



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV ENERGETICKÝ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

VLIV ZATEPLENÍ NA SPOTŘEBU TEPLA
BUILDING INSULATION INFLUENCE ON HEAT CONSUMPTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JIŘÍ LANGER

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ HEJČÍK, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jiří Langer

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem c.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vliv zateplení budovy na spotřebu tepla

v anglickém jazyce:

Building insulation influence on heat consumption

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V posledních letech je stále větší pozornost věnována úsporám energií. Tento trend se nevyhnul ani bytové výstavbě, kde jsou úsporná řešení vyžadována nejen u nově budovaných staveb, ale také u staveb revitalizovaných. Jednoznačně nejpoužívanější metodou snížení energetické náročnosti budovy je zateplení vnějšího pláště pomocí kontaktního zateplovacího systému, kde se očekávají úspory nákladu na vytápění v desítkách procent.

Cíle bakalářské práce:

Cílem práce je na základě spotřeby tepla na vytápění stanovit skutečné úspory tepla po zateplení bytových domů a porovnat je s hodnotami stanovenými v projektové dokumentaci.

Seznam odborné literatury:
www.tzb-info.cz

Vedoucí bakalářské práce : Ing. Jiří Hejčík, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012

V Brně, dne 24.10.2011

L.S.

doc. Ing. Zdeněk Skála, Csc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je na základě spotřeby tepla stanovit skutečné úspory tepla po zateplení a ty pak porovnat s hodnotami stanovenými teoretickým výpočtem. Velká část bakalářské práce je věnována způsobu zateplení, možnými variantami zateplení a též jakým způsobem by se zateplení mělo provést. Z vypracovaných dat je sestaven i histogram, který zobrazuje úspory, které byly dosaženy u sídlišť na Vinohradech, Líšni, Kamenném vrchu a Slatině. Taktéž je předveden graf zobrazující trend při správném, průměrném a nejméně vhodném zateplení. Vyhodnocujeme zde i teoretické úspory na ulici Oblé č. 56 s těmi reálnými.

ABSTRACT

The aim of this work is to study heat consumption and to specify real savings of heat after applying thermal insulation. These real savings will be compared with the savings, which were theoretically quantified. Main part of this thesis studies different types of thermal insulation and ways of applying of the thermal insulation. The histogram, which shows savings from settlement units at Vinohrady, Líšeň, Kamenný vrch and Slatina is also part of the thesis. Schema, which shows tendency of correct, ordinary and incorrect thermal insulation can be also found in this work. We analyze teoretical solution of savings on street Oblá no. 56 with real measurements.

KLÍČOVÁ SLOVA

Teplo, úspory, panelový dům, izolace, tepelné ztráty, zateplení

KEYWORDS

Heat, savings, block of flats, insulation, heat loss, thermal insulation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

LANGER, J. *Vliv zateplení budovy na spotřebu tepla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 41 s., 3 přílohy. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Hejčík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Svým podpisem prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s pomocí zdrojů uvedených v seznamu použité literatury.

V Brně dne 24.5. 2012

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jiří Hejčík, Ph.D. za připomínky, cenné rady a odborné vedení, které mi poskytl během psaní bakalářské práce.

OBSAH

1. Úvod	10
2. Odhad úspor	11
2.1 Celkový přehled úniku tepla	11
2.2 Velikost tepelných ztrát	12
2.3 Správné provedení zateplení	13
2.4 Kde zateplovat	14
2.4.1 Obvodové konstrukce	14
2.4.1.1 Zateplení z venkovní strany	15
2.4.1.2 Zateplení z vnitřní strany	15
2.4.2 Okna, dveře	16
2.4.2.1 Plísňe.....	17
2.4.3 Podlahy, stropy	18
2.4.4 Tepelné mosty	18
2.4.4.1 Systémové tepelné mosty.....	19
2.4.4.2 Nahodilé tepelné mosty.....	19
2.4.4.3 Tepelné vazby	19
2.5 Druhy tepelných izolací	19
2.5.1 Pěnové polystyreny (EPS)	20
2.5.2 Pěnový polyuretan (PUR)	20
2.5.3 Extrudovaný polystyrén (XPS)	21
2.5.4 Pěnové sklo	21
2.5.5 Celulóza (Climatizér plus)	21
2.6 Panelová soustava B70	22
2.6.1 Schéma typu sekcí	22
2.6.2 Základní charakteristika.....	22
2.6.3 Teoretické ztráty odvodem konstrukce.....	23
2.6.4 Teoretické ztráty získané tepelnými mosty.....	25
2.6.5 Teoretické ztráty získané infiltrací	25
2.6.6 Teoretické ztráty získané větráním.....	26
2.6.7 Očekávaná úspora panelového bytu B70.....	27
3. Vyhodnocení skutečné spotřeby panelových domů	28
3.1 Postup výpočtu úspor.....	28
4. Porovnání výsledků	30
4.1 Rozbor histogramu	30
4.2 Příklady ukázkových průběhů.....	31
4.3 Porovnání hodnot z ulice Oblé č. 56	32
5. Závěr	33
Seznam použitých zdrojů	34
Seznam použitých zkratk a symbolů	36
Seznam příloh	37

1. Úvod

Zateplujeme abychom snížili náklady. Nejde ale vždy jen o ně. Ulehčujeme tak i životnímu prostředí, kdy se snažíme výdej energie snížit na minimum a tudíž není potřeba toliko protopiti. Taktéž zabráníme vzniku plísní, které často doma máme a ani o nich nevíme. Ty obvykle bývají velmi problematické hlavně pro alergiky. A nemalou výhodou je také i vyšší povrchová teplota objektů. Což náš organismus pozitivně ocení.

Taktéž jednou z příčin zateplování domů je prodloužení jejich životnosti. V tomto případě se toho využívá u panelových domů, kde vnitřní uspořádání podléhá korozi, zatéká do spár a v zimě zdivo vydroluje. S tím úzce souvisí i vzhled budovy. Zateplení mnohdy promění stavbu k nepoznání. Snadná tvarovatelnost mnohdy vykouzlí různorodé obrazce, a tak se stane bydlení originální a dozajista kladně ovlivní psychiku, neboť pak budete mít o to větší chuť vracet se domů. Zateplení také může poskytnout v parných dnech potřebnou ochranu před horkem, které sálá venku. [2]

Musíme se pokusit využít veškerý potenciál, který nám domácnost nabídne a též si uvědomit, že např. při vaření, praní, osvětlení či spuštěním většiny elektronických zařízení se skrývá tepelná energie, kterou většinou ledabylým přístupem promrháme. Proto bychom si na začátku měli položit otázku, co vlastně zateplujeme. Dobré je mít na paměti, že napřed je třeba zainvestovat a teprve po čase se nám budou peníze vracet. Je proto velmi důležité provést hodně propočtů, na základě kterých pak vyhodnotíme, zda-li se izolace vůbec vyplatí.

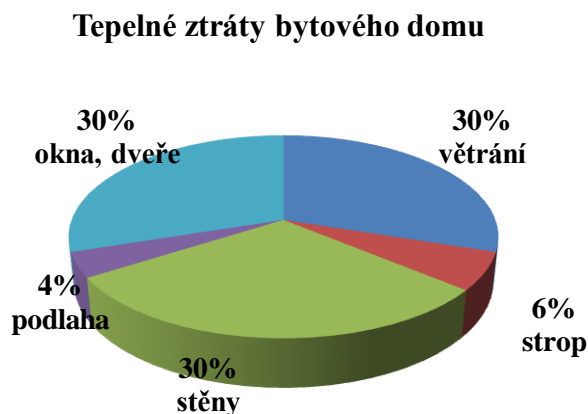
2. Odhad úspor

V této kapitole se zaměříme na to, kudy uniká nejvíce tepla, jak správně zateplit a jaké postupy by měly být dodržovány, aby k úniku nedocházelo.

2.1 Celkový přehled úniku tepla

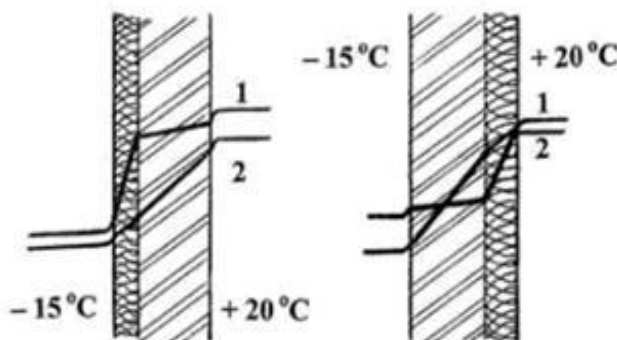
Prvně se podíváme na nejčastější úniky tepla.

Na obrázku č.1 je srovnáno, kudy ho uniká nejvíce:



Obr. č.1: Tepelné ztráty [4]

Jiný obrázek nám nabízí pohled na proces, jakým teplo prochází zdí :



Obr. č.2: Průběh teploty vzduchu a rosného bodu;

zleva – izolace z vnější strany budovy ; zprava - izolace z vnitřní strany budovy [1]

Z obrázku č.2 je zřejmé, že při izolaci z vnitřní strany se křivky 1 a 2 protnou a ve stěně může docházet ke kondenzaci (srážení) vlhkosti. Křivka č.1 ukazuje teplotu stavebního materiálu, křivka č.2 teplotu rosného bodu. Rosný bod je teplota, při které se začíná vlhkost srážet a vznikají vodní kapky. V místě, kde se podle obrázku č.2 křivky protnou, se v zimním období začne srážet vlhkost a cihly jsou uprostřed stěny vlhké. Řešení tohoto problému spočívá v přidání parozábrany na vnitřní stěnu. Lepším řešením však je provedení tepelné izolace z vnější strany budovy. [1]

2.2 Velikost tepelných ztrát

Stavební materiály mají různou schopnost propouštět teplo. Jejich charakteristickým znakem z hlediska tepelných ztrát je součinitel tepelné vodivosti λ . Jeho jednotkou je $W/m \cdot K$. Čím je jeho hodnota vyšší, tím více tepla materiál propustí. Srovnání vybraných stavebních materiálů přináší tabulka č.1:

Tab.č. 1: Srovnání tepelné vodivosti vybraných stavebních materiálů [1]

Druh materiálu	Tepelná vodivost λ [W/m·K]	tloušťka materiálu [cm]
izolační materiál	0,0200 - 0,0500	1
dřevo	0,0300 - 0,0400	1
děrovaná cihla	0,0380 - 0,0400	1
plná cihla	0,0390 - 0,0410	1
železobeton	0,0386 - 0,0414	1

Z tabulky č.1 je vidět, že vhodnými materiály pro stavbu obvodových stěn domu je dřevo nebo děrovaná cihla (termocihla) a k tomu vrstva dalšího kvalitního tepelně izolačního materiálu. U každého domu se velikost tepelných ztrát počítá přesně podle normy – tuto práci provádí projektanti. Stavebník panelového domu si však může sám předem spočítat přibližnou velikost tepelných ztrát domu.

Projekční kanceláře uvádí, že náklady na dobře zateplený dům jsou proti běžným domům vyšší o 10 až 20 %. Zateplením nízkoenergetických domů se investice zvyšují i o 30 %. Avšak dokonalé utěsnění domu nesmí být na úkor kvality vzduchu, zejména v obytných místnostech. Nutná výměna vzduchu zajišťuje splnění hygienických požadavků – v obytných místnostech se musí vyměnit veškerý vzduch nejméně jednou za 2 hodiny. V neobývaných místnostech je to za delší dobu, ale odvod vlhkosti a škodlivin se musí provádět i v nich.

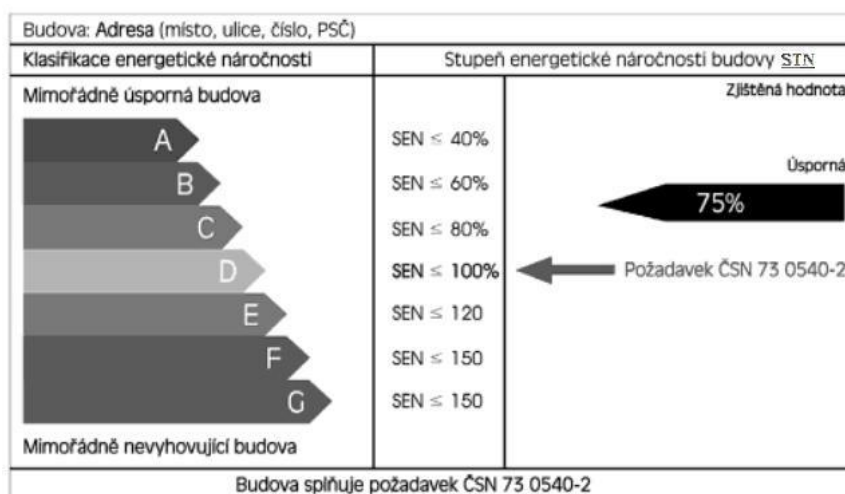
Ztráta, jež vznikne větráním, je nenávratná, ale můžeme ji zmírnit tím, že větrání bude velmi krátké, ale za to velmi intenzivní. Doporučuje se plné otevření oken na několik desítek sekund.[1]

2.3 Správné provedení zateplení

Při pokládání izolace se snažíme :

- Utěsnit spáry stavebních konstrukcí
- Odstranit tepelné mosty
- Vybrat správnou tepelnou izolaci (pozor na předimenzování)
- Pokrýt místa která tomu odpovídají

Pokud se rozhodujeme o výstavbě nového domu, je dobré se podívat na energetický štítek budovy. Pozorněji si ho můžeme prohlédnout na obrázku č. 3:



Obr.č.3: Ukázka energetického štítku budovy [4]

“Energetický štítek je graficky podobný průkazu energetické náročnosti budov (ENB), ovšem zahrnuje pouze tepelně technické vlastnosti budovy a hodnotí pouze potřebu energie na vytápění pomocí celkové měrné roční potřeby tepla na vytápění, shodně jako je uvedeno ve vyhlášce č. 291/2001 Sb. Energetický štítek není povinná součást stavební dokumentace, nicméně bývá požadován a výsledný údaj stupně tepelné náročnosti (STN), dříve stupeň energetické náročnosti (SEN) je pouze duplicitním vyjádřením údajů obsažených v energetickém průkazu budovy dle vyhlášky č. 291/2001 Sb. V souhrnu stručně řečeno - v současné době existují dva dokumenty, z nichž energetický průkaz budovy přestává platit 31. 12. 2008. Od 1. ledna bude plně nahrazen průkazem ENB, který se bude skládat za dvou níže uvedených částí. Energetický štítek je pouze součástí normy ČSN 73 0540, je nepovinný a jeho požadavek není legislativně zakotven. Jeho vystavení je dobrovolné a nesouvisí s požadavky směrnice 2002/91/EC.“ [6]

2.4 Kde zateplovat

Rozhodující vliv na velikost spotřeby tepla má:

- tepelná ztráta obvodovými stěnami, podlahou, střechou, okny a dveřmi;
- správné nastavení teploty vzduchu ve vytápěných místnostech;
- regulace jednotlivých částí otopné soustavy;
- řízené větrání a výměna vzduchu;
- překážky cirkulace vzduchu;
- činnost lidí ve vytápěných místnostech.

Všechny uvedené body, mohou významným způsobem ovlivnit celkovou spotřebu tepla, a tím provozní náklady na vytápění domu či bytu.

2.4.1 Obvodové konstrukce

Jak už bylo řečeno výše, tepelná izolace musí mít pochopitelně dostatečnou tloušťku. Z vnitřku se dělá parotěsná izolace a z vnějšku musí být difuzně otevřená neprodyšná vrstva. Ta zabrání pronikání vzduchu. Buď můžeme postupovat podle norem, které se velmi často mění, a nebo budeme muset spoléhat na svůj zdravý rozum či radu vyškoleného odborníka s dlouholetou praxí. Rozumu dále použijeme při volbě izolantu. [2]

Existují dva přístupy zateplení z vnějšku:

- Kontaktní, která je v přímém kontaktu se zdí.
- Odvětrávací, která není v přímém kontaktu se zdí (mezi zdí a izolantem je vzduchová mezera, která vyúsťuje do horního a spodního prostoru). [2]

V poslední době hodně lidí dává přednost stavbám z betonových tvárnic, v nichž se používá vnitřní zateplení. Vytápí se menší prostor než při vnějších izolacích a konstrukce mají minimální akumulaci, což přijde k užítku v době, kdy v objektu nikdo není. Nesmíme opomenout vznik tepelných mostů, který je v tomto případě běžný. Jejich důsledné vyřešení je totiž nutnou podmínkou pro bezchybný provoz staveb s vnitřním zateplením. Hrozí tu i dilatování objektu. Nelze však obecně říci, že tyto konstrukce s vnitřním zateplením jsou nevýhodné, protože mají malou akumulaci tepla a protože tepelné izolace se mají dávat z vnější strany kvůli průběhům teplot v konstrukcích. [1]

2.4.1.1 Zateplení z venkovní strany

Má řadu výhod i nevýhod. Hlavní výhody vnější tepelné izolace:

- snížení tepelné ztráty;
- zvýšení akumulární schopnosti domu;
- nezmenší se vnitřní prostor místnosti;
- při práci se nenarušuje provoz v domě;
- zdivo obvodové stěny není vystaveno povětrnostním vlivům;
- izolací se odstraní nebo výrazně zmenší případné tepelné mosty;
- nová fasáda může snížit náklady na její údržbu.

Nevýhody vnější tepelné izolace:

- nutnost dostatečného prostoru pro manipulaci s materiálem;
- potřeba vypůjčit, odvést a postavit lešení;
- vyšší investiční náklady;
- zmenší se prostor u domu.

2.4.1.2 Zateplení z vnitřní strany

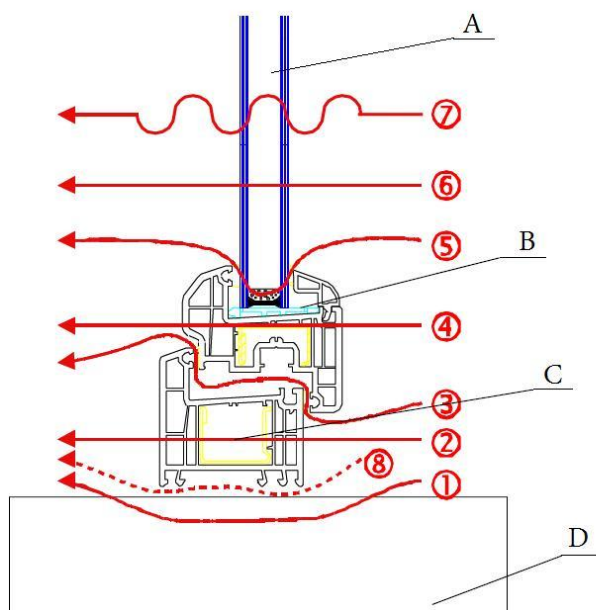
Nejlépe uděláme, když začneme zateplovat u novostaveb, protože je zde dobře známa konstrukce. Dodatečné tepelné izolace z vnitřní strany u starších domů nejsou jednoduché a při jejich provedení bychom měli znát složení zdiva. Což u domů z padesátých let je dosti problematické. Je proto vždy dobré přistupovat k věci s komplexním pohledem.

Zateplování z vnitřní strany s sebou přináší mnohá úskalí většinou v podobě kondenzace vodních par. Na navlhším zdivu potom mohou začít růst houby, které by později narušily celou konstrukci. Zateplení z vnitřní strany se pro panelové domy nepoužívá. [2]

2.4.2 Okna, dveře

Okna jsou nejslabším článkem tepelných izolací domů, protože propouští nejvíce tepla. Pokud budeme počítat tepelné ztráty, měli bychom přihlídnout k mnoha faktorům. Jednak orientaci ke světovým stranám, zastínění, propustnosti světla, velikosti a samozřejmě k tomu nejdůležitějšímu, zvolení konstrukce a materiálu. [2]

Okny uniká teplo mnoha způsoby, což si můžeme prohlédnout na obr.č 4:



A-zasklení

B- okenní křídlo

C-okenní rám

D-zdivo

únik tepla :

1- tepelnou vazbou (mostem) ostěním okna

2-prostupem skrz okenní rám

3-infiltrací mezi rámem a křídlem

4-skrz křídlo

5-tepelným mostem distančním rámečkem

6-prostupem skrz zasklení

7-radiací skrz zasklení

8-infiltrací mezi ostěním a okenním rámem

Obr. č.4: Znárodnění tepelného úniku skrz okno [2]

Samotnou izolaci oken nějak neovlivníme. Proto bychom neměli výběr okna podcenit a věnovat tomu dostatek času. Zde je pár zásadních bodů, nad kterými bychom se měli zamyslet, při volbě okna:

- Zasklení by mělo být zasazeno do okenního křídla minimálně 28 mm, jinak hrozí na okraji zasklení kondenzace vodní páry.
- Při prostupu tepla zasklením se zde projevují kovové distanční rámečky mezi skly. Jelikož jsou z hliníku (výjimečně ocelové či plastové), způsobují velký tepelný most v okrajích zasklení.
- Proti úniku tepla skrz zasklení je zde vložen plyn, který tomuto jevu zabraňuje. Ovšem takovýto plyn ztrácí svoji účinnost po 40 letech.
- Radiaci (tepelné záření) se snažíme omezovat různým pokovením skel, což zapříčiní jejich odrazivost pro tepelné paprsky v oblasti infračerveného záření, ale zároveň významně nesnižuje světelnou prostupnost.
- Skrz okenní rám, kde je dobré použít masivní profily. Nebo použití více komor, což je velmi časté u plastových oken.

- Tepelná vazba (tepelný most) mezi okenním rámem a ostěním. Nejlepší prevence úniku tepla je umístit na ostění tepelnou izolaci a teprve na ní osazovat okna.
- Vylepšit vlastnosti staršího okna můžeme také nalepením tepelně odrazivé fólie.
- Výměnou obyčejného skla za sklo pokovené, výměnou jednoho skla za dvojsklo, či přidáním třetího skla do plastového rámečku.

Rozhodující pro tyto úpravy je pochopitelně to, v jakém stavu se okno nachází, ale hlavně zda plánované úpravy okno konstrukčně vydrží.

Zranitelné jsou i střešní okna. Vhodné je použití límce z tepelné izolace. Vyplatí se mít pod střešními okny zdroj tepla, tedy radiátor či jiný teplomet.

Pokud neplánujeme výměnu starých oken za nové, tak poté nejjednodušším řešením je polepit okno plastovou pokovenou fólií. To však budeme muset šáhnout hluboko do peněženky. Jinou možností je použít další sklo, a to buď osazením dvojskla místo jednoduchého skla, a nebo přidat plastový rámeček obsahující přídavné sklo. U zdvojených oken je také řešením okenní křídla spojit napevno a místo dvou samostatných skel vložit jedno dvojsklo s pokovením a případně vyplněné tepelně izolačním plynem. [2]

2.4.2.1 Plísně

Plísně jsou všude tam, kde je vlhké či zatuchlé prostředí. Vlhkost je obsažená ve vzduchu, a když tomuto vzduchu necháme dostatek prostoru, kde se může hromadit a postupně srážet, přinese s sebou i tyto problémy.

Jeden z problémů vzniku plísní na oknech je, že okenní rám, okenní křídlo, nebo osazení skla je špatně provedeno či oslabeno tak, že dochází k povrchové kondenzaci vody. Stejně je to i okolo rámu. Zde je potřeba, aby rám i křídla byla dostatečně silná, nebo aby byla opatřena dostatečným počtem vhodně tvarovaných komor, popřípadě aby bylo ostění dostatečně izolováno.

Jiným způsobem může být špatné provětrávání netěsnostmi. Sama těsnost se pak stává nevýhodou. Naštěstí v dnešní době se s tím už počítá. Větrání je možné buď řízené nucené (např. u teplovzdušného vytápění) a nebo přirozené, kdy mají okna osazenou mikroventilační štěrbinu (nebo je okno opatřeno páčkou, která nám zajistí více poloh, mezi nimi je i taková, která umožňuje pootevření okna o několik milimetrů). Větrání je pochopitelně obvykle mírně intenzivnější u dřevěných oken, neboť tato okna musí mít větší spáry mezi okenním rámem a křídly. Je to dáno tím, že dřevo jest materiál pružný a v kontaktu s vodou se tato vlastnost projeví o to víc. Zejména u starších domů se slabou tepelnou izolací, nebo pokud je dům dodatečně tepelně izolován a tepelná izolace není důsledná, se v domě velmi často objevují místa s velmi studeným povrchem. Po výměně starých oken, která jsou netěsná nejen v místě funkční spáry mezi okenním rámem a křídlem, ale která jsou velmi často i netěsně osazena do ostění. Dojde zde k omezení větrání, což zapříčiní zvýšení relativní vlhkosti v budově, která vede ke kondenzaci vody a s ní souvisí zase tvorba plísní.

Můžeme tedy konstatovat, že pokud jsou okna dobře konstruovaná, tak při vhodném větrání nemají vliv na výskyt plísní. To je podmíněno také tím, že je dům dobře tepelně izolován. [2]

2.4.3 Podlahy a stropy

Nejen obvodové konstrukce, ale i stropy a podlahy si zaslouží naši pozornost. Dbát bychom měli na místa, kde dochází ke křížení částí kovů nebo místa, která obsahují mezery (např. ve styku pozednice s krovy, vázaného trámu, mezi kleštinami apod.). Měli bychom být zde více obezřetní a pečlivě každou spáru řádně izolací zatěsnit. Zabráníme tak pronikání vzduchu z exteriéru do interiéru (nejčastěji se nachází v oblasti vytrubkování elektroinstalace). Zde se nabízí možnost využít vhodné parotěsné zábrany. Externí vzduch ještě může způsobit jev zafukování do tepelné izolace. Ta se pak stává neúčinnou.

Pozor bychom si měli dát i na nosníky, které když špatně zaizolujeme, tak poslouží jako velký vodič chladu a v dobře vytopené místnosti se začne později srážet voda. Samozřejmě se nemusí jednat vždy o nosníky, ale i o jiné teplovodné konstrukce.

Při stavbě podkroví občas zastavíme část prostoru, neboť její výška je malá a z praktického hlediska nevyužitelná. Vznikají zde pak vzduchové kapsy, kde opět může kondenzovat voda. Je proto na místě, abychom tyto hluchá místa odvětrávali do exteriéru a pečlivě je zaizolovali ve styku s vytápěnými zdmi.

Při volbě vhodné izolace bychom měli přihlídnout k faktu, že izolace na střeše je obrácená směrem k vesmíru, tedy působí na ni vesmírný chlad, a proto čelí větším teplotním rozdílům. A naopak za bílého dne je vystavena slunečnímu záření, proto nesmí mít tepelně akumulovat, neboť by se interiér přehříval. A to přináší větší nároky na izolaci.

Umístění tepelné izolace záleží na druhu střechy. Pokud je střecha s krovy, izolaci umístíme mezi, popřípadě pod nebo nad ně. Setkáme se i s konstrukcí, kde máme panely položené na šikmé vazníky, které pak zakryjeme tepelnou izolací. [2]

Při zateplení posledního stropu, po kterém nebudeme chodit, ani ji jiným možným způsobem obývat, je doporučeno zaizolovat ho podle libosti. Čím víc, tím líp. Ovšem v rozumné cenové relaci.

V případě, kdy máme strop z betonu, lze položit desky pěnového polystyrénu, či minerální vaty, na ně separační fólii a dál vrstvu betonové mazaniny. Místo betonu lze použít i cetris nebo OSB desky. Jiná alternativa je použití nabetonování polystyrénbetonem, či lze na strop položit dřevěné trámký. Prostor mezi nimi vyplnit minerální vatou, nebo volně sypaným pěnovým polystyrénem. [2]

2.4.4 Tepelné mosty

Též znám jako tepelná vazba nebo tepelný styk dvou na sebe navazujících konstrukcí. Jedná se o místo v obvodové konstrukci, kterým uniká mnohem více tepelné energie, než v jejím okolí. Projevuje se jako chladnější místo v interiéru, naopak kdybychom byli venku, tak by toto místo bylo teplejší. Dnes je jim věnována mnohem větší pozornost, neboť jak se snažíme uspořit co možná nejvíce peněz, začínáme se poohlížet po každé možnosti, která lze vylepšit. Též je důležité poznamenat, že tepelné mosty jsou málo závislé na tepelně izolačních vlastnostech konstrukcí. Lze tedy říci, že pokud provedeme izolaci domu velmi pečlivě, musíme si dát pozor právě na tyto tepelné mosty, které se teď velkým dílem budou podílet na tepelných ztrátách. [2]

Typy tepelných mostů:

- a) Systémové
- b) Nahodilé
- c) Tepelné vazby

2.4.4.1 Systémové tepelné mosty

Mají periodický charakter a vždy se musí zavádět do výpočtů součinitele prostupu tepla konstrukcí. Jde například o krokve, mezi kterými je tepelná izolace v podkroví, o maltové lože u zděných staveb nebo o různé příčky u tepelně izolačních tvarovek, které jsou určeny pro prolití betonem.

2.4.4.2 Nahodilé tepelné mosty

Nemají periodický charakter a při jejich výpočtu pouze navýšíme součinitele prostupu tepla (dříve se zvyšoval součinitel prostupu tepla o 10 %, nyní je vhodnější volit přírážku $DU = 0,1$ až $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) a nebo ho do výpočtu zahrneme přesně spočítáním lineárního součinitele prostupu tepla a jeho vynásobením příslušnou délkou tepelného mostu.

2.4.4.3 Tepelnými vazbami

Jsou myšleny styky dvou různých konstrukcí. Nejde tedy o klasický tepelný most, kdy je tepelná izolace zeslabena či přerušena jinou konstrukcí, ale kde dochází ke zvýšenému tepelnému toku díky styku dvou a více různých konstrukcí, jako je například napojení stropní konstrukce na obvodovou stěnu, napojení stěny na okno, napojení stěny na základy apod. [7]

2.5 Druhy tepelných izolací

V dnešní době se využívá zejména polystyrénu, při zateplení panelových domů. Existuje však spousta jiných materiálů, která se může užít jako tepelných izolantů. Většinou se ale kvůli vysoké ceně nepoužívají.

Budeme sledovat jejich nejdůležitější vlastnosti, kterými jsou: součinitel tepelné vodivosti λ (čím je nižší, tím je tepelná izolace účinnější), difúzní faktor (udává prostupnost materiálu vodní parou), objemová hmotnost, pevnost, schopnost pohlcovat vlhkost, hořlavost, dnes velmi vnímaná vlastnost toxicita, tepelná stabilita a samozřejmě cena. Mějme též na paměti, že i když si zakoupíme dvě stejné izolační látky, ale budou od jiného výrobce, mohou se přesto velice lišit svými vlastnostmi. Ty bychom měli nalézt v certifikátu výrobku. [2]

Požadavky na tepelné izolace jsou uvedeny v normě ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov ("Tato norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí při jejich užívání, které zajišťují plnění základních požadavků na stavby, zejména hospodárné splnění základního požadavku na úsporu energie a tepelnou ochranu budov podle zvláštního předpisu a zajištění ochrany zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí.") [8]

Zde je výčet nejběžnějších izolačních materiálů, které se používají u nás v ČR:

2.5.1 Pěnové polystyreny (EPS)

Malá vzdušnost, jinými slovy zadusí budovu, hořlavý, uzavřená buněčná struktura, což způsobuje velkou nasákavost vlhkosti. Je však velmi cenově dostupný, a proto na něj můžeme narazit na každém rohu. Doslova. Je dodáván v nařezaných kvádrech. Objemová hmotnost se pohybuje kolem 20 kg/m^3 . Nevýhodami je rozpustnost organickými rozpouštědly a smršťování (které by mělo být uváděno výrobcí). [2]

Tab. č.2: Typy pěnových polystyrénů a jejich vlastnosti [3]

orientační hodnoty pro typ :	EPS 70 F	EPS 100 F	Styrotherm plus 70
napětí v tlaku [kPa]	70	100	70
krátkodobá nasákavost vlhkosti [%]	5	5	5
třída reakce na oheň	E	E	E
součinitel tepelné vodivosti λ [W/m·K]	0,037	0,035	0,0304
propustnost vodních par μ	40	40	40
objemová hmotnost [kg/m ³]	20	20	20

2.5.2 Pěnový polyuretan (PUR)

Objemová hmotnost se pohybuje okolo 35 až 120 kg/m^3 . Je odolný proti většině rozpouštědlům. Je velmi náchylný na UV záření, proto je dobré se proti němu chránit. [2]

Tab. č.3: Typy pěnových polyuretanů a jejich vlastnosti [9]

orientační hodnoty pro typ :	PUR 024/025	PUR 028/030
napětí v tlaku [kPa]	150	150
krátkodobá nasákavost [%]	2-5	2-5
tepelná stabilita [°C]	-50 až +90	-50 až +90
součinitel tepelné vodivosti λ [W/m·K]	0,025	0,030
propustnost vodních par μ	30-100	30-100
objemová hmotnost [kg/m ³]	min. 30	min. 30

2.5.3 Extrudovaný polystyrén (XPS)

Dražší varianta pěnového polystyrénu, ovšem s lepšími mechanickými vlastnostmi (uzavřená buněčná struktura). Nenasákavý, nedrolí se na kuličky a má stejnorodou strukturu oproti tomu pěnovému. [2]

Tab. č.4: Typy extrudovaných polysterénů a jejich vlastnosti [1]

orientační hodnoty pro typ :	XPS 30 SF	XPS 50 SF
napětí v tlaku [kPa]	300	500
nasákavost [%]	max 0,5	max 0,5
třída reakce na oheň	C1	C1
součinitel tepelné vodivosti λ [W/m·K]	0,035	0,035
propustnost vodních par μ	100-200	150-220
objemová hmotnost [kg/m ³]	30	35

2.5.4 Pěnové sklo

Vzniká napěněním skloviny. Póry jsou zde uzavřené, je tedy parotěsný a vodotěsný. Má podobné vlastnosti jako sklo a právě odtud si vysloužil jeho název. Jedná se o nehořlavý materiál s velkou pevností v tlaku. Objemová hmotnost se pohybuje mezi 150 až 170 kg/m³.

Zajímavostí je, že z něj můžeme vyrábět beton nebo maltu. Recyklovatelné, nehořlavé, zdravotně nezávadné. [2]

Tab. č.5: Vlastnosti pěnového skla [10]

orientační hodnoty	
napětí v tlaku [kPa]	700-1600
nasákavost [-]	nenasákavý
třída reakce na oheň	A1
součinitel tepelné vodivosti λ [W/m·K]	0,06
objemová hmotnost [kg/m ³]	150-170

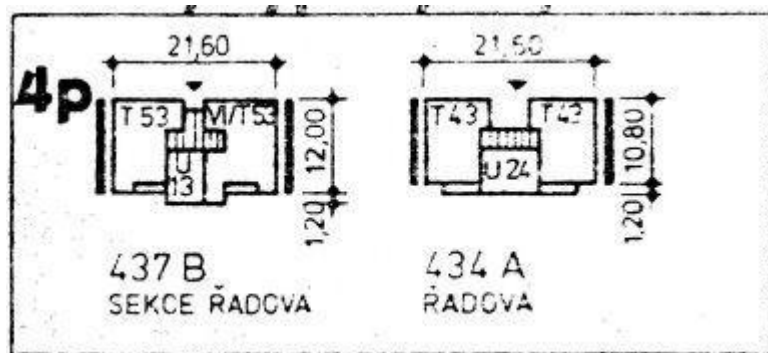
2.5.5 Celulóza (Climatizér plus)

Vyrábí se ze starého papíru a proto se impregnuje proti hoření a též proti biologickému napadení boraxem. Velmi nízká cena a zpracování na místě jsou jistě velkými přínosy tohoto materiálu. Celulóza má vysokou nasákavost. Ta u izolačních materiálu není příliš příznivá, avšak v tomto případě, kdy ji impregnujeme, je to velmi příznivá vlastnost. Nebo taková kapilární vztlakovost, kdy jako houba nasákne vodu a přenesení ji do sušších míst. [2]

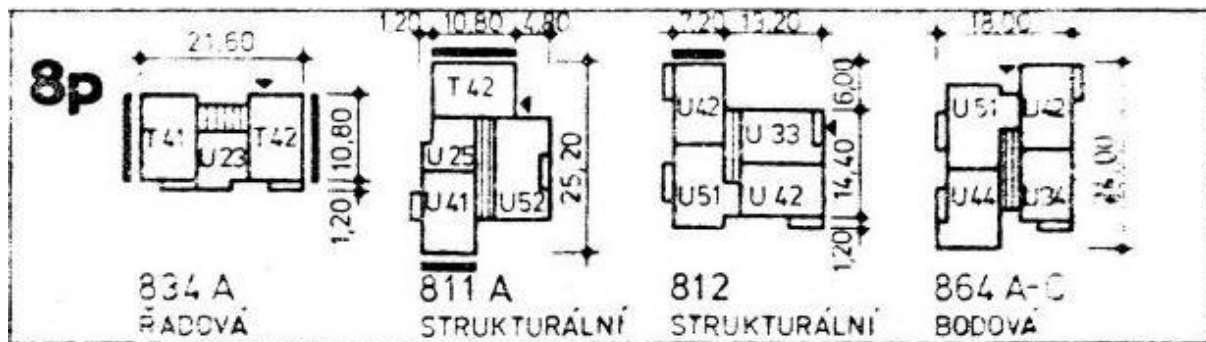
2.6 Panelová soustava B70

Panelové soustavy, které vyhodnocujeme, jsou typem B70. Abychom mohli srovnávat hodnoty po zateplení, musíme znát parametry, které zateplení předcházely.

2.6.1 Schéma typu sekcí



Obr. č.5: Půdorys čtyř podlažního systému [11]



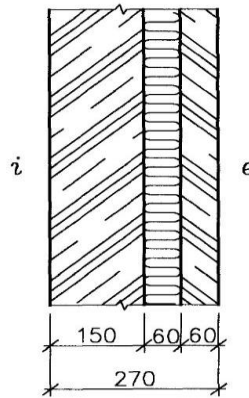
Obr. č.6: Půdorys osmipodlažního systému [11]

2.6.2 Základní charakteristika

- rok výstavby 1970 - 1985
- nejčastější počet podlaží 4 nebo 8 podlaží
- typy sekcí řadové, rohové, bodové, chodbové a strukturální, v dilataci je možný horizontální i vertikální posun sekcí
- konstrukční systém systém nosných příčných a podélných stěn
- rozpon 2,4 m, 3,6 m a 4,8 m
- hloubka objektu od 12 m do 18 m
- konstrukční výška podlaží 2,8 m
- světlá výška podlaží 2,62 m

- obvodový plášť

Obvodový plášť je nosný, vrstvený, celostěnový železobetonový. Průčelní a štítové panely nadzemních podlaží tl. 270 mm (150 mm železobeton + 60 mm tepelné izolace + 60 mm železobeton)



Obr. č.7: Schéma pláště panelového bytu typu B70 [11]

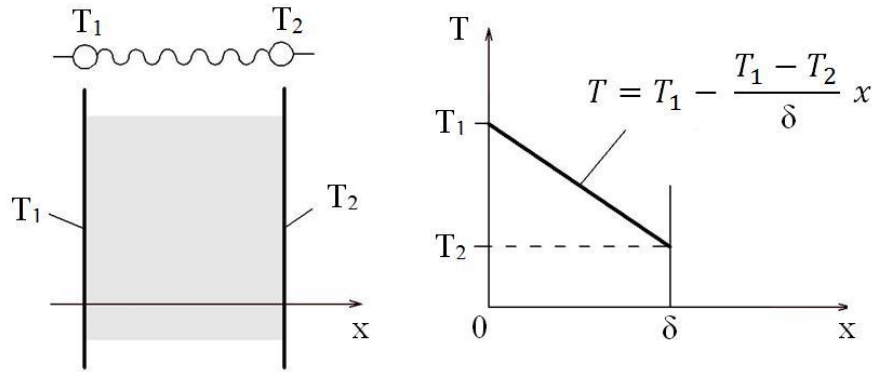
Průčelní a štítové panely podzemního podlaží mají stejnou tloušťku a složení jako panely nadzemních podlaží. Lodžiové panely jsou železobetonové tl. 200 mm (80 mm železobeton + 60 mm tepelné izolace + 60 mm železobeton)

- stěnové panely železobetonové plné tl. 150 mm
- strop panely železobetonové plné tl. 150 mm
- střecha jednoplášťová, složení: železobetonová střešní deska, spádový podsyp, tepelná izolace POLSID po tepelně technické revizi v roce 1979 tl.100 mm, živičná krytina s ochranným posypem
- typ bytových jader B7, B9, B10, ŽB-S
- počty svislého potrubí v šachtě B7 – 2 šachty,
B9 – 2 šachty,
B10 – 2 šachty
- lodžie mají hloubku 1,2 m, jsou buď zapuštěné, polozapuštěné nebo předsazené [11]

2.6.3 Teoretické ztráty odvodem konstrukce

Vedení tepla (kondukce) je jeden ze 3 možných způsobů, jakým se teplo přenáší. (Může se přenášet i pomocí konvekce nebo zářením – ty ale v našem případě zanedbáme). Můžeme si pod tímto pojmem představit koncept molekulární či atomové činnosti, tedy pohyb atomů, ve formě vlnového pohybu krystalické mřížky (u nevodivců). U vodičů můžeme zahrnout i pohyb elektronů.[5]

Pro nastínění základního vztahu prostupu tepla zdí, budeme uvažovat složenou rovinou stěnu nekonečně rozlehlou. Pro lepší představu se podívejme na obrázek č.8.

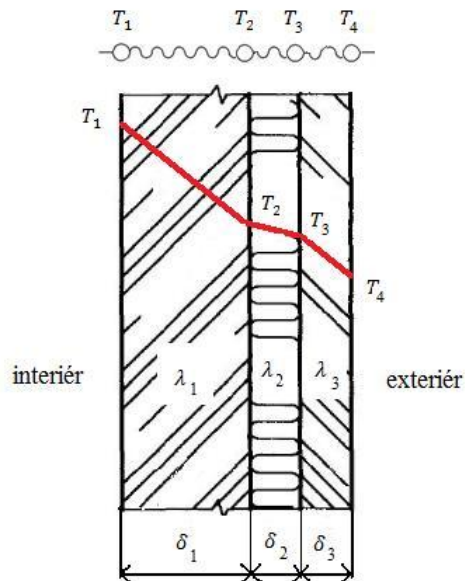


Obr. č.8: Vedení tepla v rovinné vrstvě [5]

Tepelný tok pak spočítáme následovně:

$$\dot{Q} = \frac{\lambda \cdot S \cdot (T_1 - T_2)}{\delta} \quad [W] \quad (1)$$

Což představuje tepelný tok, který musíme převést na levou stranu stěny, abychom udrželi teplotní rozdíl $T_1 - T_2$ ve stěně. Pokud chceme spočítat vedení tepla pro naši soustavu, tzn. soustavu panelového typu B70, přihlédneme k obrázku č. 9:



Obr. č.9: Vedení tepla ve stěně panelového bytu B70

Následně si musíme uvědomit, že tepelný tok musí jít v ustáleném stavu beze změny každou vrstvou. Tedy:

$$\dot{Q} = -\frac{\lambda_1 \cdot S_1 \cdot (T_1 - T_2)}{\delta_1} = -\frac{\lambda_2 \cdot S_2 \cdot (T_3 - T_2)}{\delta_2} = -\frac{\lambda_3 \cdot S_3 \cdot (T_4 - T_3)}{\delta_3} \quad [W] \quad (2)$$

Nás zajímá tepelný tok mezi interiérem a exteriérem:

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_4}{\frac{\delta_1}{\lambda_1 S_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2 S_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3 S_3}} [W] \quad (3)$$

Takto bychom spočetli ztrátový tepelný tok, který nám uniká vedením obvodové zdi. Je to pouze základ, podle kterého pak můžeme dále postupovat při řešení ztrát tepla celého objektu. Samotný byt pak dále ještě tvoří strop a sousedící byty. [5]

Důležitá je i poloha panelového bytu. Tyto polohy lze charakterizovat:

- Chráněná poloha
- Nechráněná poloha
- Velmi nepříznivá poloha

Z těchto poloh lze posléze určit odhad rychlosti proudění větru. Pro příklad je v příloze tabulka. Další faktory ovlivňující prostup tepla:

- Typ konstrukce
- Teplota v prostoru za zadávanou konstrukcí
- Charakteristické číslo místnosti M (těsnost vnitřních dveří)
- Povrch budovy
- Otvory, škvíry a jiné narušení konstrukce

2.6.4 Teoretické ztráty tepelnými mosty

Pozor musíme dát i na vlivy tepelných mostů

$$Q_{pm} = 0,1 \cdot \sum S_i \cdot (t_i - t_e) + \sum c \cdot (t_i - t_e) [W] \quad (4)$$

S_i je plocha konstrukce, t_i teplota interiéru, t_e teplota exteriéru a c je bodový tepelný most. [17]

2.6.5 Teoretické ztráty infiltrací

Je závislá na velikosti objemového průtoku vzduchu přes infiltrační spáry výplňkových konstrukcí. [16]

$$V_{inf} = (B + \Delta B) \cdot M \cdot \sum (i_L \cdot L) [m^3] \quad (5)$$

Infiltrační objem V_{inf} je roven součtu charakteristického čísla budovy B a zvětšení charakteristického čísla pro výškové budovy ΔB , který je vynásoben charakteristickým číslem místnosti a též sumací počtem délek infiltračních spár. Tepelné ztráty jsou pak:

$$Q_{inf} = 1300 \cdot V_{inf} \cdot (t_i - t_e) [W] \quad (6)$$

2.6.6 Teoretické ztráty větráním

Větráme, abychom se zbavili zápachu, pročistili vzduch nebo se například zbavili přebytečného tepla, které vzniká při vaření, pokud nejsme schopni tento tepelný nárůst jinak ovlivnit. Tyto ztráty jsme schopni vyčíslit. [15]

$$Q = \frac{V}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_e) \text{ [W]} \quad (7)$$

Vztah vyjadřuje závislost průtoku objemu vzduchu V za sekundu, násoben fyzikálními vlastnostmi ρ , c a následně je ještě rozšířen o změnu teplot přivedeného vzduchu a teplotou venkovní. Teplotu přivedeného vzduchu spočteme následovně:

$$t_p = t_e + U \cdot (t_i - t_e) \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (8)$$

Teplota přivedeného vzduchu vychází z teploty vzduchu venkovního, ke kterému přičteme účinnost zpětného získání tepla (ZZT) rozšířenou o změnu vnitřní a vnější teploty.

Pokud nás ale bude zajímat tepelná ztráta za celý rok, resp. úspora tepla zařízením pro zpětné získání tepla, použijeme následující vzorec:

$$Q_T = V \cdot \rho \cdot c \cdot z \cdot \frac{d}{7} \cdot D \text{ [W]} \quad (9)$$

Pokud vlastníme rekuperační výměník tepla, snížíme ztrátu dle vzorce:

$$Q_{T,ZZT} = 1,05 \cdot (1 - U) \cdot Q_T \text{ [W]} \quad (10)$$

A obdržíme tak objem ztrátového tepla za rok s předpokladem, že přivádíme a odvádíme stejné množství vzduchu. Pokud by se větrání výrazně odlišovalo ve všední dny oproti pracovním, rozdělíme vzorec právě na tyto dva intervaly a následně je sečteme. Názorná ukázka:

$$Q_{T,So-Ne} = V \cdot \rho \cdot c \cdot z \cdot \frac{d}{7} \cdot D \text{ [MWh/rok]} \quad (11.1)$$

$$Q_{T,Po-Pa} = V \cdot \rho \cdot c \cdot z \cdot \frac{d}{7} \cdot D \text{ [MWh/rok]} \quad (11.2)$$

$$Q_{T,Po-Ne} = Q_{T,Po-Pa} + Q_{T,So-Ne} \text{ [MWh/rok]} \quad (11.3)$$

Kde $Q_{T,Po-Pa}$ opět použijeme do vzorce pokud vlastníme rekuperační výměník tepla:

$$Q_{T,ZZT} = 1,05 \cdot (1 - U) \cdot Q_{T,Po-Pa} \text{ [MWh/rok]} \quad (12)$$

V našem případě výpočet s rekuperačním výměníkem využívat nebudeme, neboť daný panelový dům tento nástroj nevyužívá. Je zde použit pouze na ukázkou, jakým způsobem snižuje vzniklé ztráty. [15]

2.6.7 Očekávaná úspora panelového bytu B70

Jelikož chceme stanovit skutečné hodnoty úspor, nemůžeme vycházet jen ze základních předpokladů. Proto rovnice představené výše nepoužiji pro výpočet teoretických úspor, neboť by výsledné hodnoty nebyly příliš věrohodné.

Na základě parametrů panelových domů se vypracovávají energetické audity, které ve svých závěrech popisují teoretické úspory, které po zateplení mohou budovy dosáhnout. Tento audit je velmi náročný a je v něm snaha zahrnout co možná nejvíce faktorů nastíněných v podkapitolách 2.6.3 až 2.6.6. Vzhledem k počtu panelových domů, kde každý má svá specifika, by vypracování pro každý panelový dům trvalo velmi dlouho, nemluvě o finančních nákladech. Protože nemám k vypracování energetických auditů všech panelových domů, které zde uvádím, potřebnou kvalifikaci a prostředky, využil jsem již zpracovaného energetického auditu, týkající se objektu nacházejícího se na ulici Oblá č. 56 v Brně. Pro tento panelový dům jsem schopen určit reálné úspory a srovnat je s teoretickými předpoklady.

Výsledné údaje:

Potenciál energetických úspor:

Dosažené úspory:

Tab. č.6: Teoretické energetické hodnoty úspor po zateplení bytu na Oblé č.56 [12]

vytápění budovy	1179 GJ	48,3 %
ohřev TUV	199 GJ	14,5 %
elektřina	0 GJ	0,0 %
Celkem	378 GJ	30,7 %

V tabulce nás zajímá položka vytápění budovy, kde vypočtené údaje předpokládají úsporu 48,3 %.

3. Vyhodnocení skutečné spotřeby panelových domů

V této části kapitoly se zaměříme na zpracování dat ze sídlišť, která jsou vzata s fakturačních měřidel Tepláren Brno, přístupná na odkazu [14] a byla naměřená pomocí měřiče tepla SONTEX.

Při zpracování jsme se zaměřili jen na určitou část budov. A to těch, u kterých jsme byli schopni určit údaje před zateplením, při zateplení a též po zateplení. Díky tomu jsme schopni určit rozdíly, které se po zateplení projeví. Záznamy, které využíváme, se datují od roku 2004, proto nemůžeme tento rok zpracovat, neboť nemáme záznam před tímto rokem. Stejně tak nemůžeme použít rok poslední. V našem případě je tímto posledním rokem 2010. U něj též nelze určit vliv zateplení. Nakonec jsme vybrali 117 panelových domů, z kterých jsme byli schopni vypracovat histogram (obr. č.10), kde udáváme počet domů v závislosti na úsporách.

3.1 Postup výpočtu úspor

Úspory v sobě obsahují spotřebu tepla v giga joulech (GJ) za celý rok daného domu, podělenou využitelnou plochou a současně denostupni. Denostupeň je údaj zahrnující protopené dny a zároveň i průměrnou hodnotu teploty, která se odečítá od 20 °C. Denostupně tedy chápeme jako konstantu, jež určuje "tuhost" zimy. Jinými slovy díky ní můžeme srovnávat jednotlivé roky a vyhodnocovat je. Hodnoty denostupňů jsme získali na odkazu [14].

Pokud chceme data porovnat. Musí se napřed zpracovat. Takto zpracovaná data pak nazveme porovnávací údaj.

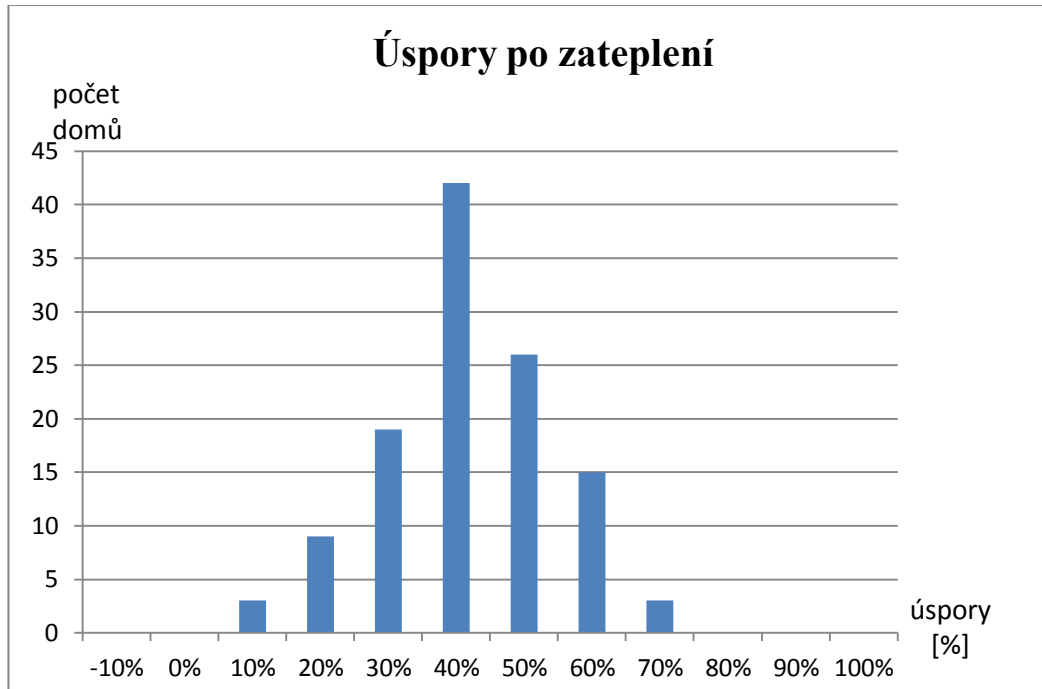
$$\text{Porovnávací údaj} = \frac{\text{protopené množství}}{\text{využitelná plocha} \cdot \text{denostupeň}} = \frac{[\text{GJ}]}{[\text{m}^2] \cdot [^{\circ}\text{C} \cdot \text{dny}]} \cdot 1000 \quad (13)$$

Porovnávací údaj dále zvětšíme tisíckrát, abychom dané rozdíly zveličili a byli tak schopni údaje přesněji srovnat. Násobíme to také proto, že denostupně vychází v řádech tisíců a tím nám porovnávací údaj razantně snižují.

Nyní si vypočítáme porovnávací údaje pro každý rok, z kterých pak jsme schopni určit úspory. Při výpočtu úspor jsme postupovali následovně:

$$\text{úspory} = \frac{\text{porovnávací údaj před zateplením} - \text{porovnávací údaj po zateplením}}{\text{porovnávací údaj před zateplením}} \quad (14)$$

Jestliže máme více roků před nebo po zateplení, tedy více porovnávacích údajů, tak z nich jednoduše uděláme průměr. Ten pak dosadíme do vzorce v závislosti, zda průměrná hodnota byla před či po zateplení. Vypočítali jsme tímto způsobem všechny vhodné budovy, které spadaly do intervalu 2004÷2010, přičemž došlo k zateplení v letech 2005÷2009.



Obr. č10: Histogram závislosti úspor na počtu domů

4. Porovnání výsledků

4.1 Rozbor histogramu

Z histogramu na (obr. č. 10) vyčteme následující:

- Úspory v nejlepších případech mohou dosáhnout až 60 %.
- Zateplení se vždy vyplatilo, neboť ani jednou nedosáhlo záporných hranic.
- Průměrná hodnota úspor se pohybuje mezi 30 % - 40 %.

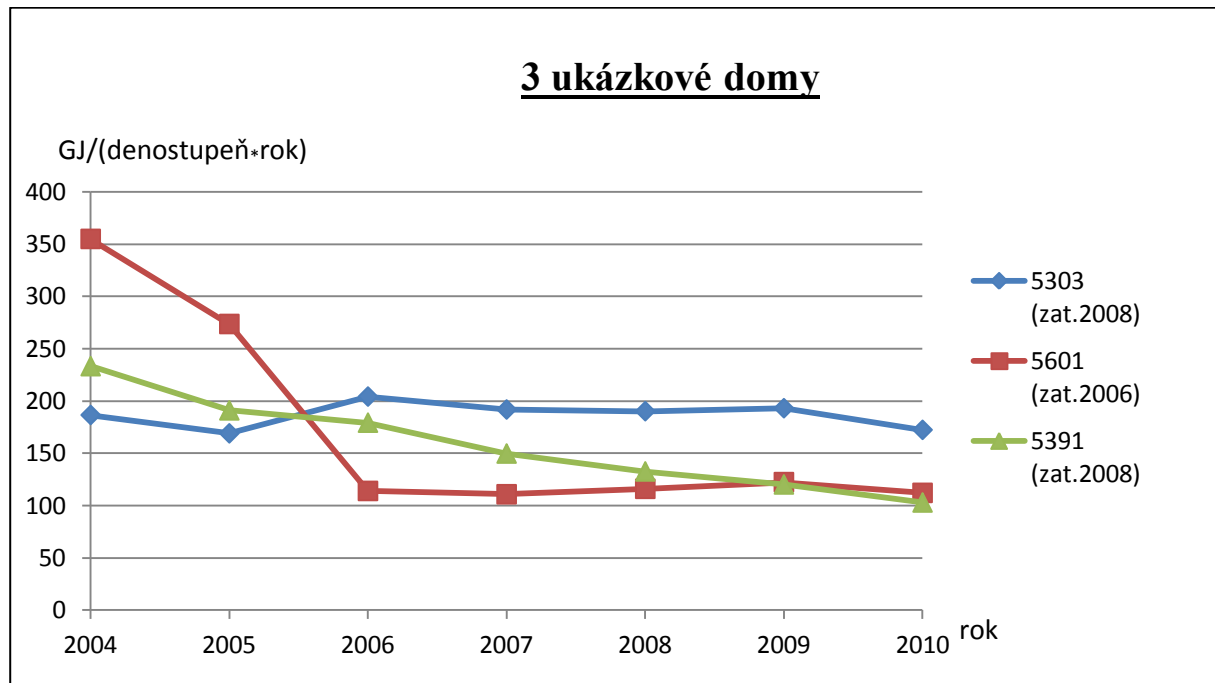
Otázkou zůstává proč jsou některé domy schopny ušetřit až 60 % a někdy se neušetří zhola nic. Taktéž se můžeme ptát, zda-li se úspora pohybující v rozmezí 45 % vyplatí.

Ušetřením až 60 % nákladů může být zapříčiněno mnoha způsoby. Může jít o chybu měření, o chybu lidského faktoru, při které došlo při zpracování dat, může jít o velmi dobře provedenou tepelnou izolaci a nebo například správným hospodařením, s kterým jsme se mohli blíže seznámit v teoretické části. Přikloníme se tedy k názoru, že obyvatelé daného bytového domu správně hospodařili. To by pak vysvětlovalo, že někteří nejsou schopni regulovat tepelnou energii, a proto po zateplení neušetří ani halíř. Naopak díky investici do zateplení půjdou hluboce do ztrát, nebo se jim peníze budou vracet razantně pomaleji. Pak máme skupinu, která sice neumí excelentně hospodařit, ale i tak je schopna časem své náklady na zateplení vrátit zpět a časem se dostat do plusových hodnot.

Z článku [13] vyplývá, že v průměru lze dosáhnout kolem 50 % - 60 %. To znamená, že oněch 60 %, které jsme při našem zpracování zaznamenali, jako maximální možnou hodnotu naměřených objektů, je ve větším měřítku jen standard. Dále se v tomto článku uvádí, že doba návratnosti investic do zateplení se navrácí do 10-18 let, právě při úsporách pohybujících se v intervalu 50 % - 60 % úspor. Pokud přihlédneme k našim 30 % - 40 % doba návratnosti se nám zvýší. Při použití nepřímé úměry nám vycházejí hodnoty kolem 18-26 let.

4.2 Příklady ukázkových průběhů

Pro přehlednější příklad vlivu zateplení budov jsme vypracovali následující graf (obr. č.11).



Obr. č.11: Jak může ovlivnit tepelná izolace spotřebu tepla (legenda obsahuje popisné číslo domu a rok zateplení)

Je potřeba dodat, že graf vychází z hodnot, které nejsou podělené využitelnou plochou. Tento graf nám slouží pouze jako ukáзка možných scénářů, kdy chceme pozorovat extrémní případy (tedy při nejlepších možných úsporách nebo nejmenších) a dále jeden, který je nejhojnějším zástupcem (průměrná hodnota).

Z grafu lze říct, že dům s pořadovým číslem 5601 po zateplení výrazně snížil tepelnou spotřebu s tím, že reagoval okamžitě. Tedy hned po zateplení byl schopen využít velkého potenciálu, jež v sobě výhody zateplení poskytují. Naproti tomu dům s označením 5391 se postupně “vylepšoval“ až dosáhl podobných úspor jako v případě domu 5601 (pozn. podobnost je zde zcela náhodná, neboť dané domy nejsou kompenzovány stejnou využitelnou plochou). Dům 5303 ovšem reagoval na zateplení obráceně a to tak, že po zateplení jeho spotřeba mírně narostla. Zde můžeme pouze hypotetizovat, co vedlo obyvatele domu k mírnému navýšení. Je pravděpodobné, že po zateplení se nájemci domu nebyli schopni přizpůsobit, v bytu se hromadilo teplo a následně toto teplo pak vyvětrali.

4.3 Porovnání hodnot z ulice Oblé č. 56

Očekávané úspory v tomto segmentu byly 48,3 %.

Dle postupu uvedeného v kapitole 3.1 jsme dosadili do rovnice (13):

$$\text{Porovnávací údaj (2004)} = \frac{1716}{3611 \cdot 3576,2} \cdot 1000 = 0,13 \left[\frac{\text{GJ}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{dny}} \right]$$

$$\text{Porovnávací údaj (2005)} = \frac{1750}{3611 \cdot 3582,2} \cdot 1000 = 0,14 \left[\frac{\text{GJ}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{dny}} \right]$$

$$\text{Porovnávací údaj (2007)} = \frac{951}{3207,1 \cdot 3576,2} \cdot 1000 = 0,08 \left[\frac{\text{GJ}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{dny}} \right]$$

$$\text{Porovnávací údaj (2008)} = \frac{948}{3611 \cdot 3236,4} \cdot 1000 = 0,08 \left[\frac{\text{GJ}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{dny}} \right]$$

$$\text{Porovnávací údaj (2009)} = \frac{996,55}{3611 \cdot 3197,3} \cdot 1000 = 0,09 \left[\frac{\text{GJ}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{dny}} \right]$$

$$\text{Porovnávací údaj (2010)} = \frac{1001}{3611 \cdot 3749,3} \cdot 1000 = 0,07 \left[\frac{\text{GJ}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{dny}} \right]$$

A následně do rovnice (14):

$$\begin{aligned} \text{Úspory} &= \frac{\text{porovnávací údaj před zateplením} - \text{porovnávací údaj po zateplení}}{\text{porovnávací údaj před zateplením}} = \\ &= \frac{\frac{(0,13 + 0,14)}{2} - \frac{(0,08 + 0,08 + 0,09 + 0,07)}{4}}{\frac{(0,13 + 0,14)}{2}} = 0,407 \end{aligned}$$

Úspory (když se zateplovalo v roce 2006) jsou 40,7 % (při užití přesnějšího výpočtu, tedy při nezaokrouhlení, nám vyšla hodnota 39,69 %).

Rozdíl, mezi hodnotou očekávanou (48,3 %), tedy určenou auditem a hodnotou skutečnou (39,69 %), spočítanou pomocí přesnějších hodnot, činí 8,61 %. Což je velmi uspokojivý výsledek, neboť když si uvědomíme, že reakce na zateplení má tendenci se zvyšovat, můžou majitelé dosáhnout v příštích letech úspor mnohem větších a tím se přiblížit k maximálnímu využití zateplovacích vlastností.

5. Závěr

Obecně vzato by zateplení mělo být schopno poskytnout nejen úsporná opatření z hlediska prostupu tepla, ale i prodloužení životnosti daného objektu a celkového zlepšení “kondice“ budovy.

V našem případě, kdy jsme se zaměřili na panelové byty sídlišť na Kamenném vrchu, Slatině, Vinohradech a Líšni, jsme dospěli k závěru, že zateplení vždy splnilo účel a ve výsledku nám teplo uspořilo. Ne však všude byly úspory ideální, mnohdy dosahovaly jen velmi malých hodnot. Což je možno zapříčiněno nepřízpůsobivostí a neinformovaností majitelů bytů, kdy zbytečnými kroky teplem hýří a nevyužijí tak celkového potenciálu, které zateplení poskytuje.

Taktéž jsme si uvědomili, že zateplení může poskytnout jen určité procento úspor. To se odvíjí od mnoha faktorů, hlavně pak na samotné stavbě, použitých materiálech a též použitým typem izolace. Za pomoci teoretických výpočtů, které jsou v této práci nastíněny, lze pak vypočítat předběžné hodnoty, které můžeme zvoleným typem zateplení dosáhnout. Při zkoumání panelového bytu na ulici Oblé č. 56 jsme využili údajů, které vypracoval Energetický audit, abychom byli schopni co nejpřesněji definovat rozdíl mezi teoretickou a reálnou hodnotou zateplení. To téměř dosáhlo maximálního potenciálu, rozdíl činil 8,61 %. Majitelé tedy včasně zareagovali a využili tak dostatečně schopnosti izolačního materiálu. Jejich investice vložené do zateplení budovy se jim tak dozajista vrátí co nejdříve.

Ze zpracovaných údajů, které jsme vypočítali nám vyplývá, že zateplení je přínosným prvkem. To ale bude platit jen v případě, kdy budeme dodržovat jistá pravidla. Ta zahrnují vhodnou volbu izolačních materiálů, správná dodržování jejich aplikace a též následnou regulaci tepelné energie.

Seznam použitých zdrojů

- [1] Dufka; Jaroslav: *Hospodárné vytápění domů a bytů*. Grada Publishing a.s. 2007. 112 stran.
- [2] Šubrt; Roman: *Tepelné izolace v otázkách a odpovědích*. BEN-technická literatura. 2005. 141 stran.
- [3] Linhart; Ladislav: *Zateplování budov*. Grada Publishing a.s. 2010. 112 stran.
- [4] Srdečný; Karel, Macholda; František: *Úspory energie v domě*. Grada Publishing a.s.. 2004. 111 stran.
- [5] Pavelek; Milan, kolektiv: *Termomechanika*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno. 2003. 286 stran.
- [6] Urban, Miroslav; Kabele, Karel; Adamovský, Daniel. *Praktické aplikace metodiky hodnocení energetické náročnosti* [online]. 2007 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/3968-prakticka-aplikace-metodiky-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-i>>.
- [7] *energy consulting* [online]. 2012 [cit. 2012-02-25]. "Definice" tepelného mostu. Dostupné z WWW: <<http://www.e-c.cz/index.php?page=tmosty>>.
- [8] ČSN 730540-2 [online]. 2011 [cit. 2012-04-08]. Detailní informace o produktu. Dostupné z WWW: <<http://seznamcsn.unmz.cz/Detailnormy.aspx?k=89012>>.
- [9] *firma bachl* [online]. 2012 [cit. 2012-04-08.] Fyzikální vlastnosti pěnového polyuretanu. Dostupné z WWW: <<http://www.bachl.cz/okno.php?typ=BLA&showid=42&fla=0>>.
- [10] Špindlerová, Eva. *Tepelná izolace z pěnového skla* [online]. 2011 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z WWW: <http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepelne-izolace/tepelna-izolace-z-penoveho-skla_171>.
- [11] *ekowat.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-05-08]. B-70. Dostupné z WWW: <<http://panelovedomy.ekowatt.cz/b-70>>.
- [12] *novy-liskovec.cz* [online]. 2003 [cit. 2012-05-08]. Stránka regenerace panelových domů. Dostupné z WWW: <<http://www.novy-liskovec.cz/91-stranka-regenarace-panelovych-domu.html>>.
- [13] Blažíček, Jan. *Pasivní paneláky? Ano, to myslíme vážně* [online]. 2012 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://stavba.tzb-info.cz/rekonstrukce-panelovych-domu/8426-pasivni-panelaky-ano-to-myslme-vazne>>.

[14] *covermediaonline.eu* [online]. 2011 [cit. 2012-04-08]. Dokumenty - statistiky. Dostupné z WWW:<<http://mirsbd.covermediaonline.eu/dokumenty/statistiky>>.

[15] Rubínová, Olga; Rubín, Aleš. *Tepelná ztráta větráním a zpětné získávání tepla* [online]. 2006 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z WWW:<<http://www.tzb-info.cz/2988-tepelna-ztrata-vetranim-a-zpetne-ziskavani-tepla>>.

[16] *tzb.info* [online]. 2005 [cit. 2012-05-20]. Výpočet tepelné ztráty dle ČSN 06 0210. Dostupné z WWW:<http://vytapani.tzb-info.cz/docu/tabulky/0001/000107_help.html>.

[17] Šubrt, Roman. *Co je tepelná ztráta objektu a výpočet potřeby tepla na vytápění* [online]. 2008 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z WWW:<<http://www.revitalizace.com/teorie-vypocty/co-je-tepelna-ztrata-objektu-a-vypocet-potreby-tepla-na-vytapani/>>.

Seznam použitých zkratek a symbolů

ZKRATKA	JEDNOTKA	POPIS
B	-	charakteristické číslo budovy
ΔB	-	zvětšení charakteristického čísla výškových budov
c	J/(kg·K)	měrná tepelná kapacita
d	-	počet provozních dnů v týdnu
D	-	počet větracích denostupňů
DU	W/(m ² ·K)	přirážka na tepelný most
L	m	délka infiltrační vrstvy
n	-	intenzita výměny vzduchu
Q	W	tepelná ztráta zdivem
\dot{Q}	W	tepelná ztráta zdivem
Q _{inf}	W	tepelná ztráta infiltrací
Q _{pm}	W	tepelná ztráta tepelnými mosty
Q _T	W	tepelná ztráta větráním
Q _{T,ZZT}	MWh/rok	tepelná ztráta větráním za rok
S _i	m ²	plocha konstrukce
T	K	teplota
t _e	°C	teplota exteriéru/venkovní
t _i	°C	teplota interiéru/vnitřku
t _p	°C	teplota převáděného vzduchu
U	-	účinnost výměníku
V	m ³	objem vzduchu panelového domu
V _{inf}	m ³	objem vzduchu co unikne pomocí infiltrace
V _m	m ³	objemový průtok větracího vzduchu
z	-	počet provozních hodin
δ	m	tloušťka zdiva
λ	W/(m·K)	tepelná vodivost
μ	%	propustnost vodních par
ρ	kg/m ³	hustota vzduchu
ENB		energetická náročnost budovy
SEN		stupeň energetické náročnosti
STN		stupeň tepelné náročnosti
ZZT		zpětné získávání vzduchu

Seznam příloh

Příloha 1: Tabulka naměřených hodnot tepelné spotřeby panelových domů + dosažené úspory

Příloha 2: Tabulka pro určení Charakteristické číslo budovy B [$\text{Pa}^{0.67}$]

Příloha 3: Tabulka denostupňů pro $t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

Příloha 1: Tabulka naměřených hodnot tepelné spotřeby panelových domů + dosažené úspory

adresa		Ústř. topení [GJ]							podl. plocha [m ²]	úspory [%]	zatep. pláště roku :
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
5301	ZIKOVA 2	817,00	709,90	633,00	560,00	604,15	597,00	645,00	1 699	7,09	2008
5303	ZIKOVA 6	667,00	605,26	702,67	615,00	615,35	617,00	646,00	1 782	2,24	2008
5322	ELPLOVA 4	831,00	695,10	493,00	443,00	444,00	448,88	495,00	1 572	40,53	2005
5323	ELPLOVA 6	1 044,00	897,20	642,00	589,00	561,00	552,15	656,00	1 781	38,95	2005
5331	ELPLOVA 8	591,00	535,80	393,00	359,00	335,00	361,00	422,00	1 200	32,82	2005
5332	ELPLOVA 10, 12	1 100,00	1 084,37	975,00	810,00	725,00	742,20	795,00	2 401	18,63	2008
5333	ELPLOVA 14, 16	1 153,00	1 098,54	1 012,00	881,00	799,00	824,99	945,00	2 389	12,56	2008
5342	ELPLOVA 22, 24	837,00	807,00	705,50	684,00	610,00	668,74	762,00	2 354	11,38	2006
5361	ELPLOVA 32	766,00	552,00	511,66	487,00	489,00	486,00	502,36	1 572	31,13	2005
5362	ELPLOVA 34	789,00	558,00	509,30	504,00	490,00	501,00	528,96	1 698	31,62	2005
5391	HORNÍKOVA 8	834,00	684,00	616,80	480,00	429,00	384,00	385,63	1 165	34,00	2008
5392	HORNÍKOVA 10, 12	1 774,00	1 629,00	1 167,00	743,00	778,00	849,00	835,49	2 381	49,49	2006
5431	HOCHMANOVA 7, 9	1 648,06	1 610,14	1 352,71	1 201,00	917,00	909,00	1 038,81	2 332	33,04	2006
5432	HOCHMANOVA 11, 13	1 725,00	1 727,00	1 434,40	1 058,00	899,00	855,00	979,21	2 382	41,62	2007
5541	HUBROVA 1, 3	862,00	816,00	770,80	672,00	550,00	512,00	547,03	1 273	31,29	2007
5561	KOUTNÉHO 1, 3	848,94	720,12	709,30	580,20	573,36	468,85	407,31	1 273	31,78	2008
5562	KOUTNÉHO 5, 7	848,89	720,14	709,31	572,95	573,38	447,00	420,09	1 273	30,48	2008
5563	KOUTNEHO 9, 11	848,89	720,12	709,31	556,00	573,38	468,83	435,28	1 273	27,80	2008
5571	ŠEVELOVA 1	544,14	487,58	354,74	278,97	253,70	275,13	279,73	990	43,60	2005
5572	ŠEVELOVA 3, 5	1 088,93	975,71	709,88	644,08	568,64	612,83	591,47	1 985	38,77	2005
5573	ŠEVELOVA 7, 9	1 088,93	975,71	709,88	669,22	745,66	640,04	624,71	1 985	33,52	2005
5581	MICHALOVA 1	1 086,20	1 104,90	984,67	662,97	651,98	655,09	790,77	1 048	32,70	2006
5582	MICHALOVA 3, 5	542,80	552,10	492,03	310,03	325,32	314,91	382,45	2 096	35,00	2006
5591	KUBÍKOVA 6, 8	1 151,00	956,00	718,00	510,00	561,22	544,00	638,00	1 380	42,86	2006
5601	KUBÍKOVA 10, 12	1 269,00	979,74	392,00	355,00	375,20	391,00	420,00	1 376	63,32	2006
5611	KUBÍKOVA 14, 16	993,00	855,00	720,41	533,00	471,94	463,00	517,00	1 380	42,41	2006
5621	KUBÍKOVA 18, 20	1 107,00	967,00	822,24	664,00	570,07	475,00	523,00	1 380	43,28	2007
5631	RAŠELINOVÁ 4,6	1 119,64	1 014,72	765,22	915,71	627,49	446,38	624,00	1 380	38,93	2007
5801	POPELÁKOVA 7	372,06	321,70	251,66	212,13	212,48	218,08	224,83	636	32,94	2006
5802	POPELÁKOVA 9, 11	744,63	643,85	503,63	446,02	469,15	443,90	498,42	1 272	28,37	2006
5803	POPELÁKOVA 13, 15	744,62	643,86	503,63	419,64	411,76	418,88	451,27	1 272	34,34	2006
5804	POPELÁKOVA 17, 19	744,62	643,86	503,63	437,12	454,10	460,87	501,04	1 272	28,55	2006
5805	POPELÁKOVA 21	372,07	321,73	251,65	213,09	225,51	232,27	239,63	636	29,67	2006
5811	POPELÁKOVA 10, 12	1 094,25	1 023,50	932,33	808,75	620,25	546,34	488,46	1 380	37,05	2006
5812	POPELÁKOVA 14, 16	1 094,25	1 023,50	932,33	808,75	670,25	581,34	597,71	1 380	32,35	2006
5813	POPELÁKOVA 18, 20	1 094,25	1 023,50	932,32	808,75	670,25	516,42	528,25	1 380	40,93	2007
5814	POPELÁKOVA 22, 24	1 094,25	1 023,50	932,32	808,75	670,25	516,90	541,02	1 375	40,52	2007
5852	KOSÍKOVA 9, 11	1 093,00	983,50	921,58	892,00	805,50	645,12	685,61	1 284	30,33	2008
5871	SVÁNOVSKÉHO 5, 7	1 097,85	1 016,71	850,47	861,00	769,00	684,00	801,14	1 152	22,18	2008
5872	SVÁNOVSKÉHO 9, 11	1 097,84	1 016,68	850,47	861,00	769,00	684,00	801,14	1 152	20,98	2006
5481	ŠTEFÁČKOVA 1	1 606,00	1 330,00	1 105,30	913,00	952,00	837,00	731,92	2 244	54,61	2009
5482	ŠTEFÁČKOVA 3	1 307,00	1 224,00	1 046,10	818,00	728,00	595,00	658,86	1 786	41,97	2007
5483	ŠTEFÁČKOVA 5	1 324,85	1 236,43	1 157,00	963,00	827,00	751,00	716,87	1 786	35,19	2007

adresa		Ústř. topení [GJ]							podl. plocha [m ²]	úspory [%]	zatep. pláště roku :
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
5931	ŠTEFÁČKOVA 7	1 324,00	1 240,59	993,58	660,00	635,00	591,00	683,00	1 786	46,34	2006
5932	ŠTEFÁČKOVA 9	1 316,00	1 290,00	988,90	703,00	781,00	623,00	715,00	1 786	41,90	2006
5933	ŠTEFÁČKOVA 11	1 420,00	1 244,00	1 204,00	975,00	856,00	800,00	891,24	2 279	31,23	2007
5882	VLKOVA 3, 5	2 635,00	2 379,20	2 119,25	1 621,00	1 430,00	1 319,00	1 543,45	3 569	37,22	2007
5891	VLKOVA 7, 9	2 019,00	1 870,00	1 395,90	1 262,00	1 219,00	1 177,00	1 266,69	3 572	33,34	2005
5892	VLKOVA 11	1 104,00	996,00	963,90	823,00	602,00	583,00	653,00	2 269	37,41	2007
5911	STRNADOVA 1	1 733,00	1 566,00	1 311,00	1 007,00	809,00	687,00	683,99	2 244	41,98	2008
5912	STRNADOVA 3, 5	2 429,00	2 247,00	1 869,80	1 663,00	1 431,00	1 148,00	1 265,30	3 572	34,88	2008
5921	STRNADOVA 7, 9	2 528,00	2 188,30	2 024,00	1 656,00	1 343,00	1 062,87	1 198,88	3 572	39,26	2008
5922	STRNADOVA 11	1 499,00	1 362,80	1 171,00	1 023,00	862,00	731,39	763,00	2 269	34,39	2008
7031	VELKOPAVLOVICKÁ 1	1 713,00	1 437,20	1 263,00	1 217,00	1 168,00	1 111,32	1 202,00	3 096	15,15	2008
7121	VELKOPAVLOVICKÁ 5	2 040,00	1 500,00	1 267,00	1 138,00	1 142,00	1 091,34	1 199,00	3 085	25,29	2007
7011	MIKULOVSKÁ 1, 3	1 780,50	1 625,05	1 430,00	956,40	748,00	700,19	798,67	2 644	51,49	2007
7012	MIKULOVSKÁ 5, 7	1 780,50	1 625,05	1 430,00	1 039,60	748,00	760,04	806,33	2 644	49,97	2007
7001	VELKOPAVLOVICKÁ 2, 4	1 002,50	991,55	943,50	791,50	657,50	464,31	416,01	1 426	52,63	2008
7002	VELKOPAVLOVICKÁ 6, 8	1 002,50	991,55	943,50	791,50	657,50	464,30	420,99	1 426	50,11	2008
7041	VELKOPAVLOVICKÁ 7	1 829,00	1 870,70	1 482,00	1 530,00	1 495,00	1 144,73	1 103,00	3 079	51,03	2009
7131	VELKOPAVLOVICKÁ 9	1 872,00	1 684,40	1 522,00	1 290,00	1 299,00	1 183,05	1 338,00	2 933	22,99	2006
7161	VELKOPAVLOVICKÁ 11	2 166,00	1 650,80	1 507,00	853,00	856,00	865,09	959,00	3 069	50,45	2006
7191	VELKOPAVLOVICKÁ 10	1 922,30	1 747,00	1 652,00	1 560,00	1 442,38	785,00	706,00	3 079	50,34	2008
7181	VELKOPAVLOVICKÁ 12	1 388,00	1 226,90	1 047,00	864,00	863,00	916,09	1 018,00	2 926	20,30	2007
7171	VELKOPAVLOVICKÁ 14	1 803,00	1 914,40	1 718,00	1 600,00	1 666,00	1 421,12	1 058,00	3 079	55,76	2009
7301	ČEJKOVICKÁ 11	2 021,54	1 910,02	1 683,96	1 261,48	1 117,38	989,07	1 089,75	2 905	36,21	2008
7391	BOŘETICKÁ 1	1 708,00	1 545,20	1 502,00	1 284,00	1 347,00	1 291,41	1 437,00	3 079	8,30	2008
7381	BOŘETICKÁ 3	1 334,00	1 237,60	1 141,40	988,90	1 059,52	1 009,86	1 074,45	2 905	8,85	2008
7371	BOŘETICKÁ 5	1 355,00	1 292,40	1 105,00	978,00	980,00	966,99	1 005,00	3 079	20,35	2006
7341	BOŘETICKÁ 4	1 988,96	1 806,92	1 430,62	1 129,65	997,94	993,22	1 064,29	3 079	38,84	2007
7351	BOŘETICKÁ 6	2 082,00	1 971,70	1 830,00	1 646,00	1 671,00	1 365,00	932,77	2 928	63,06	2009
7361	BOŘETICKÁ 8	2 124,69	1 935,20	1 485,49	1 116,84	1 165,40	1 111,82	1 276,39	3 079	33,06	2007
7562	MUTĚNICKÁ 6, 8	1 271,00	1 100,14	664,78	789,50	581,47	605,69	678,17	2 644	35,72	2007
7551	VALTICKÁ 7, 9	687,50	619,50	548,50	465,92	427,84	421,07	460,06	1 426	26,30	2007
7552	VALTICKÁ 11, 13	687,50	619,50	548,50	440,08	369,16	305,37	250,94	1 426	41,16	2008
7441	PRUŠÁNECKÁ 12	1 817,00	1 751,00	1 618,49	1 581,00	1 681,00	1 307,00	1 117,40	2 914	51,92	2009
7431	PRUŠÁNECKÁ 14	2 333,50	2 239,46	1 933,68	1 681,10	1 346,43	954,39	1 187,23	3 079	43,56	2008
7481	VLČNOVSKÁ 12	1 815,91	1 732,70	1 539,59	1 361,42	1 354,49	1 172,31	1 070,17	3 110	26,31	2008
7471	VLČNOVSKÁ 14	1 761,00	1 632,00	1 598,80	1 371,00	1 287,00	1 155,00	1 296,78	2 916	20,79	2008
7751	BLATNICKÁ 16, 18	996,00	955,00	833,10	726,50	688,50	533,50	589,99	1 426	31,78	2007
7752	BLATNICKÁ 20, 22	996,00	955,00	833,10	726,50	688,50	533,50	589,99	1 426	31,78	2007
7831	PRUŠÁNECKÁ 3, 5	1 363,00	1 260,50	1 217,75	1 033,76	1 008,00	872,72	690,06	2 644	57,21	2009
7832	PRUŠÁNECKÁ 7, 9	1 363,00	1 260,50	1 217,75	1 017,24	1 008,00	856,28	679,06	2 644	57,77	2009
7641	BLATNICKÁ 14	2 003,00	1 682,00	1 576,80	1 567,00	1 353,00	957,00	1 149,56	3 079	48,78	2009
7541	PRUŠÁNECKÁ 2	1 671,80	1 787,76	1 262,61	1 012,10	777,91	539,10	748,97	3 079	50,08	2008
7531	PRUŠÁNECKÁ 4	1 530,00	1 410,00	1 268,74	930,00	857,00	826,00	830,51	2 905	37,43	2007
7521	PRUŠÁNECKÁ 6	1 471,05	1 457,26	1 400,61	1 293,09	1 249,35	1 094,31	1 001,10	3 079	46,98	2009
5011	BUČOVICKÁ 1, 3, 5	1 076,56	982,00	854,27	875,00	881,00	791,00	725,00	1 441	43,48	2009
5001	BUČOVICKÁ 2, 4, 6	735,37	745,50	655,08	533,00	366,00	367,00	404,00	1 441	44,44	2007
5061	STRÁŽNICKÁ 7, 9, 11	1 173,00	1 242,00	976,59	764,00	628,00	648,00	691,70	2 162	39,36	2007
5071	STRÁŽNICKÁ 13, 15, 17	1 440,00	1 371,00	1 206,64	964,00	523,00	791,00	890,05	2 162	43,10	2007
5031	STRÁŽNICKÁ 8, 10, 12	966,00	930,00	850,00	722,00	721,00	688,00	608,29	2 162	18,92	2008

adresa		Ústř. topení [GJ]							podl. plocha [m ²]	úspory [%]	zatep. pláště roku :
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
5101	KROMĚŘÍŽSKÁ 8, 10, 12	1 315,00	1 302,50	1 240,98	1 074,00	974,00	857,35	918,42	2 162	25,48	2008
5121	DĚDICKÁ 19, 21, 23	885,45	945,18	896,22	811,00	697,34	524,00	558,98	2 162	28,90	2008
5131	DĚDICKÁ 25, 27, 29	997,00	968,00	258,47	799,00	774,00	613,00	584,70	2 162	43,92	2009
5141	DĚDICKÁ 31, 33, 35	992,00	972,00	908,91	673,00	517,00	584,00	647,32	2 162	36,63	2007
5151	ROUSÍNOVSKÁ 1, 3, 5	668,00	582,00	461,72	374,00	362,00	398,00	418,54	1 441	33,49	2006
5171	PROSTĚJOVSKÁ 8, 10, 12	891,00	911,00	834,64	775,00	791,00	626,00	427,98	1 441	62,94	2009
5181	PROSTĚJOVSKÁ 14, 16, 18	815,00	798,00	759,11	688,00	618,00	603,00	655,16	1 441	17,42	2007
5231	MIKULČICKÁ 2	745,00	765,00	742,77	689,00	682,00	596,00	645,21	1 383	35,26	2009
5201	MIKULČICKÁ 12	701,00	682,00	655,00	589,00	558,00	497,88	452,00	1 383	48,30	2009
8031	SCHWAIGROVA 13, 15, 17	1 775,00	1 416,00	1 224,60	915,00	881,00	806,00	924,50	3 245	38,20	2007
8051	SCHWAIGROVA 19, 21	784,00	763,00	676,20	498,00	284,00	276,00	351,00	2 162	57,42	2007
8061	HODONÍNSKÁ 17, 19	1 034,00	941,00	943,60	783,00	735,00	727,00	740,22	2 162	21,07	2007
8011	ZA MOSTEM 18, 20	1 254,00	1 348,00	918,48	592,00	657,00	431,00	582,00	2 168	50,39	2007
8041	SCHWAIGROVA 2, 4, 6	1 667,00	1 617,00	1 451,60	1 177,00	1 154,00	1 040,30	1 294,70	3 241	23,30	2007
1391	PĚKNÁ 40, 42	585,00	577,00	498,75	436,00	366,00	284,00	342,34	1 024	49,17	2009
1121	HÚSKOVA 12, 14, 16	1 317,00	1 090,90	747,70	702,00	680,00	662,00	718,62	2 073	43,25	2005
1161	KNESLOVA 26	553,44	541,53	516,14	453,54	452,04	425,30	374,62	710	45,77	2009
5441	JÍROVA 1	765,00	683,00	637,40	641,30	517,70	555,00	583,54	1 573	18,25	2005
5452	JÍROVA 7	939,00	841,00	839,90	822,00	784,00	780,00	919,95	1 709	20,84	2009
5531	HÁJKOVA 7	217,59	245,25	284,88	324,98	313,21	285,90	242,31	690	36,98	2009
5532	HÁJKOVA 9, 11	439,41	490,75	570,12	650,36	626,79	572,10	636,69	1 380	17,36	2009
8111	OBLÁ 56	1 716,00	1 750,00	1 594,30	951,00	948,00	996,55	1 001,00	3 611	39,69	2006

Příloha č.2: Tabulka pro určení Charakteristické číslo budovy B [$\text{Pa}^{0,67}$]

Krajinná oblast se zřetelem k intenzitě	Poloha budovy v krajině	Rychlost větru [m/s]	Charakteristické číslo budovy B [$\text{Pa}^{0,67}$]	
			Řadové budovy	Osamělé stojící budovy
Normální krajina	chráněná	4	3	4
	nechráněná	6	6	8
	velmi nepříznivá	8	9	12
Krajina s intenzivními větry	chráněná	6	6	8
	nechráněná	9	9	12
	velmi nepříznivá	12	12	16

Příloha č.3: Tabulka denostupňů pro $t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Denostupeň	3576,2	3582,2	3442,1	3207,1	3236,4	3197,3	3749,3