	
Měrná spotřeba energie na chlazení vztážená na celkovou podlahovou plochu $EP_{C, A}$ (kWh/(m ² .rok))	

11. příprava teplé vody (TV)

Druh přípravy TV	Boiler		
Systém přípravy TV v budově	<input type="checkbox"/> Centrální	<input checked="" type="checkbox"/> Lokální	<input type="checkbox"/> Kombinovaný
Použitá energie	Elektřina		
Jmenovitý příkon pro ohřev TV (kW)	220		
Průměrná roční účinnost zdroje přípravy (%)	80	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření
Objem zásobníku TV (litry)	50		
Údržba zdroje přípravy TV	<input type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	<input checked="" type="checkbox"/> Není
Stav tepelné izolace rozvodů TV ⁷			

Obr. 22 - Protokol str. 5

12. dílčí hodnocení energetické náročnosti přípravy teplé vody

	Bilanční
Dodaná energie na přípravu TV $Q_{\text{fuel,DHVV}}$ (GJ/rok)	18.29
Spotřeba pomocné energie na přípravu TV $Q_{\text{Aux,DHVV}}$ (GJ/rok)	0.00
Energetická náročnost přípravy TV $EP_{\text{DHVV}} = Q_{\text{fuel,DHVV}} + Q_{\text{Aux,DHVV}}$ (GJ/rok)	18.29
Energetická náročnost přípravy TV referenční budovy $R_{\text{rq,DHVV}}$ (GJ/rok)	
Měrná spotřeba energie na přípravu TV vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{\text{DHVV,A}}$ (kWh/m ² .rok)	83.66

13. osvětlení

Typ osvětlovací soustavy	Žárovky a zářivky
Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	960
Způsob ovládání osvětlovací soustavy	manuální

14. dílčí hodnocení energetické náročnosti osvětlení

	Bilanční
Dodaná energie na osvětlení $Q_{\text{fuel,Light,E}}$ (GJ/rok)	0.64
Energetická náročnost osvětlení $EP_{\text{Light,E}} = Q_{\text{fuel,Light,E}}$ (GJ/rok)	0.64
Energetická náročnost osvětlení referenční budovy $R_{\text{q,Light}}$ (GJ/rok)	
Měrná spotřeba energie na osvětlení vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{\text{Light,A}}$ (kWh/(m ² .rok))	2.93

15. ukazatel celkové energetické náročnosti budovy

	Bilanční
Energetická náročnost budovy EP (GJ/rok)	77.37
Energetická náročnost referenční budovy R_{rq} (GJ/rok)	
Vyjádření ke splnění požadavků na energetickou náročnost budovy	Mimořádně neekonomický
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu EP_{A} (kWh/(m ² .rok))	353.89
Třída energetické náročnosti hodnocené budovy	G

e) energetická bilance budovy pro standardní užívání

1. dodaná energie z vnější strany systémové hranice budovy stanovená bilančním hodnocením

Energonositel	Vypočtené množství dodané energie	Energie skutečně dodaná do budovy	Jednotková cena
	GJ/rok	GJ/rok	Kč/rok
Celkem	0,00	0,00	0

2. energie vyrobená v budově

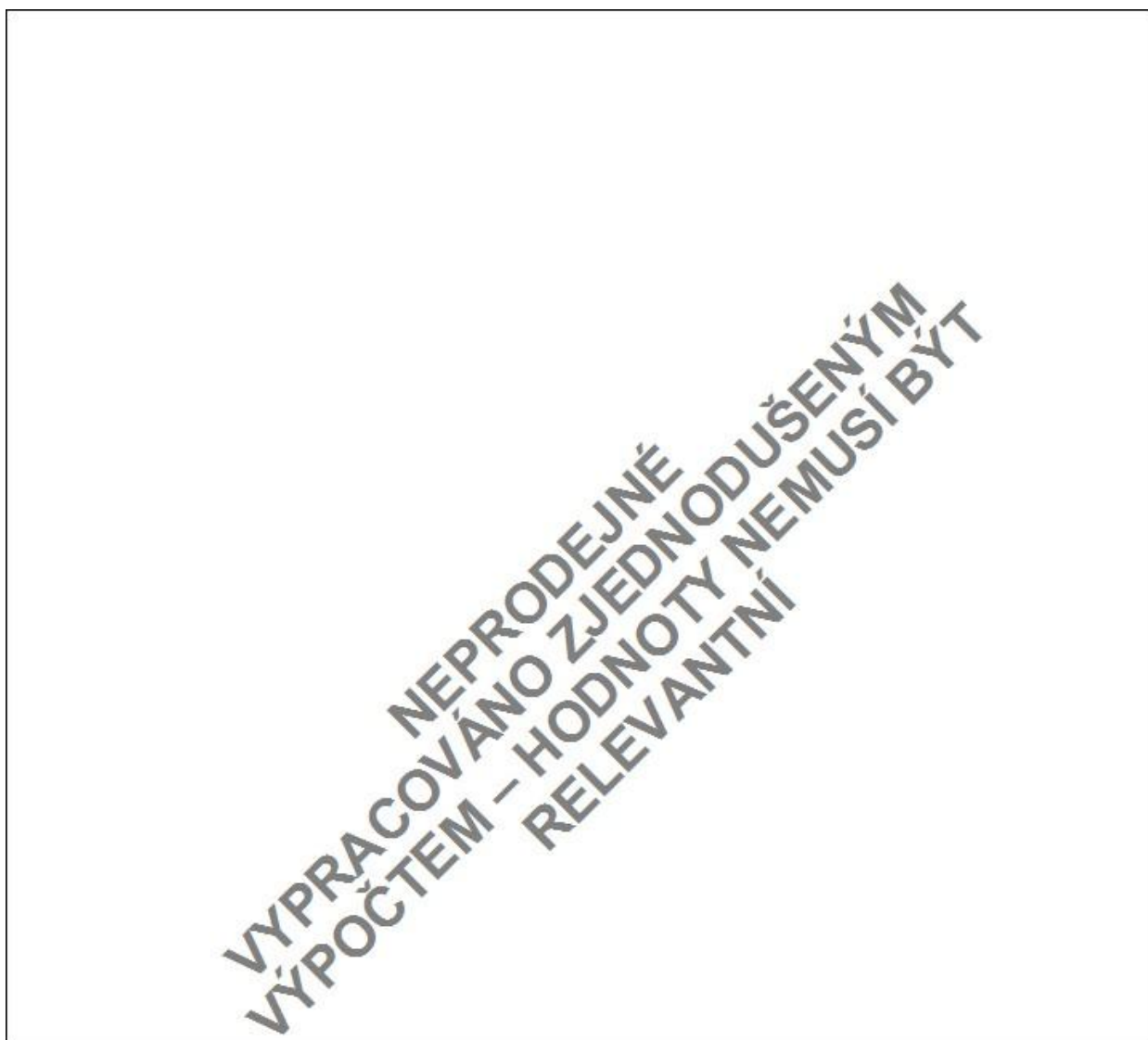
Druh zdroje energie	Vypočtené množství vyrobené energie
	GJ/rok
Celkem	0,00

f) ekologická a ekonomická proveditelnost alternativních systémů a kogenerace u nových budov s podlahovou plochou nad 1 000 m²

<input type="checkbox"/> Místní obnovitelný zdroj energie	<input type="checkbox"/> Kogenerace
<input type="checkbox"/> Dálkové vytápění nebo chlazení	<input type="checkbox"/> Blokové vytápění nebo chlazení
<input type="checkbox"/> Tepelné čerpadlo	<input type="checkbox"/> Jiné

1. postup a výsledky posouzení ekologické a ekonomické proveditelnosti technicky dostupných a vhodných alternativních systémů dodávek energie

Obr. 24 - Protokol str. 7



g) doporučená technicky a ekonomicky vhodná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

1. doporučená opatření

Popis opatření	Úspora energie (GJ)	Investiční náklady (tis. Kč)	Prostá doba návratnosti
Úspora celkem se zahrnutím synergetických vlivů	0.00	0	

2. hodnocení budovy po provedení doporučených opatření

	Bilanční
Energetická náročnost budovy EP (GJ/rok)	77.37
Třída energetické náročnosti	G
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu (kWh/m ² .rok)	353.89

Obr. 25 - Protokol str. 9

h) další údaje

1. doplňující údaje k hodnocené budově

VYPRACOVÁNO NEPRODEJNĚ
VÝPOČTEM – HODNOTY NEMUSÍ BÝT
RELEVANTNÍ

2. seznam podkladů použitých k hodnocení budovy

VYPRACOVÁNO NEPRODEJNĚ
VÝPOČTEM – HODNOTY NEMUSÍ BÝT
RELEVANTNÍ

(2) Doba platnosti průkazu zpracovatele

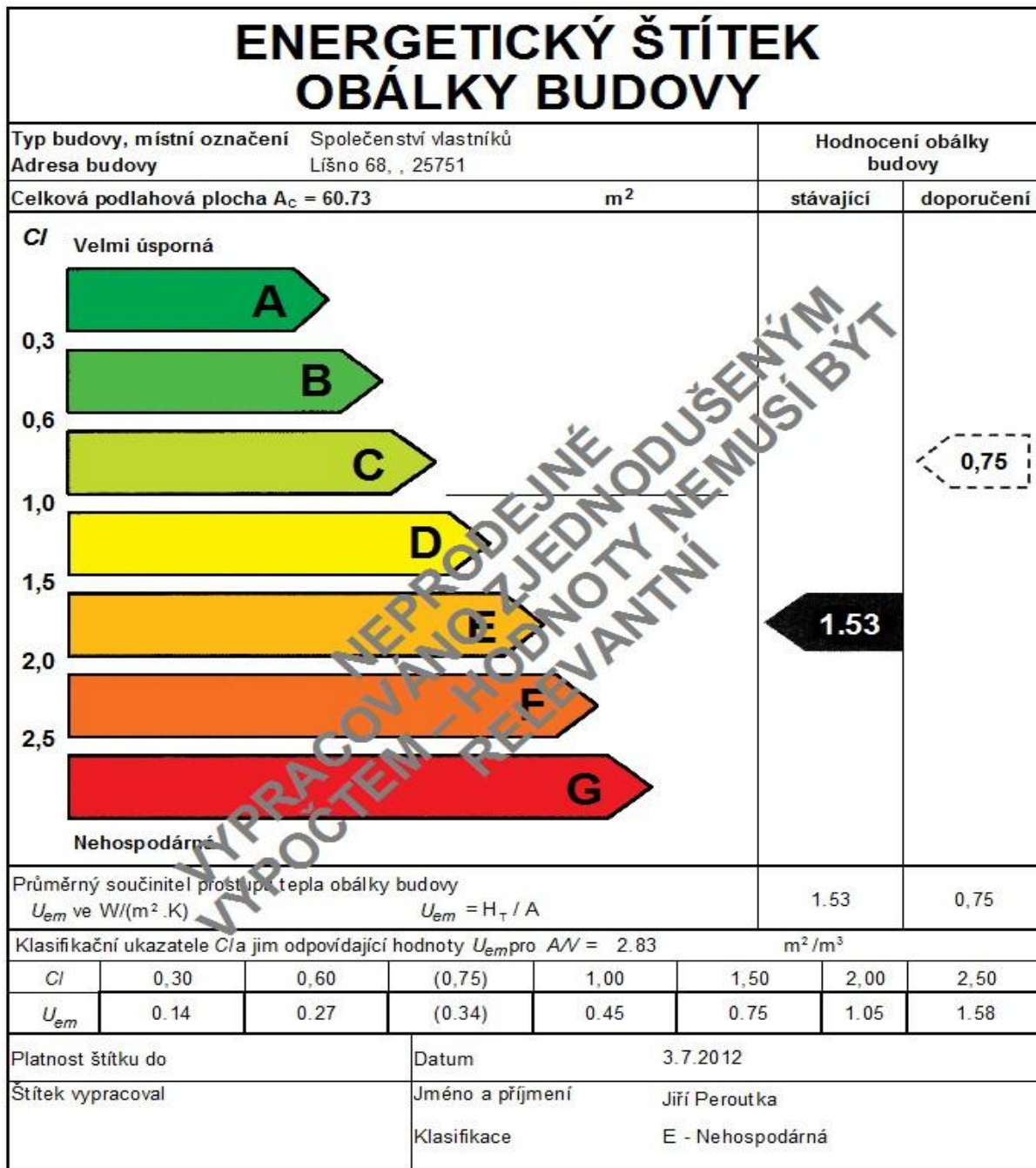
Doba platnosti průkazu 3.7.2012

Průkaz vypracoval Jiří Peroutka

Osvědčení č.

Dne: 3.7.2011

ČSN 73 0540-2



Obr. 27 - Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Zpracováno programem Louisa, verze 4.1, vydavatel Energy Consulting, www.e-c.cz dle ČSN 73 0540-2/2007.

Identifikační údaje

Druh stavby (např. rodinný dům, nemocnice, hotel...) Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	bytový dům Líšno 68, , 25751
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa Telefon / E-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničující objem budovy Objemový faktor tvaru budovy A / V	96.67 m ³ 273.22 m ² 2.83 m ³ /m ²
Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{in} Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	20 °C -15 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných součástí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A (ΣA_i) [m ²]	Součinitel (činitel) prostupů tepla U_i ($\Sigma \psi_k \cdot I_k + \Sigma \chi_i$)/A _i [W/(m ² .K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupů tepla $U_{N,tq}$ ($U_{N,tc}$) [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_m = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ ($\Sigma \psi_k \cdot I_k + \Sigma \chi_i$) [W/K]
okna zdvojená se 2 skly - Severní okna	9.0	1.5	1.7/(1.2)	1.15	15.52
okna zdvojená se 2 skly Jižní stěna	3.6	1.5	1.7/(1.2)	1.15	6.21
CD tl. cca 340mm STĚNA SEVER	15.0	1.3	0.38/(0.25)	1.00	19.5
CD tl. cca 340mm STĚNA JIH	5.8	1.3	0.38/(0.25)	1.00	7.59
CD tl. cca 340mm STĚNA východ	26.0	1.3	0.38/(0.25)	1.00	33.85
ŽB deska + 30mm tep. izolace + beton tl. cca 60mm + poly STROP	20.5	0.51	0.24/(0.16)	1.00	10.44
ŽB deska + 30mm tep. izolace + beton tl. cca 60mm - STROP bez chodby	76.2	0.71	0.24/(0.16)	1.00	54.1
betonová podlaha s potěrem nebo bez potěru tl. cca 300 mm	96.7	2	0.6/(0.4)	0.14	27.07
příčkovky THERM tl. 65 mm - souseď	20.4	2.84	0.6/(0.4)	0.14	8.11
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	(273.2)	(0.1)		(1,0)	27.322
Celkem	273.22				209.712

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle této normy.

Obr. 28 - Protokol str. 1

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta postupem tepla H_T	W/K	209.72
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0.77
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m ² ·K)	0.58
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0.45
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m ² ·K)	1.05

Požadavek na prostup tepla obálkou budovy je splněn.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A - B	0,3	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	0.14
B - C	0,6	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	0.27
(C1 - C2)	(0,75)	$(0,75 \cdot U_{em,rq})$	(0.34)
C - D	1,0	$U_{em,rq}$	0.45
D - E	1,5	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	0.75
E - F	2,0	$U_{em,rq} + 0,6$	1.05
F - G	2,5	$1,5 \cdot U_{em,s}$	1.58

Klasifikace:

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 3.7.2011

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Jiří Peroutka

Číslo osvědčení:

Podpis:

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.