



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

EXPERIMENTÁLNÍ METODY V ENERGETICKÉM HODNOCENÍ

EXPERIMENTAL METHODS IN ENERGY ASSESSMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

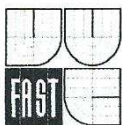
BC. LUKÁŠ PALÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Lukáš Palík
Název	Experimentální metody v energetickém hodnocení
Vedoucí diplomové práce	Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015

V Brně dne 31. 3. 2014



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

- Analýza tématu, normové a legislativní požadavky.
- Cíl práce, zvolené metody řešení.
- Aktuální technické řešení.
- Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)
- Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)
- Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově

- Zpracování průkazu energetické náročnosti budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb.

C1. Experimentální řešení a zpracování výsledků

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....
Ing. Petr Horák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na experimentální metody v energetickém hodnocení budov. V první části je popsána historie energetického hodnocení od 80. let minulého století do současnosti a popsán současný trend energetického hodnocení v podobě průkazu energetické náročnosti budovy. Ve druhé části je zpracován energetický posudek pro zděný bytový dům se šesti bytovými jednotkami. Pro dům je vypracováno celkem 6 opatření, z toho jsou 3 stavební a 3 se týkají TZB. Z opatření jsou sestaveny varianty a je doporučena výsledná varianta včetně vyhodnocení. V poslední experimentální části je popsán vliv stínících prvků na tepelnou zátěž místnosti a je modelován vliv zasklení izolačními dvojskly a trojskly na celkovou energetickou náročnost referenční místnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

experimentální metody v energetickém hodnocení budov, průkaz energetické náročnosti, energetický průkaz, energetický štítek, energetický posudek, bytový dům s decentralním způsobem vytápění a přípravy teplé vody, energeticky úsporná opatření, tepelná zátěž místnosti, vliv stínících prvků na tepelnou zátěž

ABSTRACT

The final thesis is focused on the experimental methods in energy rating of building. In the first part is described history of energy rating from the eighteenth century to the present and described is the current trend of energy rating in terms of energy performance certificates. In the second part is elaborated energy assessment for apartment building from bricks with six residential units. For the building is drawn a total of 6 measures, of which there are 3 structural and 3 for building equipment. The measures are assembled to variants and the resulting variant is recommended, including recommendation. In the last experimental part is described the influence of shading elements on the thermal load of the room and modeled the effect of insulating double glazing and triple the overall energy performance reference room.

KEYWORDS

experimental methods in the energy rating of buildings, energy performance certificate, energy card, energy label, energy assessment, an apartment house with decentralized way of heating and hot water, energy saving measures, the thermal load of the room, the effect of shielding elements to heat stress.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Lukáš Palík *Experimentální metody v energetickém hodnocení*. Brno, 2015. 125 s., 132 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 6.1.2015

.....

podpis autora
Bc. Lukáš Palík

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Petru Horákovi, Ph.D., za jeho vstřícný a ochotný přístup při konzultacích během tvorby práce, a také za profesionální rady, které mi během konzultace poskytnul.

Mé poděkování patří také rodině a partnerce za jejich podporu během celého studia.

OBSAH

1.	PŘEDMLUVA.....	14
1.1	CÍLE PRÁCE.....	14
1.2	ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ	14
2.	ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY.....	16
2.1	HISTORIE ENERGETICKÉHO HODNOCENÍ	16
2.1.1	SITUACE PŘED ROKEM 1990	16
2.1.2	SITUACE PO ROCE 1990.....	16
2.1.2	SITUACE PO ROCE 2000.....	18
2.1.3	SITUACE PO ROCE 2010 DO SOUČASNOSTI.....	18
2.2	LEGISLATIVA	18
2.2.1	SMĚRNICE 20 - 20 - 20.....	18
2.2.2	NORMY, KTERÝMI SE ŘÍDÍ ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOV	19
2.2.3	ZÁKONY, KTERÝMI SE ŘÍDÍ PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	20
2.2.4	ZÁKONY, KTERÝMI SE ŘÍDÍ ENERGETICKÝ POSUDEK	24
2.3	VYBRANÉ NÁZVOSLOVÍ	25
2.3.1	PENB, PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	25
2.3.2	ENERGETICKÝ POSUDEK	27
2.3.3	STÁTNÍ ENERGETICKÁ INSPEKCE	29
2.4	AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ.....	30
2.4.1	STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ OPATŘENÍ.....	30
2.4.2	OPATŘENÍ TÝKAJÍCÍ SE TZB	32
2.5	TEORETICKÁ ŘEŠENÍ	34
2.6	EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ.....	35
2.7	ŘEŠENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKU A MODELOVÁNÍ.....	36
2.8	ZÁVĚR	36
3.	ENERGETICKÝ POSUDEK	39
3.1	TITULNÍ LIST.....	40
3.1.1	PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO POSUDKU.....	40
3.1.2	ZPRACOVATEL ENERGETICKÉHO POSUDKU	40
3.2	ÚČEL ZPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU PODLE §9a zákona č. 318/2012 Sb. ..	42

3.3	STANOVENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY	42
3.3.1	POPIS OBJEKTU ENERGETICKÉHO POSUDKU	42
3.3.2	POPIS STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ.....	43
3.3.2 - 4	VÝPLNĚ OTVORŮ	45
3.3.3	POPIS SYSTÉMU TZB.....	56
3.4	SPOTŘEBY ENERGIÍ	58
3.4.1	ROZDĚLENÍ OBJEKTU PRO VÝPOČET SPOTŘEBY ENERGIÍ.....	58
3.4.2	SPOTŘEBY ENERGIÍ PRO CELOU BUDOVU - STÁVAJÍCÍ STAV.....	66
3.4.3	DÍLČÍ SPOTŘEBY ENERGIÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN - STÁVAJÍCÍ STAV	67
3.4.4	CELKOVÉ HODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY - STÁVAJÍCÍ STAV	70
3.5	NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	70
3.5.1	OBEČNÉ INFORMACE	70
3.5.2	OPATŘENÍ Č. 1 - VÝMĚNA ZBYLÝCH DŘEVĚNÝCH OKEN A DVEŘÍ ZA PLASTOVÁ.....	70
3.5.3	OPATŘENÍ Č. 2 - ZATEPLENÍ OBVODOVÝCH STĚN	73
3.5.4	OPATŘENÍ Č. 3 - ZATEPLENÍ STROPU K PŮDNÍMU PROSTORU	76
3.5.5	OPATŘENÍ Č. 4 - ZATEPLENÍ STROPU SKLEPNÍHO PROSTORU.....	78
3.5.6	OPATŘENÍ Č. 5 - REKONSTRUKCE VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	79
3.5.7	OPATŘENÍ Č. 6 - SOLÁRNÍ TERMICKÉ KOLEKTORY PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY.....	82
3.5.8	OPATŘENÍ Č. 7 - ENERGETICKY ÚSPORNÁ SVÍTIDLA.....	85
3.6	VARIANTY ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	87
3.6.1	OBEČNÉ INFORMACE	87
3.6.2	VARIANTA I.	87
3.6.3	VARIANTA II.	88
3.6.4	VARIANTA III.	90
3.6.5	VYHODNOCENÍ VARIANT ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ.....	91
3.7	ZÁVĚREČNÉ STANOVISKO.....	93
3.7.1	NÁVRH OPTIMÁLNÍ VARIANTY ENERGETICKY ÚSPORNÉHO OPATŘENÍ.....	93
3.7.2	BILANCE BUDOVY PŘED A PO REALIZACI OPATŘENÍ.....	94
3.7.3	UPOZORNĚNÍ ENERGETICKÉHO AUDITORA	96
3.8	KRYCÍ LIST ENERGETICKÉHO POSUDKU	97
4.	EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ TEPELNÉHO CHOVÁNÍ MÍSTNOSTI V ZÁVISLOSTI NA STÍNÍCÍCH PRVKCÍCH, VLIV ZASKLENÍ NA ENERGETICKOU NÁROČNOST MÍSTNOSTI	102
4.1	PŘEDMĚT EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ	103
4.2	CÍLE EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ	104

4.3	POUŽITÝ HARDWARE, SOFTWARE	104
4.4	TEORETICKÁ ČÁST EXPERIMENTU	105
4.5	APLIKACE EXPERIMENTU	107
4.5.1	POPIS EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ.....	107
4.5.2	POPIS MATEMATICKÉHO SOFTWAREVÉHO MODELU TEPELNÉHO CHOVÁNÍ.....	108
4.5.3	POPIS MATEMATICKÉHO SOFTWAREVÉHO MODELU SPOTŘEBY ENERGIE	109
4.5.4	INTERPRETACE VÝSLEDKŮ - EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ	109
4.5.5	INTERPRETACE VÝSLEDKŮ - MATEMATICKÝ MODEL.....	112
4.6	ZÁVĚR	115
4.7	PODĚKOVÁNÍ.....	115
5.	ZDROJE	117
6.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	118
8.	SEZNAM OBRÁZKŮ	119
9.	SEZNAM TABULEK	121
10.	SEZNAM GRAFŮ.....	123
11.	SEZNAM PŘÍLOH.....	124
12.	POUŽITÝ SOFTWARE.....	125

ČÁST A

ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

1. PŘEDMLUVA

V rámci zvyšování cen energií a současné snahy o rozvoj enviromentálního hospodářství je stále více kladen důraz na snižování energetické náročnosti budov. V oblasti stavebnictví existuje několik nástrojů, jak technických, tak výpočetních, jak tuto energetickou náročnost sledovat.

Metodou snížení energetické náročnosti mohou být jednak stavební úpravy vedoucí k nižší potřebě energie pro pokrytí tepelných ztrát, ale také metody vedoucí k úsporám v rámci TZB. V rámci opatření mohou být nahrazovány zdroje tepla za nové s ekologičtějším energonositelem a vyšší účinností. V posledních letech také stoupá oblíbenost použití bivalentních zdrojů energie, kdy jedním zdrojem je alternativní zdroj energie, jako je například tepelné čerpadlo, nebo solární panely.

1.1 CÍLE PRÁCE

Diplomová práce je členěná na 3 kapitoly, ve kterých je problematika tématu samostatně řešena.

V první kapitole se budu zabývat problematikou energetického hodnocení budov, jak v teoretické rovině, tak v rovině praktické. Zmíněny budou zákony, vyhlášky a normy, vztahující se k dané problematice, řečeno bude také o historii energetického hodnocení, budou popsány vybrané matematické metody a experimentální metody.

Druhá kapitola se skládá z využití matematické metody hodnocení energetické náročnosti, tedy energetického posudku a s ním spojeného průkazu energetické náročnosti budovy (*PENB*). V rámci energetického posudku bude detailně rozebrána energetická náročnost řešené budovy a budou navrženy opatření k zásadnímu snížení spotřeby energie. Řešenou budovou je bytový dům se šesti bytovými jednotkami, suterénem a půdním prostorem.

Třetí kapitola je kapitolou experimentální části diplomové práce, kde se budu zabývat měřením vlivu stínících prvků na tepelné chování místnosti a vlivem druhu zasklení na celkovou roční energetickou náročnost. Experiment popsán v této kapitole se týká místnosti E417 v budově E patřící do areálu Vysokého učení technického, Fakulty stavební.

1.2 ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ

Jak již bylo zmíněno, zvolenou metodou řešení druhé kapitoly je energetický posudek , řídící se vyhláškou č. 480/2012 Sb., při jehož zpracování byly dodržovány další normy a předpisy, které jsou uvedeny v kapitole níže.

V experimentální části byly využity znalosti nabyté během studia ve cvičeních v laboratořích, k porovnání experimentálně změřených výsledků byla použita metoda RC modelu v programovém řešení.

2. ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

2.1 HISTORIE ENERGETICKÉHO HODNOCENÍ

2.1.1 SITUACE PŘED ROKEM 1990

Snahy o rozvoj energetického hodnocení lze nalézt již koncem 80. let minulého století, kdy vznikali první předchůdci současného energetického auditu. V porovnání s dnešní dobou nešlo o audit plnohodnotný, ale zpravidla dílčí zabývající se řešením konkrétního problému bez vztahu k celkové energetické náročnosti řešeného objektu. Jednalo se zejména o energetické studie a bilance pro průmyslovou energetiku. Problém spočíval právě v řešení dílčí energetické náročnosti řešené části objektu bez vyhodnocení vlivu opatření na celkovou energetickou bilanci, a tak zpravidla docházelo k tomu, že opatření vedla ke snížení spotřeby energie, která ovšem v porovnání s energetickou náročností objektu jako celku (*rozumějme např. výrobního závodu*) neměla příliš velký význam. Vyhodnocení z ekonomického hlediska se v té době provádělo podle směrnice SK VTIR (*státní komise pro vědeckotechnický a investiční rozvoj*), která byla postavena na principech ekonomické teorie za socialismu. Jedním s problémů bylo například nepřehledné vyhodnocení pomocí ukazatelů.

2.1.2 SITUACE PO ROCE 1990

Po rozpadu Československa a vzniku samostatného státu, kdy byl umožněn také vstup zahraničních subjektů nejen na trh, začala do České republiky proudit pomoc v oblasti energetického poradenství. Cílem bylo rozvinout energetický management opět hlavně u největších spotřebitelů energie - výrobních podniků a závodů, ale nově byla snaha směřována také k průmyslovým zdrojům energie, příkladem může být např. elektrárna Chvalovice, nebo k bytovým domům s centrálním zásobováním teplem (CZT). Počátkem vstupu zahraničních subjektů v rámci pomoci s energetickým hospodářstvím se datuje také vznik energetického auditu.

Devadesátá léta byla významná také z toho pohledu, že vznikla snaha o zformulování a začlenění Energetického zákona, který byl schválen jako zákon č. 222/1994 Sb. V zákoně byla mimo jiné také zmínka o Státní energetické inspekci, která má velký význam především v posledních letech. Souběžně s Energetickým zákonem vznikal také Zákon o hospodaření s energií, kde byla zmínka také o Energetickém auditu.

Druhá polovina devadesátých let byla významná z pohledu, že začaly vznikat dotační programy pro energeticky úsporná opatření, v jejich rámci bylo potřeba zpracovat energetický audit. Souběžně s tímto požadavkem vydala ČEA (*Česká energetická agentura*) příručku nazvanou Metodika energetického auditu, jejíž autorem je Jan Bouška. Postup popsáný v příručce dělí audit na část analytickou, která je popisem současného stavu, který je výchozí pro tvorbu energetického

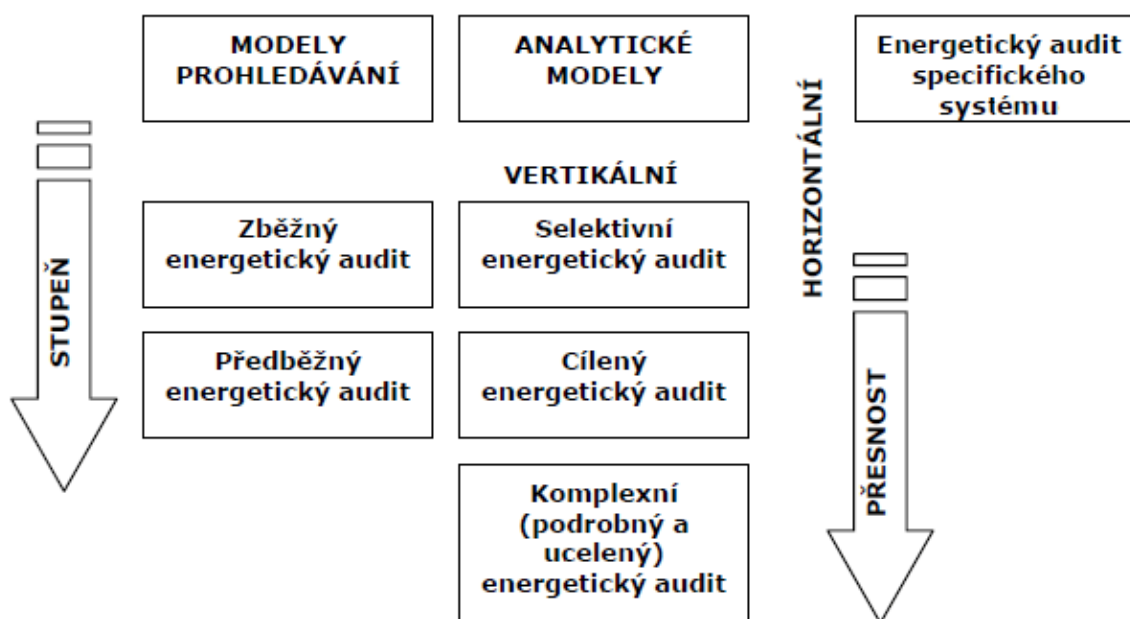
auditu, dále zahrnuje stav navrhovaný. Zajímavostí je, že se tato příručka dostala do legislativy takřka beze změn.

Dalším milníkem druhé poloviny devadesátých let byl vznik AEA - Asociace energetických auditorů. Asociace mimo jiné uvažovala nad vznikem dílčích druhů auditů, což bylo nakonec zamítnuto.



Obrázek 2.1 - Logo Asociace energetických auditorů [1]

Různé modely auditů byly zpočátku uplatňovány při využití různých dotačních programů, např. v letech 1996 až 1997 proběhl program US AID zaměřený na české nemocnice. Cílem bylo v pěti českých nemocnicích předat informace od zahraničních expertů o správném energetickém managementu a uplatit změny přímo ve vybrané nemocnici. Právě zde byl uplatněna metoda pochůzkového auditu, která se s dnešní metodou auditu podobá snad jen v důkladné obhlídce objektu a zhodnocení současného výchozího stavu.



Obrázek 2.2 - Metody auditů z devadesátých let [2]

2.1.2 SITUACE PO ROCE 2000

Zmíněný Zákon o hospodaření s energií byl schválen až o několik let později, v přelomovém roce 2000 jako zákon č. 406/2000 Sb. Dále také byly zavedeny oficiální zkoušky na pozici energetických auditorů, které z počátku měly spíše průběh přátelské diskuze ve srovnání se současným průběhem. Na základě složených zkoušek byl auditor zapsán do Seznamu energetických auditorů, který počátkem zkoušení vznikl, a který je pod hlavičkou Ministerstva průmyslu a obchodu veden do současné doby.

Do roku 2006 byly provedeny audity na všechny podnikatelské subjekty se spotřebou energie vyšší, než byla stanovena hranice, a pro všechny státní subjekty. Náklady na zhotovení energetického auditu šly na vrub subjektu, zdůvodnění bylo, že úsporná opatření vyplývající z auditu svou finanční úsporou značně převýší cenu za zpracování.

Před rokem 2010 se již začala formulovat myšlenka zavádění povinných energetických auditů pro dotační programy, jejichž cílem bylo ukázat současnou spotřebu energií řešeného objektu a spotřebu, která bude plynout z realizace navrhovaných opatření. S trochou nadsázky lze říct, že v té době se začala formulovat myšlenka zhotovení jednodušší formy energetického auditu, v dnešní době energetického posudku.

2.1.3 SITUACE PO ROCE 2010 DO SOUČASNOSTI

V roce 2012 byla schválena novela zákona č. 318/2012 Sb., kterým se změnil zákon č. 406/2000 Sb. - Zákon o hospodaření energií, která nabyla platnosti 1.1.2013. Pro současnou dobu lze brát tuto novelu jako milník v energetickém hodnocení budov. K energetickému auditu, průkazu energetické náročnosti (*PENB*), energetickému štítku (*nezaměňovat s PENB*) a kontrole kotlů a klimatizačních systémů přibyl energetický posudek, který je předmětem diplomové práce. Problematika odlišnosti energetického posudku a energetického auditu bude popsána v kapitole níže. K 1.1.2013 schválením novely již zmíněného zákona se také upravila povinnost pro majitele objektu z hlediska zpracování *PENB*.

2.2 LEGISLATIVA

2.2.1 SMĚRNICE 20 - 20 - 20

V rámci programu Inteligent Energy Europe většina členských států EU přijala plán na snížení spotřeby energie, všeobecně známý jako 20 - 20 - 20. Cílem programu je zavést nové technologie ve výstavbě s výhledem, že od roku 2019 budou stavěny budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Do roku 2020 je cílem snížit spotřebu energie v budovách o 20 % (*energie na vytápění, větrání, chlazení a úprava vlhkosti, přípravu teplé vody, osvětlení*), o 20 % snížit emise

skleníkových plynů a o 20 % zvýšit podíl spotřeby energie z obnovitelných zdrojů. A to vše ve srovnání s rokem 1990.

Jednotlivé hodnotící kritéria spotřeby energie na vytápění, větrání, chlazení atd. jsou vyjmenována schválně, neboť široká veřejnost si pod pojmem spotřeba energie vysvětluje jako spotřebu energie zejména pro vytápění, někteří také na přípravu teplé vody. Zde je důležité říci, že z hlediska splnění programu 20 - 20 - 20 je vhodné uvažovat zejména také s parametry nuceného větrání, bez kterého prakticky nelze technicky uskutečnit dům s téměř nulovou spotřebou energie, tedy alespoň ve výpočtové rovině.

2.2.2 NORMY, KTERÝMI SE ŘÍDÍ ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOV

Zpracování energetického hodnocení budovy, ať už tedy energetického auditu, posudku, PENB či energetického štítku, je proces, který se řídí zákony a vyhláškami, ale také normami a doporučeními. Níže jsou uvedeny normy:

- ČSN 73 0540-1:2011 Tepelná ochrana budov - část 1: Termíny, definice a veličiny pro navrhování a ověřování
- ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - část 2: Funkční požadavky
- ČSN 73 0540-3:2011 Tepelná ochrana budov - část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4:2011 Tepelná ochrana budov - část 4: Výpočtové metody pro navrhování a ověřování
- ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce: Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 10 211-1 Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích: Tepelné toky a povrchové teploty - Část 1 - Základní výpočtové metody
- ČSN EN ISO 10-211-2 Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích: Tepelné toky a povrchové teploty - Část 2 - Lineární tepelné mosty
- ČSN EN ISO 10 077-1 Tepelné chování oken, dveří a okenic: Výpočet součinitele prostupu tepla - Část 1 - Všeobecně
- ČSN EN ISO 10 077-2 Tepelné chování oken, dveří a okenic: Výpočet součinitele prostupu tepla - Část 2 - Výpočtová metoda pro rámy
- ČSN EN ISO 14 683 Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích: Lineární činitel prostupu tepla. Zjednodušené metody a orientační hodnoty
- ČSN EN ISO 13 370 Tepelné chování budov: Přenos tepla zeminou - Výpočtové metody
- ČSN EN 673+A1 Sklo ve stavebnictví: Stanovení součinitele prostupu tepla - Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 13 790 Tepelné chování budov: Výpočet potřeby tepla na vytápění a chlazení

- ČSN EN ISO 13 789 Tepelné chování budovy: Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 12 831 Tepelné soustavy v budovách: Výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN 832 (73 0564) Tepelné chování budov: Výpočet potřeby energie na vytápění - Obytné budovy
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách: Příprava teplé vody
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN EN 15 193-1 (73 0323) Energetické hodnocení budov: Energetické požadavky na osvětlení
- TNI 70 0329 (30) Energetická náročnost budov: Typické hodnoty parametrů technických systémů, užívání budov a klimatických dat pro výpočet a hodnocení energetické náročnosti budov

2.2.3 ZÁKONY, KTERÝMI SE ŘÍDÍ PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

PENB se řídí zákonem č. 318/2012 Sb. - o hospodaření energií, a dále těmito vyhláškami:

- vyhláška č. 78/2012 Sb. - o energetické náročnosti budov
- vyhláška č. 480/2012 Sb. - o Energetickém auditu a posudku
- vyhláška č. 441/2012 Sb. - o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie

Vypisovat veškerá znění zákonů, kterými se řídí zpracování PENB, by nemělo význam. Všechny zákony jsou uvedeny na internetu a volně přístupné. V současné době však má veliký význam vyjmenovat povinnosti zpracování PENB, tedy stavebníky a vlastníky nemovitostí, na které se tato povinnost vztahuje, a za jakých okolností. Dříve byla povinnost zpracovat průkaz pouze pro novostavby, nicméně novelou zákona č. 318/2012 Sb., která vstoupila v platnost 1.1.2013, se tato povinnost zásadně změnila.

Stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek je povinen zajistit zpracování PENB

- a) při výstavbě nových budov nebo při větší změně dokončené stavby
- b) u budovy užívané orgánem veřejné moci od:
 1. července 2013 pro budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 500 m²
 1. července 2015 pro budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší, než 250 m²
- c) pro užívané bytové domy nebo administrativní budovy
 - s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1 500 m² do 1. ledna 2015
 - s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1 000 m² do 1. ledna 2017
 - s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 1 000 m² do 1. ledna 2019

Vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek jsou povinni zajistit zpracování PENB

- a) při prodeji budovy nebo ucelené části budovy
- b) při pronájmu budovy
- c) od 1. ledna 2016 také při pronájmu ucelené části budovy

2.2.3 - 1 ZKUŠENOSTI S VYLOŽENÍM ZÁKONA Z PRAXE

Z uvedené citace zákona č. 318/2012 Sb. je vyplývá, že aktuální povinnost mít vypracovaný PENB nastala Novým rokem pro velkou část panelových a bytových domů, neboť jejich energeticky vztahná plocha hravě přesáhne 1 500 m². Bohužel, z vlastní zkušenosti mohu říci, že nemalé množství vlastníků těchto budov tuto povinnost opomenulo, ať už nevědomě, nebo vědomě zanedbalo s názorem, že takových vlastníků je spousta a stát přece nemůže nutit vlastníky zpracovat průkaz, který jim vlastně nic nepřinese, pouze je bude stát finanční prostředky.

Zkušenost s energetickými průkazy při prodeji či pronájmu budov je z praxe podobná. Opět většina vlastníků nemovitostí zpracování průkazu vypustí, neboť jsou toho názoru, že jde pouze o právní formalitu.

V poslední době jsou také zajímavé názory vlastníků, kteří si dali tu práci, že si zákon přečetli a z něj zjistili, že opravdu pro ně povinnost pro zpracování PENB vyplývá, a že dokonce při zjištění porušení zákona plynou pro vlastníka poměrně velké finanční pokuty. Přesto v těchto vlastnicích přetrvává názor, že jde o věc zbytečnou, tzv. „nutné zlo“, a proto často přímo, nebo nepřímo, zpracovatele PENB nabádají k tomu, aby PENB zpracovali tzv. „na oko“ s argumentem, že jde z jejich pohledu o zbytečný kus papíru, který je nekontrolovatelný. Proč takto zpracovávat PENB nelze se dočtete v další kapitole, kde je vysvětlena práce Státní energetické inspekce.

Snad tedy jediným, v současné době pečlivě dodržovaným pravidlem, kdy je PENB zpracováván, je průkaz energetické náročnosti budovy pro novostavby. V případě novostavby totiž nelze stavbu domu schválit, aniž by byl PENB předložen, plnil daná kritéria *(která jsou odlišná např. od PENB při pronájmu)* a bylo vydáno Souhlasné stanovisko Státní energetické inspekce (SEI).

Na oko pro širokou veřejnost, která je většinou o PENB a povinnostech s ním spojené neorientovaná, pak takové vyložení zákona vypadá, jakoby vlastně neexistovala možnost, kdy PENB nemusí být zpracován. Vlastníci nemovitosti se pak často neprávem na zpracovatele PENB zlobí, že jde o nepotřebný dokument, za který chce zpracovatel peníze, mnohdy nemalé. V rámci této problematiky bych rád demonstroval dva příklady, se kterými se lze běžně při zpracování PENB setkat, pro které se uplatňuje výjimka a PENB se nezpracovává.

PŘÍKLAD PRVNÍ - VYHOŘELÝ, NEBO JINAK ZNIČENÝ DŮM

K tomuto příkladu poslouží dům, se kterým jsem se měl možnost setkat v polovině roku 2014. Jednalo se o klasický zděný dům se dvěma obytnými podlažími *(jedno bylo částečně podkrovní)*, nevytápěným suterénem a malým půdním prostorem. Problém domu byl ten, že několik let jej majitelé pronajímali a nájemce dům pomalu, ale jistě likvidoval a to takovým

způsobem, že nejprve radiátory odvezl do sběrný surovin, a následně dům podpálil v domnění, že mu případně pojistka.



Obrázek 2.3 - Vyhořelý dům s nulovou celkovou energeticky vztažnou plochou

Majitelé se následně rozhodli, že dům prodají a velice rychle, díky příznivé ceně nemovitosti v tomto stavu, sehnali kupce. Advokát připravující smlouvu k prodeji nemovitosti majitele uvědomil o nutnosti zpracování PENB, a tímto jsem se k domu dostal také já, jako zpracovatel PENB. Jak již bylo uvedeno, dům neměl radiátory a zdroj tepla - kotel, byl požárem zničený. Navíc okenní výplně byly v části domu požárem zničené. Z tohoto plyne, že pro danou nemovitost, která má za běžných podmínek celkovou energeticky vztažnou plochu kolem 180 m^2 , se povinnost zpracování PENB nevztahovala dle § 7 odst. 5 písm. a), tedy pro budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 50 m^2 . Reálná celková energeticky vztažná plocha budovy v době prodeje totiž činila 0 (slovy *nula*) m^2 .

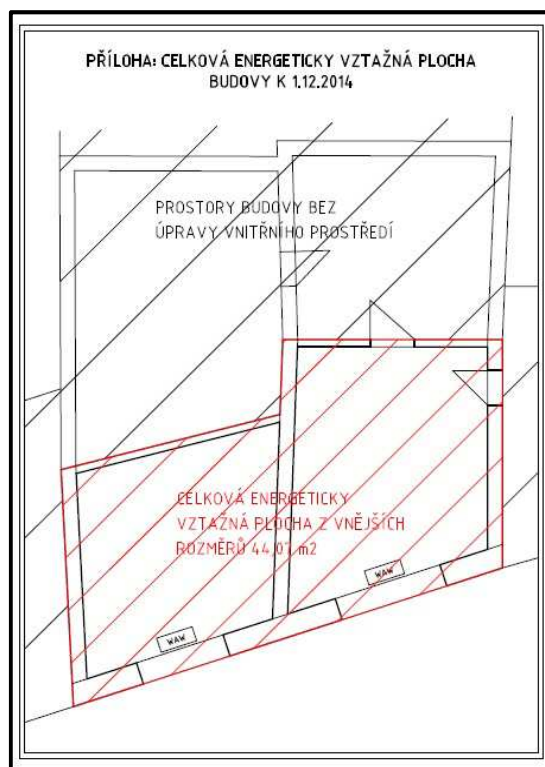
PŘÍKLAD DRUHÝ - FUNKČNÍ, STO LET STARÝ DŮM

Druhým příkladem je dům, který byt je kolem sta let starý, tak je zcela bez problémů obyvatelný, tedy má funkční okenní výplně, funkční zdroj tepla i přípravu teplé vody.



Obrázek 2.4 - Sto let starý dům s malou energeticky vztažnou plochou

Oproti předchozímu příkladu jsou však v domě pouze 2 místnosti s upravovaným vnitřním prostředím, jednoduše řečeno - pouze ve dvou místnostech se nachází radiátor, ostatní jsou nevytápěny.



Obrázek 2.5 - Sto let starý dům s malou energeticky vztažnou plochou

Na první pohled se zdá, že díky velké zastavěné ploše domu celková energeticky vztažná plocha přesáhne 50 m², opak je však pravdou. Díky dvěma vytápěným místnostem činí energeticky vztažná plocha daného budovy zhruba 44 m². Na základě tohoto zjištění se pro majitele nevztahuje povinnost mít zpracovaný PENB při prodeji.

Toto byly typické příklady výjimek pro zpracování PENB, se kterými se lze v běžné praxi setkat. Níže pak jsou uvedeny všechny výjimky dle zákona č. 318/2012 Sb.

§ 7 odst. 5 Požadavky na energetickou náročnost budovy podle odstavců 1 až 3 nemusí být splněny

- a) u budov s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 50 m²
- b) u budov navrhovaných a obvykle užívaných jako místa bohoslužeb a pro náboženské účely
- c) u staveb pro rodinnou rekreaci
- d) u průmyslových a výrobních provozů, dílenských provozoven a zemědělských budov se spotřebou energie do 700 GJ za rok

2.2.4 ZÁKONY, KTERÝMI SE ŘÍDÍ ENERGETICKÝ POSUDEK

Při zpracování energetického posudku je potřeba dodržovat nejen platné normy, ale také zákony. Energetický posudek se řídí zákonem č. 318/2012 Sb. a příslušnými vyhláškami. Např. ve vyhlášce č. 480/2012 Sb. jsou uvedeny nutné náležitosti energetického auditu a posudku, jsou zde pak uvedeny vzory Evidenčních listů energetického posudku, které jsou nedílnou součástí zpracování. V zákoně č. 318/2012 Sb, § 9a, je doslovně uvedeno toto:

(1) Stavebník, společenství vlastníků jednotek nebo vlastník budovy nebo energetického hospodářství zajistí energetický posudek pro

- a) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie při výstavbě nových budov nebo při větší změně dokončené budovy se zdrojem energie s instalovaným výkonem vyšším než 200 kW; energetický posudek je součástí průkazu podle § 7a odst. 4 písm. c),
- b) posouzení proveditelnosti zavedení výroby elektřiny u energetického hospodářství s celkovým tepelným výkonem vyšším než 5 MW, pokud je předložena dokumentace stavby podle zvláštního právního předpisu⁴⁾, 14) pro budování nového zdroje energie nebo pro změnu dokončených staveb u zdrojů energie již vybudovaných,
- c) posouzení proveditelnosti zavedení dodávky tepla u energetického hospodářství s celkovým elektrickým výkonem vyšším než 10 MW, pokud je předložena dokumentace stavby podle zvláštního právního předpisu⁴⁾, 14) pro budování nového zdroje energie nebo pro změnu dokončených staveb u zdrojů energie již vybudovaných; u energetického hospodářství, které užívá plynové turbíny, se tato povinnost vztahuje na celkový elektrický výkon vyšší než 2 MW, u spalovacích motorů se tato povinnost vztahuje na celkový elektrický výkon vyšší než 0,8 MW,
- d) posouzení proveditelnosti projektů týkajících se snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů,
- e) vyhodnocení plnění parametrů projektů realizovaných v rámci programů podle písmene d).

(2) Stavebník, společenství vlastníků jednotek nebo vlastník budovy nebo energetického hospodářství může na základě vlastního rozhodnutí zajistit energetický posudek také pro

- a) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie při výstavbě nových budov nebo při větší změně dokončené budovy se zdrojem energie s instalovaným výkonem nižším než 200 kW; v případě, že je energetický posudek zpracován, je součástí průkazu,

- b) doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy při větší změně dokončené budovy; v případě, že je energetický posudek zpracován, je součástí průkazu,
- c) podklad pro veřejné zakázky v oblasti zvyšování účinnosti energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla,
- d) vyhodnocení provedených opatření navržených v energetickém auditu,
- e) posouzení dosahování limitů při jiných pravidlech pro vytápění, chlazení a dodávku teplé vody podle § 7 odst. 6 písm. b) a c).

(3) Energetický posudek musí

- a) být zpracován pouze
 1. příslušným energetickým specialistou podle § 10 odst. 1 písm. a), nebo
 2. osobou usazenou v jiném členském státě Unie, pokud je oprávněna k výkonu uvedené činnosti podle právních předpisů jiného členského státu Unie; ministerstvo je uznávacím orgánem podle zvláštního právního předpisu5a),
- b) být zpracován objektivně, pravdivě a úplně.

(4) Další povinnosti stavebníka, společenství vlastníků jednotek nebo vlastníka budovy nebo energetického hospodářství jsou

- a) oznámit ministerstvu zpracování energetického posudku osobou podle odstavce 3 písm. a) bodu 2 a předložit ministerstvu kopii oprávnění osoby pro vykonávání této činnosti podle právního předpisu jiného členského státu Unie,
- b) na vyžádání předložit energetický posudek ministerstvu nebo Státní energetické inspekci.

(5) Obsah energetického posudku, způsob zpracování energetického posudku a jeho rozsah stanoví prováděcí právní předpis.“

2.3 VYBRANÉ NÁZVOSLOVÍ

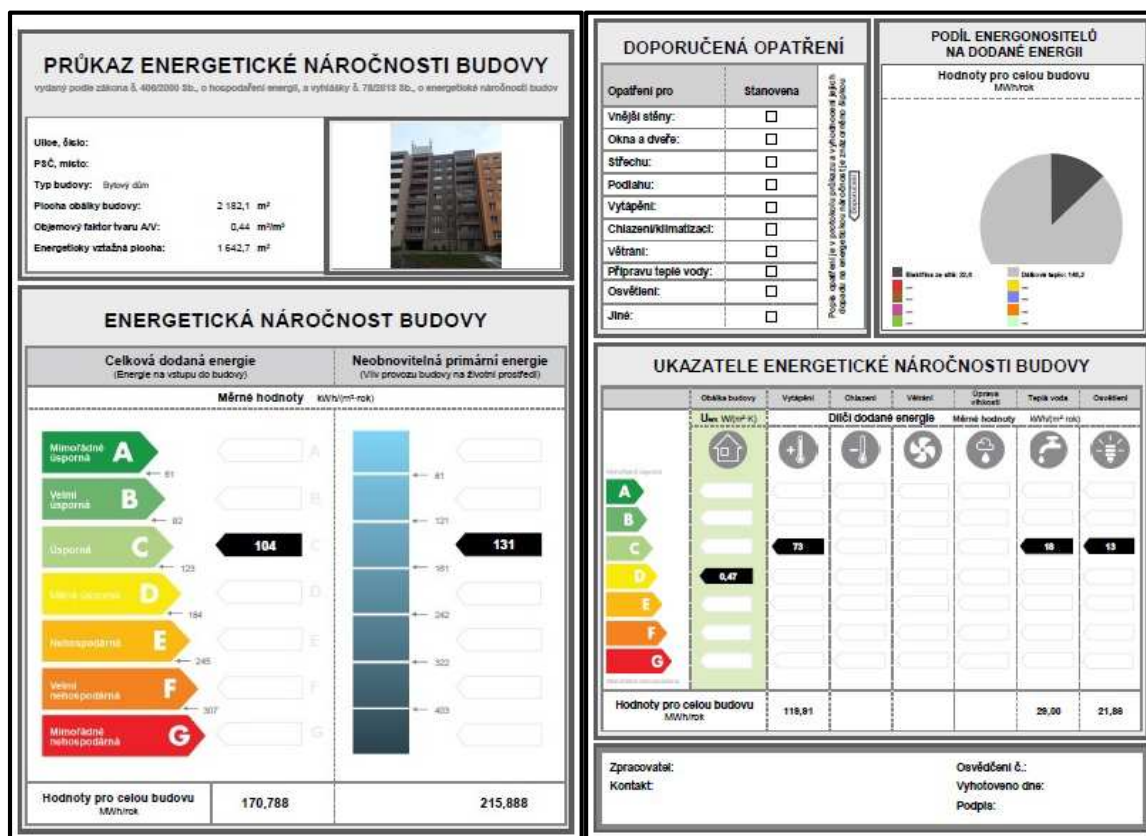
2.3.1 PENB, PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Průkaz energetické náročnosti v současné podobě je platný od 1.1.2013. Mnoho lidí z řad neodborné veřejnosti považují energetický štítek, energetický průkaz a průkaz energetické náročnosti za jeden a ten samý dokument. Ve své podstatě průkaz energetické náročnosti budovy (*dále jen PENB*) obsahuje energetický štítek. Jaký je tedy rozdíl mezi energetickým štítkem a PENB? Energetický štítek posuzuje pouze obálku budovy, tedy splnění požadavků na průměrný

součinitel prostupu tepla obálkou budovy. Ve výpočtové části pak lze vyčíst, zda jednotlivé konstrukce plní normové hodnoty součinitele prostupu tepla či nikoliv, a porovnat je s normovými hodnotami. Proč je tedy energetický štítek součástí PENB? Jednoduše řečeno protože vymezuje hodnocenou budovu jako celek a udává skrze konstrukční řešení její potřebu energie pro pokrytí tepelných ztrát. Dílčí části, které PENB hodnotí, tedy jsou:

- obálka budovy
- vytápění
- chlazení
- větrání
- úprava vlhkosti
- teplá voda
- osvětlení

Z rozdělení dílčích ukazatelů PENB je tedy patrný vztah energetického štítku obálky budovy (*bod a*)) k průkazu energetické náročnosti budovy.



Obrázek 2.6 - PENB - celkové hodnocení

Obrázek 2.7 - PENB - dílčí hodnocení

2.3.2 ENERGETICKÝ POSUDEK

Z mého pohledu je energetický posudek mezistupeň mezi energetickým auditem a energetickým průkazem, blíže má však k auditu, pochopitelně. Nebudu zde rozebírat formální náležitosti a členění, to lze dohledat v zákoně č. 480/2012 Sb. a příslušných prováděcích vyhláškách a normách. Problematiku posudku rozeberu z obecného hlediska.

Ve své podstatě je energetický posudek formou zpracování velmi podobný auditu, asi největší rozdíl je v údajích o spotřebě energie stávajícího stavu, ze kterých vychází. Zatímco audit uvažuje se skutečnými, fakturami doloženými spotřebami za poslední tři roky, na které je výpočtový model přizpůsoben, energetický posudek s těmito spotřebami neuvažuje a vychází ze spotřeb energie, které jsou výsledkem výpočtového modelu s optimalizací podle nejlepšího vědomí a svědomí autora. Jednoduše řečeno - reální spotřeby energie modelu budovy ve výchozím stavu se budou lišit od skutečných max. o zhruba dvě až tři procenta v případě auditu, v případě posudku i o více procent.

Možná Vás tedy napadá otázka proč dělat energetický posudek, když mohu udělat audit? Záměr je jednoduchý, osobně ho vidím v dotačních programech, které se rok od roku rozrůstají. Požadavky na energetický posudek nejsou tak striktní, jako v případě auditu, a přece i tak posudek dostatečně poslouží ke zhodnocení vynaložených investičních nákladů, jejich návratnosti a úspor jak ekonomických, tak ekologických.

Za zmínku stojí obecně známý dotační program Zelená úsporám, kde je požadavek na zpracování energetického posudku. Další program, který dříve vyžadoval zpracování auditu a dnes již postačí posudek, je program Nový panel ze Státního fondu životního prostředí. V aplikaci tématu jsem se věnoval energetickému posudku pro program Jessica realizovaný Státním fondem rozvoje bydlení, ve kterém zjednodušeně jde o sníženou úrokovou míru s fixací pro realizaci navrhovaných energeticky úsporných opatření.

nová

zelená

úsporám

v1.0

**Krycí list technických parametrů k žádosti o podporu
z oblasti podpory A – Snižování energetické náročnosti stávajících
rodinných domů (vč. podoblasti podpory C.1, C.3 a C.4)**

1. ČÍSLO ŽÁDOSTI *

--	--	--	--	--	--	--	--

Část A – Identifikační údaje

IDENTIFIKACE ŽADATELE			
2. Příjmení / Název *		Jméno:	
3. Dat. nar. / IČ *		E-mail *	
		Telefon *	
IDENTIFIKACE NEMOVITOSTI			
4. Katastrální území (část) *		Katastrální území (název) *	
5. Číslo listu vlastnictví *		Typ parcely *	
6. Ulice: Farní		Číslo popisné *	
7. Obec *		PSČ *	
		Kraj * Moravskoslezský	
IDENTIFIKACE ZPRACOVATELE PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE			
8. IČ *		Příjmení / Název *	
9. Telefon *		E-mail *	
10. Autorizovaná osoba		Číslo autorizace *	
11. Příjmení *		Jméno *	
IDENTIFIKACE ZPRACOVATELE ENERGETICKÉHO POSUDKU			
12. IČ *		Příjmení / Název *	
13. Telefon *		E-mail *	
14. Energetický specialista		Číslo oprávnění *	
15. Příjmení *		Jméno *	

Část B – Technické parametry budovy před realizací podporovaných opatření

TYP BUDOVY	
16. Zdroj vytápění *: rodinný dům	
17. Počet bytových jednotek *: 1 b.j.	
18. Zeměpisné charakteristické budovy *: ☐ ano ☒ ne	
VLASTNOSTI BUDOVY	
19. Celková energeticky užitná plocha A_{t} *	230,0 m ²
20. Celková vnitřní podlahová plocha *	205,7 m ²
21. Měrná potřeba tepla na vytápění ξ *	230 kWh/m ² .rok
22. Průměrný součinitel prostupu tepla U_{m} *	1,39 W/m ² .K
23. Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{m,ref}$ *	0,40 W/m ² .K
24. Faktor teploty budovy A/V *	0,8 m ³ /m ²

Pro účely označení:

* - povinné pole v každé části dokumentu protažením ukazovátkem

Státní fond životního prostředí ČR, Oblastní úřad pro životní prostředí, IČ: 440 000 000, P: +420 267 994 300, F: +420 272 936 585, E: 00020739

www.novazelenavysporam.cz Zelená linka 800 200 500 info@zelenavysporam.cz

Obrázek 2.8 - Krycí list energetického posudku pro NZÚ 2014

Nyní stojí tedy za zmínku vysvětlit názor, že energetický posudek stojí mezi auditem a PENB. Vztah posudku k auditu již byl objasněn, vztah posudku k průkazu se pokusím vysvětlit nyní. Velice zjednodušeně lze říct, že energetický posudek je zhodnocení spotřeby energie, které vyplývá ze zpracování PENB pro daný navrhovaný stav s uvažovanými opatřeními. Jde o přímou vazbu, neboť pro každé energeticky úsporné opatření lze vytvořit samostatný PENB, a zpracování modelu budovy pro navrhované energeticky úsporné opatření je téměř totožné se zpracováním PENB. Provázanost PENB a posudku je konec konců viditelná také v příloze posudku, kde jsou PENB pro stávající - výchozí stav hodnocené budovy, a PENB pro stav budovy po realizaci navrhované varianty energeticky úsporných opatření.

Energetický posudek by se měl skládat z těchto částí:

- a) titulní list s údaji o stavbě a vlastníkovi
- b) popis stávajícího stavu
- c) spotřeba energie stávajícího stavu
- d) energeticky úsporná opatření, popis, náklady, úspory, návratnost
- e) varianty energeticky úsporných opatření
- f) doporučení optimální varianty a její celkové bilanční hodnocení ve srovnání se stávajícím stavem
- g) závěr
- h) krycí list energetického posudku
- i) přehled výpočtů
- j) PENB pro stávající a navrhovaný stav

- 28 -

Přesnou formu zpracování energetického posudku lze nalézt v příloze části B - Aplikace tématu na zadané budově.

2.3.3 STÁTNÍ ENERGETICKÁ INSPEKCE

Státní energetická inspekce (*dále jen SEI*) je dle mého pohledu v dnešní době veliký strašák pro mnoho projektantů, ale hlavně pro energetické auditory a energetické specialisty. Jedná se o orgán státní správy s postavením a působností určenou zákonem č. 458/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Opět i v tomto případě nemá cenu vyjmenovávat všechny kompetence, jsou uvedeny v zákoně. Rád bych ale ujasnil důvod, z kterého plyne zmíněný strach ze SEI.

V dnešní době, kdy je potřeba mít zpracovaný průkaz energetické náročnosti pro širokou škálu budov, resp. případů nakládání s ní, se role SEI umocňuje. SEI má totiž na starost správnost zpracování PENB a může provádět jejich kontroly.

V případě novostaveb je situace poměrně jasná - PENB vychází z podkladů zpracovaných projektantem, a v případě, že z hlediska energií je v projektu chyba, není velký problém, aby ji projektant ve spolupráci s energetickým specialistou/auditorem opravil.

Z mého pohledu však větší problém nastává u již dokončených staveb, a to při jejich prodeji, či pronájmu, nebo z jiného důvodu, ze kterého vyplývá povinnost mít zpracovaný PENB. Pro stávající budovy je někdy až nemožné určit přesnou skladbu všech konstrukcí, přesné stavební a prostorové řešení a další parametry, které jsou rozhodující při zhotovení PENB. V tu chvíli může nastat rozpor mezi pohledem na věc ze strany energetického specialisty/auditora a úředníkem pověřeným SEI ke kontrole dané budovy.

Uvedu jeden příklad z praxe, na který má řada odborníků dva úhly pohledy. Do 1.1.2015 měly mít PENB zpracovány všechny bytové domy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1 500 m². Existuje ale řada bytových domů, které fyzicky/stavebně tvoří jednu budovu o několika vchodech s vlastními čísly popisnými a orientačními, které mohou být navzájem propojeny sklepními prostory. Při pohledu do katastru lze nalézt jednotlivé vchody samostatně, často také půdorysy bytů spadajících k danému vchodu leží na samostatných pozemcích. Jedna strana odborníků zabývajících se touto problematikou tvrdí, že při zpracování PENB se hodnotí objekt celkově, tedy nikoliv po vchodech, ale jako stavební celek. Druhá část odborníků zase tvrdí opak, tedy že je nutno zpracovat PENB pro každý vchod zvlášť. Z druhé možnosti ale plyne, že vchody ležící uprostřed délky musí mít logicky výpočtově nižší spotřeby energií už jen kvůli menší ochlazované ploše obálky budovy. Tak jako tak je patrné, že jeden z názorů je platný, druhý naopak. Bohužel mi není doposud znám pohled SEI na tuto problematiku, a z tohoto důvodu si myslím, že nejen já, ale hlavně energetičtí specialisté a auditoři jsou ve velkém očekávání, co přinesou výsledky kontrol bytových domů, pro něž vznikla povinnost zpracování k 1.1.2015.

Důvodem strachu pro mnohé je jednak šrám na vybudovaném jménu, ale také pokuty, které jsou v rádech desetitisíců. Ovšem zde je potřeba upozornit, že pokuty za špatně zpracovaný PENB jdou na vrub energetickému specialistovi/auditorovi, ovšem pokuty za absenci zpracování PENB v případě, že je potřeba, hradí majitel budovy.



Obrázek 2.9 - Bytový dům o 4 samostatných vchodech



Obrázek 2.10 - Bytový dům o 4 samostatných vchodech

2.4 AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ

Ve své podstatě lze aktuální technická řešení energetické náročnosti staveb rozdělit do 2 skupin.

- stavebně konstrukční zásahy do obálky budovy
- opatření týkající se TZB

2.4.1 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ OPATŘENÍ

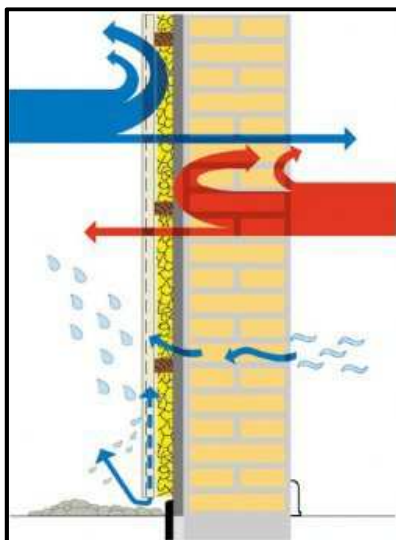
Zásahy směřující ke snížení tepelných ztrát domu jsou nejčastějšími opatřeními ke snížení energetické náročnosti budovy. Koneckonců vyměňovat starý zdroj tepla za nový v případě např. 80 let starého domu se špatnými izolačními schopnostmi by bylo nepříliš ekonomické. Logicky tedy většinu lidí při slově úspora napadne asociace se slovem zateplení. Kromě materiálového řešení bych ale zde chtěl vyzdvihnout možnost volby mezi **kontaktním způsobem zateplení** a **zateplením s provětrávanou mezerou**. První způsob je více využíváný díky snazší technické proveditelnosti, a tím nižším realizačním nákladům. Volba provětrávané fasády je však výhodná pro všechny druhy staveb, jako izolační materiál se použije hydrofobizovaná tepelná izolace, která do své struktury neváže vodu. Mezi vnější viditelným opláštěním a tepelnou izolací se ponechá zhruba 5 až 20 cm mezera, kterou proudí vzduch zespodu nahoru. Provětrávaná fasáda s sebou nese tu výhodu, že díky neustálé cirkulaci vzduchu v mezeře je zkondenzovaná voda odváděna pryč a nezůstává ve stavební konstrukci. Z hlediska tepelného chování objektu v letních měsících pak provětrávaná fasáda snižuje tepelnou zátěž přes vnější stěny. Z hlediska návratnosti je zateplení krokem, které se vrátí běžně v rozmezí 10 až 20 let v závislosti na výchozím a nově navrženém stavu, ostatně to dokazuje navržené opatření č. 6 energetického posudku.

Mimo zateplení vnějších stěn má veliký vliv také **zateplení stropu**. Toto zateplení se provádí z vrchní strany stropu, jednodušší je v případech, kdy nad posledním obytným podlažím je půdní prostor. Zde, v případě potřeby pochůzí půdy, se tepelná izolace opatří z horní strany

pochůzí vrstvou, například OSB deskami na dřevěném roštu. V případě dodatečného zateplení stropů, nad kterými půda umístěna není, tedy střech, je situace komplikovanější o tu skutečnost, že je potřeba udělat novou hydroizolaci střechy, čímž je zateplení jednak finančně nákladnější, ale nese s sebou i riziko poruchy nové skladby konstrukce. Zateplení stropů je investicí, která má poměrně významný vliv na energetickou náročnost budovy, v řešeném objektu diplomové práce toto opatření přineslo úsporu 16 % s poměrně rychlou návratností v řádu zhruba 5 let.

Nemalý význam má také **zateplení podlahy** přízemního podlaží. V případě budov, kde pod nejnižším vytápěným podlažím navazuje sklepní prostor, se izolace nejčastěji řeší izolováním stropů sklepního prostoru a následným opláštěním např. SDK deskami. Tento způsob je rychlý, poměrně málo pracný a nevyžaduje zásah do podlahové konstrukce obytného prostoru nad sklepem. Výjimkou mohou být jediné komplikace s rozvody umístěnými pod stropem, kde se navyšuje pracnost. Daleko pracnější, a tím i nákladnější, je provedení dodatečné tepelné izolace podlah na styku se zemínou. V tomto případě buď dojde k bourání stávajících podlah a jejich nahrazení novými s tepelnou izolací, nebo se provede dodatečná tepelná izolace na stávající podlahy s tím, že se zhotoví podlahy nové. Toto řešení však není optimální. Další možností je provedení tepelné izolace vnějších stěn pod úroveň terénu, ovšem tuto možnost považuji jako nejméně přínosnou.

Dalším, neméně významným zásahem do stavebních konstrukcí v rámci snižování spotřeby energie, je výměna výplní otvorů. V tomto případě vzniká otázka, zda vyměnit okna za nová s izolačním dvojsklem či trojsklem. Tímto tématem jsem se zabýval jak v energetickém posudku, tak v experimentální části diplomové práce.



Obrázek 2.11 - Provětrávaná fasáda [3]

2.4.2 OPATŘENÍ TÝKAJÍCÍ SE TZB

Ve své podstatě lze tato opatření rozdělit do dvou skupin, a to:

- rekonstrukce stávajícího systému TZB
- instalace zdrojů s využitím obnovitelné a alternativní energie

První možnost je obecně více podporovaná a široké veřejnosti bližší. Nejčastějším případem ne **výměna stávajícího zdroje tepla** pro vytápění a přípravu teplé vody novým, ekologicky šetrným s vyšší účinností. Tímto směrem jsem se vydal také v případě energetického posudku, kdy byla doporučena výměna starých atmosférických plynových kotlů za nové kondenzační plynové kotle. Pro představu stávající atmosférické plynové kotle mají účinnost výroby tepla zhruba 86 %, reálná účinnost výroby tepla kondenzačním plynovým kotlem je zhruba 95 %. Instalací kondenzačního kotle také dojde ke snížení střední teploty topné vody pod 50 %, čímž dojde ke zvýšení účinnosti distribuce tepla o zhruba 4 %.

Mimo účinnost výroby tepla zdrojem se také může zvýšit účinnost sdílení tepla mezi distribučními prvky otopné soustavy a místností, tedy mezi např. radiátorem a místností, díky **instalaci termostatických hlav** až o zhruba 6%. Náklad na jednu termostatickou hlavici je v dnešní době zhruba 600 Kč, a tak návratnost tohoto opatření je řádově v období 4 až 6 let podle konkrétní stavby.

Dalším možným opatřením je **izolace rozvodů**, ať už pitné vody nebo otopné. Zde je ale potřeba si dát pozor na tzv. kritickou tloušťku tepelné izolace. Kritická tloušťka tepelné izolace znamená, že při použití dané tloušťky izolantu se tepelné ztráty potrubí nesníží, ale naopak zvýší, což platí zejména pro potrubí malých průměrů.

Platí:

$$\frac{a_0 \cdot d_2}{a_0 \cdot \lambda} > 1 \quad \text{přidáním tepelné izolace dojde ke snížení tepelné ztráty}$$

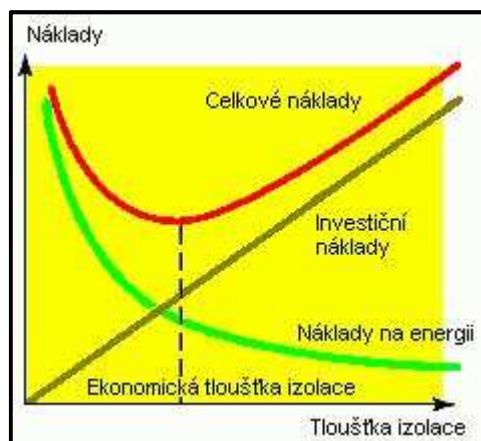
$$\frac{a_0 \cdot d_2}{a_0 \cdot \lambda} < 1 \quad \text{přidáním tepelné izolace dojde ke zvýšení tepelné ztráty}$$

a_0 vnější povrch potrubí [m^2]

d_2 vnější průměr tepelné izolace [m]

λ tepelná vodivost tepelné izolace [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]

Pokud bychom zvolili minimální tloušťku tepelné izolace, pak se tepelná ztráta potrubí nezvětší, ale bude stejná po realizaci izolace jako pro potrubí neizolované. Cílem je tedy navrhnout optimální tloušťku tepelné izolace, při které jsou náklady na pořízení tepelné izolace potrubí optimální v porovnání s ekonomickým přínosem.



Obrázek 2.12 - Ekonomická tloušťka izolace [4]

V poslední době hojně využívaným, a nutno říct dotačními programy podporovaným, energeticky úsporným opatřením v rámci systémů TZB je **instalace zdroje tepla využívajícího obnovitelné a alternativní zdroje energie**. Jedná se zejména o instalaci tepelných čerpadel a solárních termických panelů.

Solární termický systém pro přípravu teplé vody byl použit také v energetickém opatření energetického posudku diplomové práce, kde bylo uvažováno s celoročním provozem systému. Abych to blíže vysvětlil, celoročním v tom smyslu, že v období nedostatečných solárních zisků k přípravě vody na požadovanou teplotu bude solární systém využíván alespoň k přehřevu přírodní studené vody z vodovodního řádu, čímž se sníží náklady na její ohřev pomocí plynového kotle. V praxi to znamená, že voda nebude ohřívána z běžné přírodní teploty vodovodního řádu zhruba 10 °C, ale např. z 20 °C, čímž dochází z úspore energie, potažmo financí.

Běžněji používanou variantou je na obrázku 2.13 varianta zásobníku pro bivalentní zdroj tepla, tedy v zásobníku jsou umístěny dva topné registry.



Obrázek 2.13 - Běžný způsob zapojení solárního termického systému [5]

V případě volby **tepelného čerpadla** jsou v našich podmínkách nejčastěji používané TČ vzduch - voda a země - voda. Instalace TČ země - voda s sebou nese vyšší realizační náklady spočívající v hloubkových vrtech, nicméně systém tohoto tepelného čerpadla je funkční i za nízkých venkovních teplot. Naproti tomu při použití TČ vzduch - voda je zcela běžné, že účinnost tepelného čerpadla klesá s klesající teplotou a při teplotách kolem - 5 °C již prakticky nefunguje.

Opomíjeným energeticky úsporným opatřením je také **výměna zdrojů světla** za novější s podstatně vyšší účinností. Klasická žárovka má účinnost kolem 5 %, oproti tomu zářivka kolem 20 až 22 %, LED osvětlení je na tom nejlépe se svou zhruba 50 % účinností. Zbytek energie se přemění na energii tepelnou. Tímto opatřením jsem se rovněž zabýval v diplomové práci, nicméně vzhledem k poměrně nízkým úsporám v celkovém měřítku, a poměrně značným investičním nákladům spojeným s výměnou osvětlení, je reálná návratnost investice nepřilíh optimistická.

2.5 TEORETICKÁ ŘEŠENÍ

Snahou snižování energetické náročnosti budovy je docílit co nejnižších provozních nákladů budovy a snížit emise spojené s provozem. Tyto cíle jdou ruku v ruce s minimalizací zejména tepelných ztrát budovy, protože jak již bylo zmíněno, ve své podstatě zdroje tepla pokrývají aktuální tepelnou ztrátu objektu.

Teoreticky lze říct, že pokud by se dosáhlo izolačních schopností obálky domu takových, aby byly tepelné ztráty nulové, nebylo by potřeba zdrojů tepla, neboť čistě teoreticky teplo produkované obyvateli domu by bylo při nejmenším více než dostatečné k zajištění komfortu bydlení. Výměna vzduchu v naprosto těsné obálce by probíhala větracími jednotkami s účinností rekuperace těsně pod 100 % a příprava teplé vody by probíhala například z odpadního tepla.

Z reálného hlediska je to však čistá utopie, což je všem i v dnešní době moderních technologií zcela jasné, a myslím si že právě proto jsou zde budovy s téměř nulovou spotřebou energie, jejichž cílem je optimalizovat zdroje energie a využít právě takové, které budou nejen ekonomicky šetrné, ale také v neposlední řadě ekologické.

Ideálním příkladem může být v dnešní době pasivní dům s tloušťkami tepelných izolací vysoce převyšujících požadované hodnoty, s primárním zdrojem tepla využívajícím alternativní zdroj energie, tedy např. tepelné čerpadlo, jehož chod by primárně zajišťovala fotovoltaika umístěná na střeše objektu, která by byla vybavena bateriemi pro akumulaci přebytku elektrické energie. K přípravě teplé vody by primárně sloužil solární termický systém, jehož chod pomocných zařízení (*čerpadla atd.*) by zajišťovala opět el. energie z fotovoltaiky. Větrání by zajišťovala VZT jednotka s rotačním rekuperátorem, poháněná jak jinak, než FVE. Jako sekundární zdroj tepla by sloužil kotel na biomasu a dřevní odpad, při potřebě elektrické energie vyšší, než je schopna dodat FVE, by byl odebírán proud z veřejné sítě. Nutno podotknout, že takové řešení by bylo technicky proveditelné i v dnešní době, nicméně cena za realizaci technologie k tomu potřebné by značně přesahovala cenu stavby.

2.6 EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

V současné době velice oblíbeným řešením zjišťování poruch stavby způsobujících zvýšenou energetickou náročnost je termografie, více známá jako termovize či termovizní měření.

Termovizní měření je nedestruktivní metoda sloužící mimo jiné k odhalení míst zvýšených tepelných ztrát v obálce domu. Termokamera zachycuje neviditelné infračervené záření vyzařované povrchem tělesa, měření není nijak škodlivé, a toto záření přenáší do obrazové podoby. Výsledkem je pak teplotní pole - termogram, které graficky znázorňuje průběh teploty po ploše měřeného objektu. Díky barevné stupnici lze par vyčíst rozdíly teplot v místě vad s bezvadnými místy. Jak jsem již zmínil, v dnešní době se termografie používá zejména pro lokalizaci tepelných mostů v obálce budovy, kontrole tepelné izolace stropů a šikmin (*např. zakrytých SDK*), či kontrole těsnosti okenního křídla v okenním a rámu a samotného správného osazení okna do stavebního otvoru. Mimo tuto aplikaci lze termografii velice dobře použít také k lokalizaci vad, např. prasklého vedení topné vody, ale také ke kontrole tepelné izolace rozvodů. Pokud jsou rozvody vedeny viditelně, lze tepelnou izolaci zkontrolovat přímo, pokud jsou však vedeny rozvody ve zdech, lze termovizí odhalit, zda jsou vedeny v tepelné izolaci a pokud ano, zda je dostačující. U starších cihlových domů se velice často stává, že jsou ztráty z rozvodů topné vody tak velké, že je lze termovizí naměřit i při vnější kontrole obálky. Další možností použití je tedy prediktivní údržba při kontrole el. obvodů a jističů, v neposlední řadě lze termokamerou velice dobře zkontrolovat fotovoltaická elektrárna.



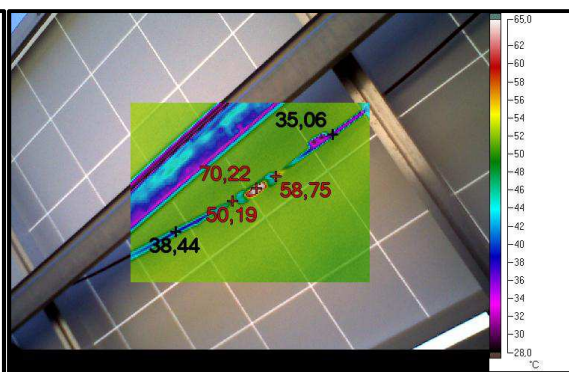
Obrázek 2.14 - Neizolované rozvody topení v BD



Obrázek 2.15 - Lokalizace podlahového topení



Obrázek 2.16 - Chybějící kus tepelná izolace šikminy stropu



Obrázek 2.17- Přehřívající se svorka na FVE

2.7 ŘEŠENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKU A MODELOVÁNÍ

Toto řešení je založeno na výpočtových modelech energetického chování budovy a bilancování s modelem v rámci energetických opatření. Řešení zohledňuje jednak spotřebu energie, ale i energetické zisky, které do bilance vstupují.

K řešení lze použít software Energie společnosti K-Cad s.r.o., který slouží k modelaci domu z hlediska spotřeby energií. Nutno však podotknout, že k vytvoření správného modelu je potřeba použít také software Teplo jmenované společnosti, který slouží k posouzení tepelně technických vlastností konstrukcí. Chceme-li přesně řešit tepelné mosty (*například u nízkoenergetických staveb*), pak je zapotřebí pracovat se softwarem Area této společnosti. Těmito softwary bychom pokryli programové vybavení nutné k hodnocení energetické náročnosti budovy.

Mezi jinými tvůrci softwaru pro programové řešení bych rád zmínil společnost Protech s.r.o., od které jsem rovněž využil programové vybavení k energetickému hodnocení.

2.8 ZÁVĚR

Hodnocení energetické náročnosti budov skrze PENB je v mnoha očích lidí problematikou nezasvěcených považováno za naprostou zbytečnost, hlavně z důvodu posuzování domů postavených před několika desítkami let, se kterými neplánují žádné stavební úpravy.

Z mého pohledu je to velice vhodný nástroj zejména při koupi či pronájmu nemovitosti, neboť zájemci přímo ukáže, tzv. „do čeho jde“. Problém ale vidím v neinformování veřejnosti s povinnostmi spojenými s vypracování PENB, ale hlavně v neznalosti významu PENB. Lidé ve štítku neumějí číst, neví, co znamenají uvedené hodnoty a už vůbec neví, jak by dům měl správně, tedy dle současných norem, vypadat.

Panují také názory, že do budoucna bude tato forma energetického hodnocení zrušena, nebo nahrazena jinou. Myslím si ale, že postupem času bude pouze optimalizována, nebude zrušena, naopak bude plošně zavedena pro větší množství staveb.

ČÁST B

APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ

3. ENERGETICKÝ POSUDEK



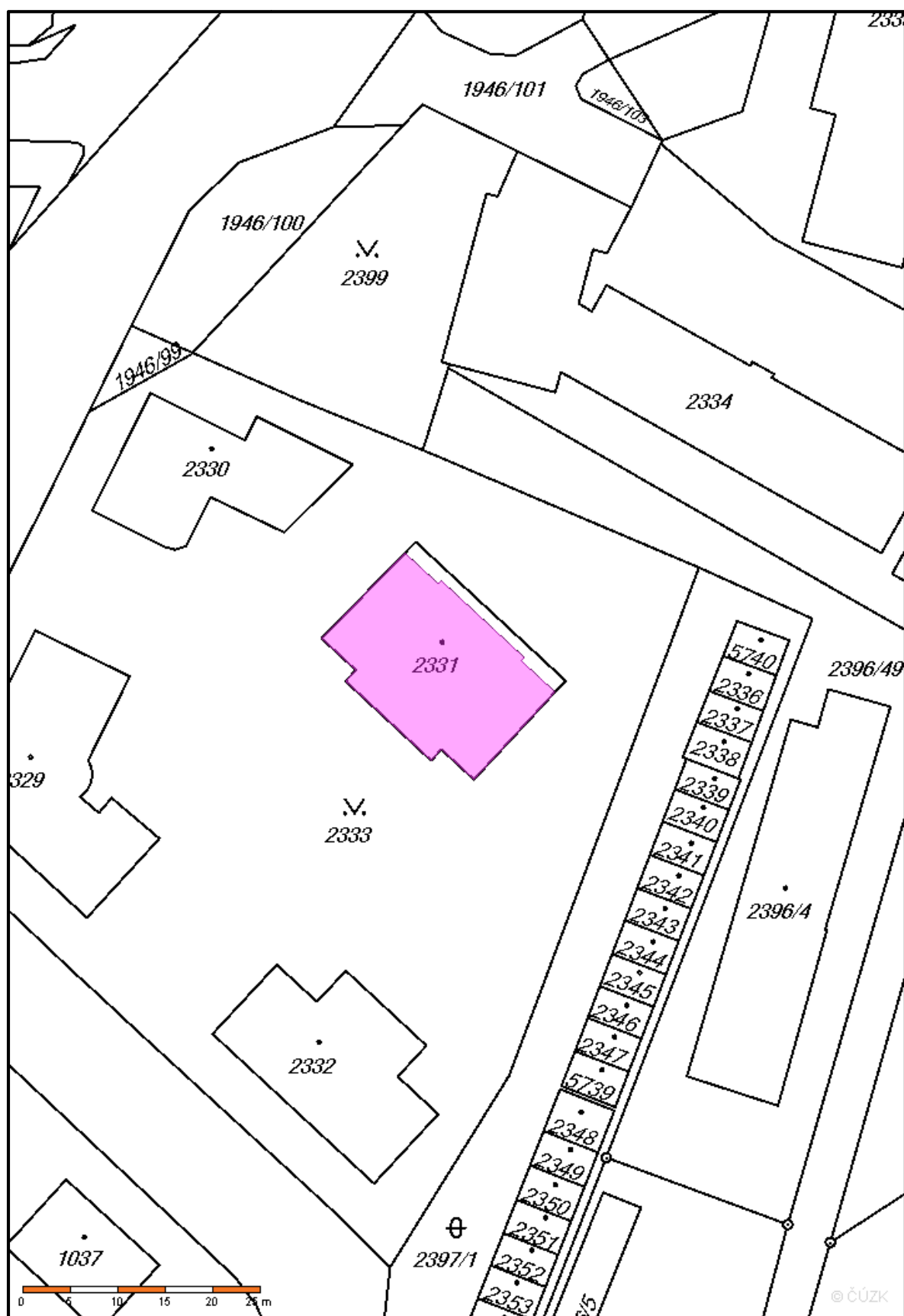
3.1 TITULNÍ LIST

3.1.1 PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO POSUDKU

Název:	Energetický posudek pro bytový dům Keltičkova v rámci využití dotačního programu Jessica
Účel stavby:	bytový dům se 6 jednotkami určený k bydlení
Adresa:	Keltičkova 1409/66, 710 00 Ostrava - Slezská
Vlastník:	Mgr. Břetislav Halška (jednotka 1409/1) SJM Bc. Vít Wolgemuth a Jiřina Wolgemuthová (jednotka 1409/2) SJM Martin Kostelník a Petra Kostelníková (jednotka 1409/3) SJM Mgr. Tomáš Bury a Mgr. Kateřina Buryová (jednotka 1409/4) Ing. Lenka Ondruchová (jednotka 1409/5) SJM Martin Ruzs a Ing. Zdena Ruzsová (jednotka +4201409/6)
Adresa vlastníka:	Společenství pro dům Keltičkova č.p. 1409 Keltičkova 1409/66 710 00 Ostrava - Slezská
Telefon:	+420 603 123 456
Email:	info@svjkeltickova.cz

3.1.2 ZPRACOVATEL ENERGETICKÉHO POSUDKU

Zpracovatel:	Bc. Lukáš Palík
Adresa:	Kaštanová 1439, 739 34 Šenov
Datum zpracování:	září 2014 – prosinec 2014
Číslo oprávnění:	nevydáno
Číslo energetického posudku:	neevidováno
Telefon:	+420 777 026 102
Email:	palik@termo-kamery.cz



Obrázek 3.1 - Katastrální mapa 1:500 [6]

3.2 ÚČEL ZPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU PODLE §9a zákona č. 318/2012 Sb.

Zatřídění dle zákona č. 318/2012 Sb. je posouzení efektivnosti a finanční návratnosti stavebních a technických úprav týkajících se snižování energetické náročnosti budovy a využívání obnovitelných a alternativních zdrojů energie.

Energetický posudek je zpracován na základě žádosti investora z důvodu zamyšlené kompletní rekonstrukce objektu zaměřené na zásadní snížení energetické náročnosti při provozování objektu, při které stavebník hodlá využít dotační program Jessica realizovaný Státním fondem rozvoje bydlení.

Cílem posudku je minimalizace energetické náročnosti budovy, variantní řešení možných úsporných opatření vč. jejich vyhodnocení a doporučení nejvhodnějšího energeticky úsporného opatření. Přesné cíle požadované investorem byly zvoleny takto:

- snížení spotřeby energie na vytápění minimálně o 50 %
- snížení spotřeby energie pro přípravu teplé vody minimálně o 30 %
- snížení emisí škodlivých látek vznikajících užíváním objektu minimálně o 50 %
- návrh opatření s využitím alternativního zdroje energie

Energetický posudek byl zpracován dle zákona č. 318/2012 Sb. o hospodaření energií a dle související vyhlášky č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku.

Software použitý ke zpracování byl program Energie 2013 licencovaný na autora posudku, dále program Protech s licencí na autora posudku a školní verze programu AutoCAD 2010.

3.3 STANOVENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

3.3.1 POPIS OBJEKTU ENERGETICKÉHO POSUDKU

Předmětem energetického posudku je třípodlažní objekt s jedním částečně podzemním podlažím a půdním prostorem, nacházející se v okrajové oblasti Ostravy, sloužící jako bytový dům pro 6 samostatných bytových jednotek. Byty jsou shodné zrcadlově přes osu schodiště, které je situované na severovýchod a je průběžné po celé výšce objektu od sklepa až po půdní prostor.

Bytový dům má decentralní způsob vytápění realizovaný plynovými kotli různého typu umístěnými v jednotlivých bytech, příprava teplé vody je rovněž decentralní. Nucené větrání ani klimatizační systém v domě instalován není.

Částečně pod zemí umístěný sklep slouží jako technické zázemí, je zde celkem 12 místností a schodiště. Do prostoru sklepa se lze dostat pouze po schodišti po vstupu do objektu, ze sklepního prostoru nevedou dveře přímo do venkovního prostoru. Šest místností vlevo po

vstupu do sklepa v minulosti sloužilo jako ateliér, dnes jsou v nich uskladněny nepotřebné předměty. Vpravo po vstupu do sklepa jsou umístěny místnosti sloužící jako sklad kol a kočárkárna. Rovně po vstupu do prostoru sklepa jsou umístěny kóje. Sklep je nevytápěný, garáže nejsou součástí domu. Světlá výška sklepních prostor činí 2,650 m, svislé obvodové konstrukce jsou z cihel plných pálených.

V prvním, druhém a třetím nadzemním podlaží jsou umístěny byty, na každém patře dva. Vstup do bytů je z prostoru schodiště přes vstupní plné dřevěné dveře. Každý byt má 7 místností - kuchyně, obývací pokoj, dětský pokoj, ložnice, šatna, toaleta a samostatné WC. V severovýchodní a jihozápadní straně jsou umístěny balkóny, dva pro každý byt. Jednotlivá obytná podlaží jsou půdorysně shodná, shodná jsou také zrcadlově přes podélnou osu schodiště. Světlá výška v obytných podlažích činí 2,950 m, obvodové konstrukce jsou z cihel plných pálených a cihel dutých metrických.

V prvním nadzemním podlaží se nachází byt manželů Wolgemuthových, který je situován na západ. Byt je v energetické posudku označován jako zóna č. 1. Byt Mgr. Halšky je umístěn také v prvním nadzemním podlaží, situován je na východ. V energetickém posudku je označení bytu jako zóna č. 2. Ve druhém nadzemním podlaží je v západní straně situován byt manželů Buryových, posuzovaný jako zóna č. 3. Zónu č. 4 tvoří na východ orientovaný byt ve druhém nadzemním podlaží manželů Kostelníkových. Poslední, třetí obytné podlaží, je tvořeno v západní části bytem manželů Ruszových, zónou č. 5. Poslední 6. zónu v energetickém hodnocení tvoří byt Ing. Ondruchové.

Součástí objektu je také nevytápěný půdní prostor pod valbovou střechou, který se půdorysně nachází nad celým posledním podlažím. Prostor pod střechou je v současné době nevyužíván, nejsou zde skladovány věci. V šikminách střechy jsou umístěna střešní okna, která současně slouží jako vylez na střechu. Světlá výška od podlahy půdního prostoru ke hřebeni činí 5,375 m, obvodové konstrukce jsou tvořeny z cihel plných pálených a z cihel dutých metrických.

3.3.2 POPIS STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

3.3.2 - 1 SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE A PŘÍČKY

Vnější zdivo sklepa je z CPP na maltu o tl. 600 mm a 450 mm. Vnitřní nosné zdivo sklepa je rovněž z CPP o tl. 600 mm a 450 mm, příčky jsou z CPP o tl. 300 mm, 150 mm a z CDm 115 mm, kóje jsou tvořeny dřevěnými příčkami o tl. 100 mm.

Vrchní stavba je vyzděná z CPP na maltu, obvodové stěny jsou tl. 450 mm, 300 mm a z CDm 250 mm, vnitřní stěny jsou z CPP tl. 600 mm (komínové zdivo) a 450 mm, CD TÝN 200 mm a CDm 115.

Vnitřní zdivo je omítnuté z obou stran vápennou omítkou tl. 20 mm, vnější zdivo je opatřeno na vnější straně břizolitem tl. 20 mm na vnitřní straně rovněž omítnuto vápennou omítkou tl. 20 mm. Po ploše fasády a ve spodní části v oblasti soklu a ve sklepních prostorách

dochází vlivem navlhnutí k odpadnutí omítek. Degradace samotného zdiva při místním šetření zjištěna nebyla.



Obrázek 3.2 - Problémy zdiva vyskytující se v oblasti soklu

3.3.2 - 2 VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Stropní konstrukce jsou ve všech podlažích železobetonové celkové tl. 250 mm opatřeny ze spodní strany vápennou omítkou. Tepelná izolace nebyla při místním šetření v konstrukci stropu nalezena.

Podlahy ve sklepní části jsou betonové slabě vyztužené tl. 100 mm bez další povrchové úpravy. V dalších obytných nadzemních podlažích jsou podlahy tvořeny škvárovým násypem s roznášecí betonovou mazaninou a nášlapnou vrstvou z vlysů, v některých místnostech opatřeny koberci. V hygienických místnostech je skladba podlah stejná, pouze nášlapnou vrstvu tvoří dlažba. Podlahu současného půdního prostoru tvoří nášlapná vrstva z cementového potěru. Tepelná izolace v konstrukci při místním šetření zjištěna nebyla.

3.3.2 - 3 STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Střecha je tvořena dřevěným celoplošným podbitím s plechovou střešní krytinou, nosnou konstrukcí tvoří dřevěný krov.



Obrázek 3.3 - Krov budovy

3.3.2 - 4 VÝPLNĚ OTVORŮ

Okna jsou v objektu z převážné části již vyměněna za plastová, v bytě manželů Wolgemuthových (1. zóna) a Ruszových (5. zóna) s izolačními trojskly, v ostatních bytech s izolačními dvojskly. Sklepní okna jsou z části vyměněna za plastová s izolačními dvojskly, zbylá okna sklepa jsou dřevěná zdvojená. Okna v prostoru schodiště jsou původní dřevěná dvojité.

Dveře vstupní do společného prostoru schodiště jsou původní dřevěné s jednoduchým zasklením. Vstupní dveře do jednotlivých bytů jsou dřevěné plné. Vnitřní interiérové dveře jsou dřevěné plné či zasklené jednoduchým sklem.

Balkónové dveře jsou rovněž z větší části vyměněny za plastové s izolačními dvojskly či trojskly, pouze v bytě Mgr. Halšky jsou stávající dřevěné plné balkónové dveře.

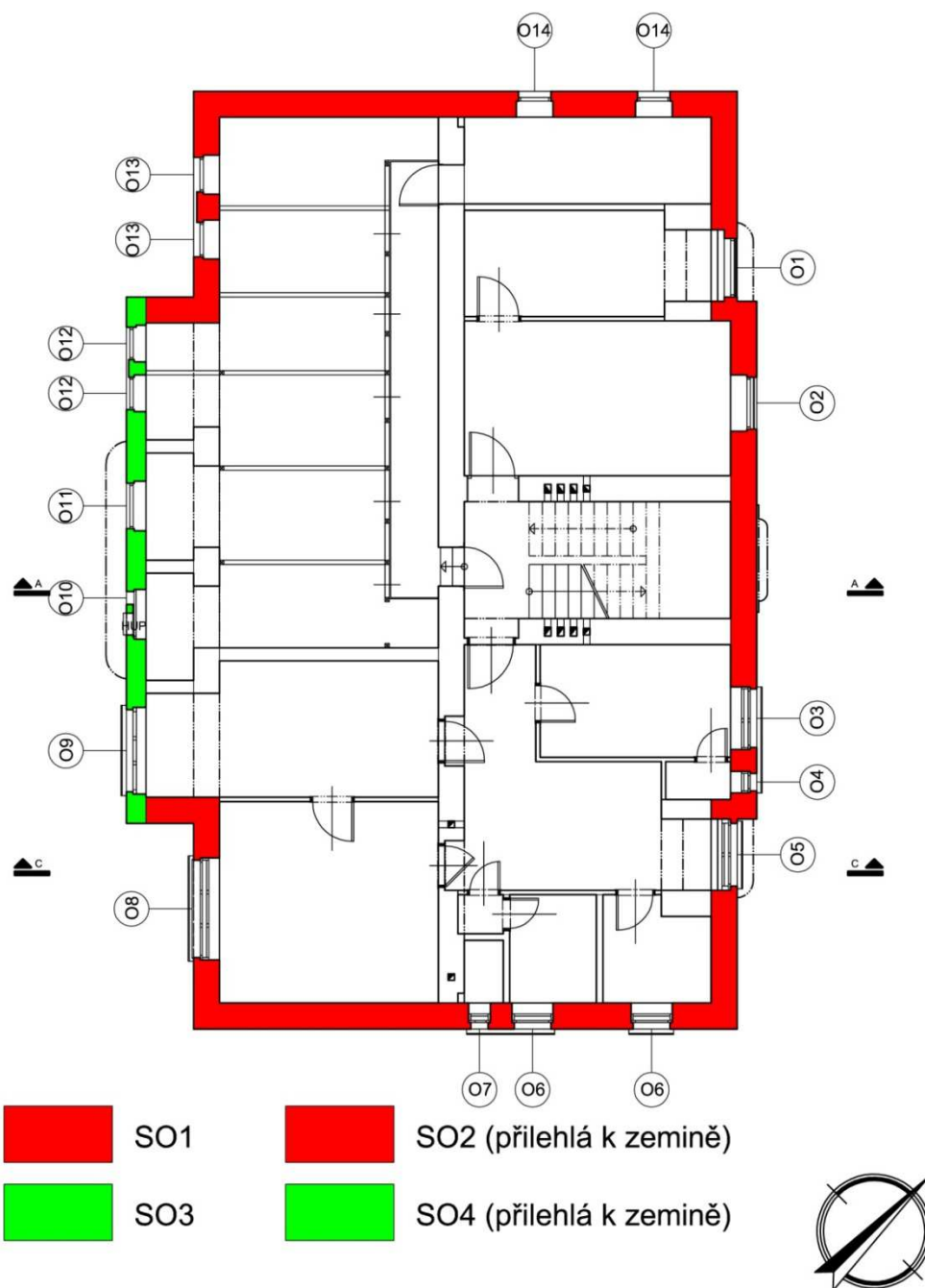


Obrázek 3.4 - Stávající dřevěné okno



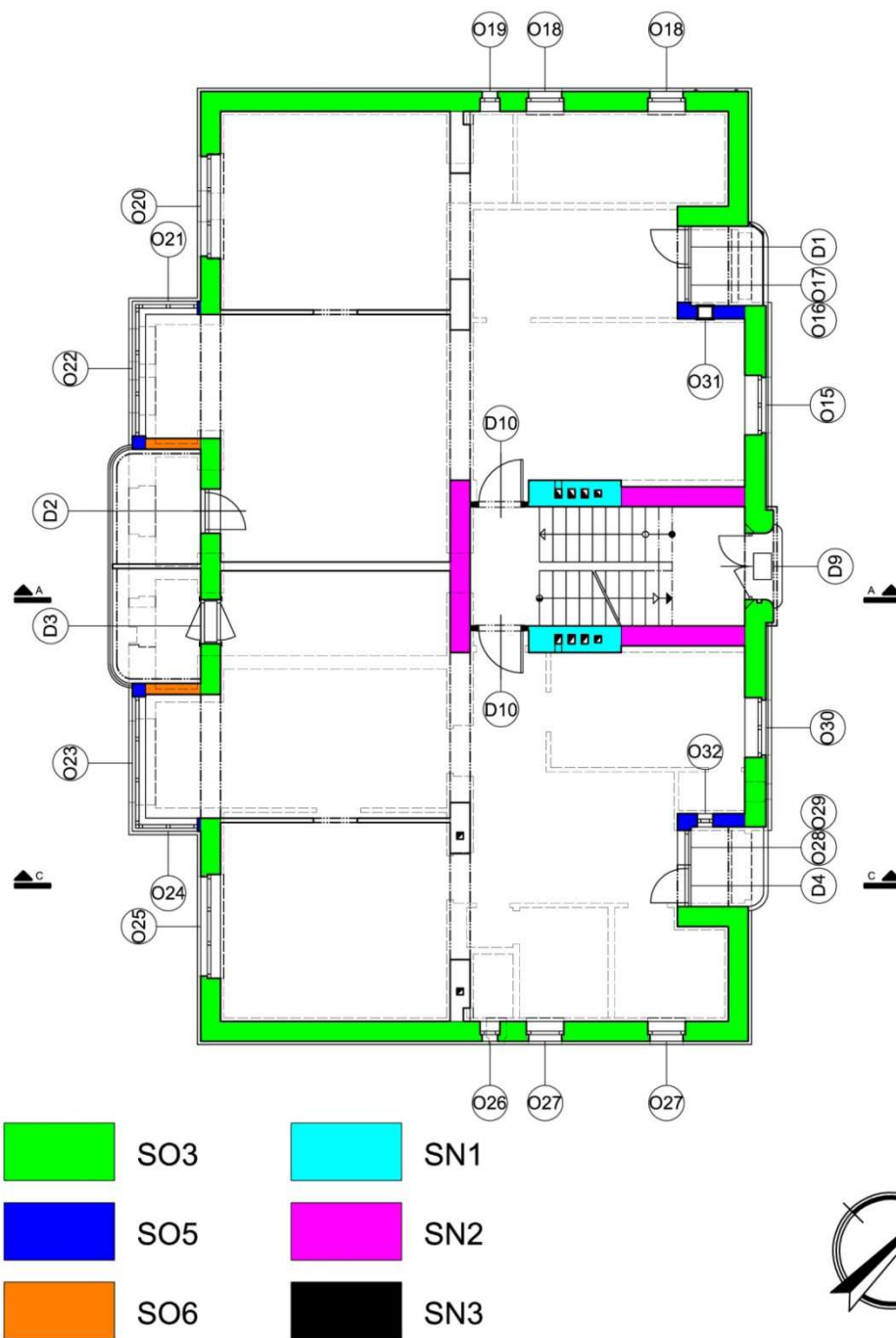
Obrázek 3.5 - Plastové okno s izolačním trojsklem v zóně č. 1

SCHÉMA OZNAČENÍ KONSTRUKCÍ 1. PODZEMNÍ PODLAŽÍ



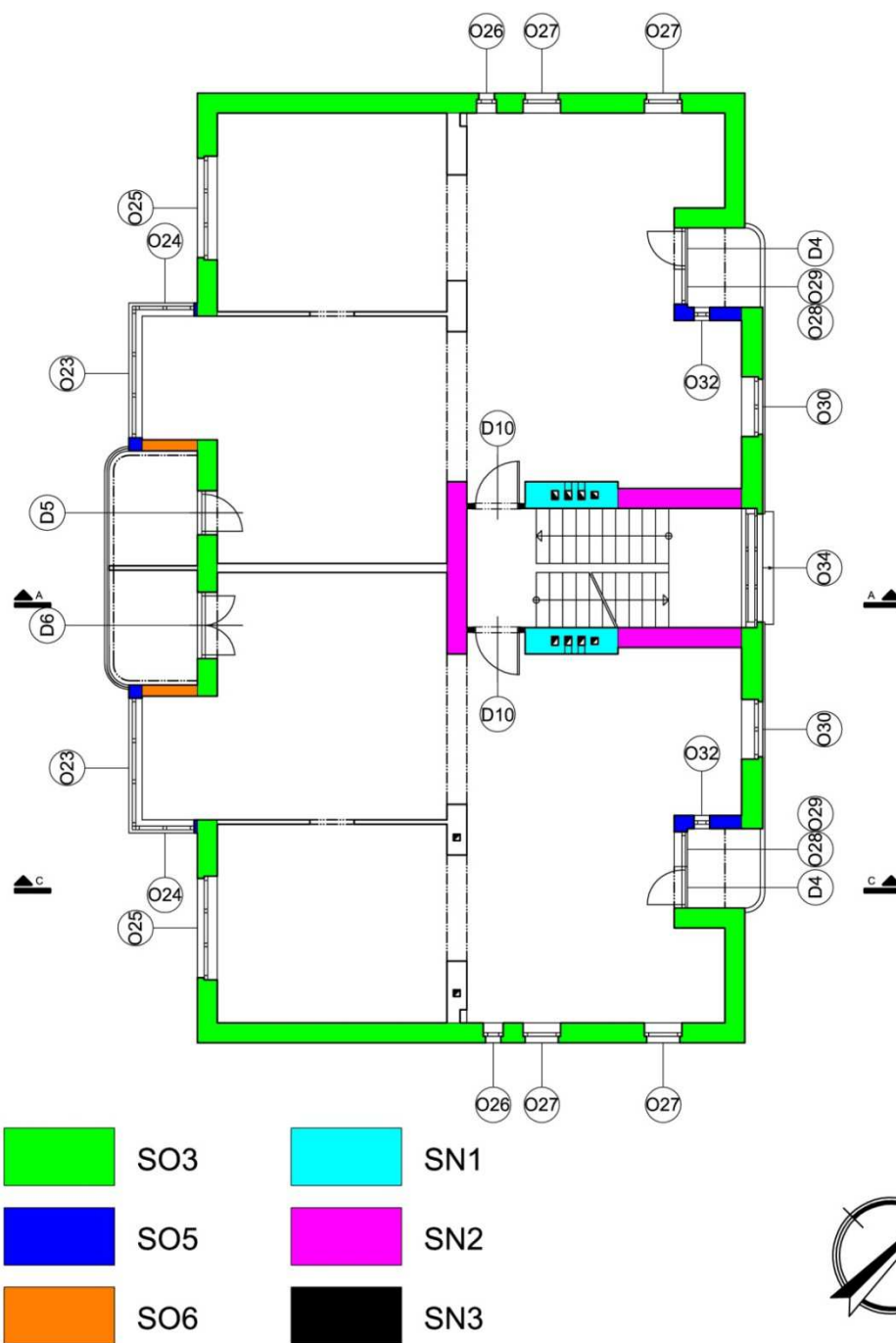
Obrázek 3.6 - Svislé konstrukce 1. podzemního podlaží

SCHÉMA OZNAČENÍ KONSTRUKCÍ 1. NADZEMNÍ PODLAŽÍ



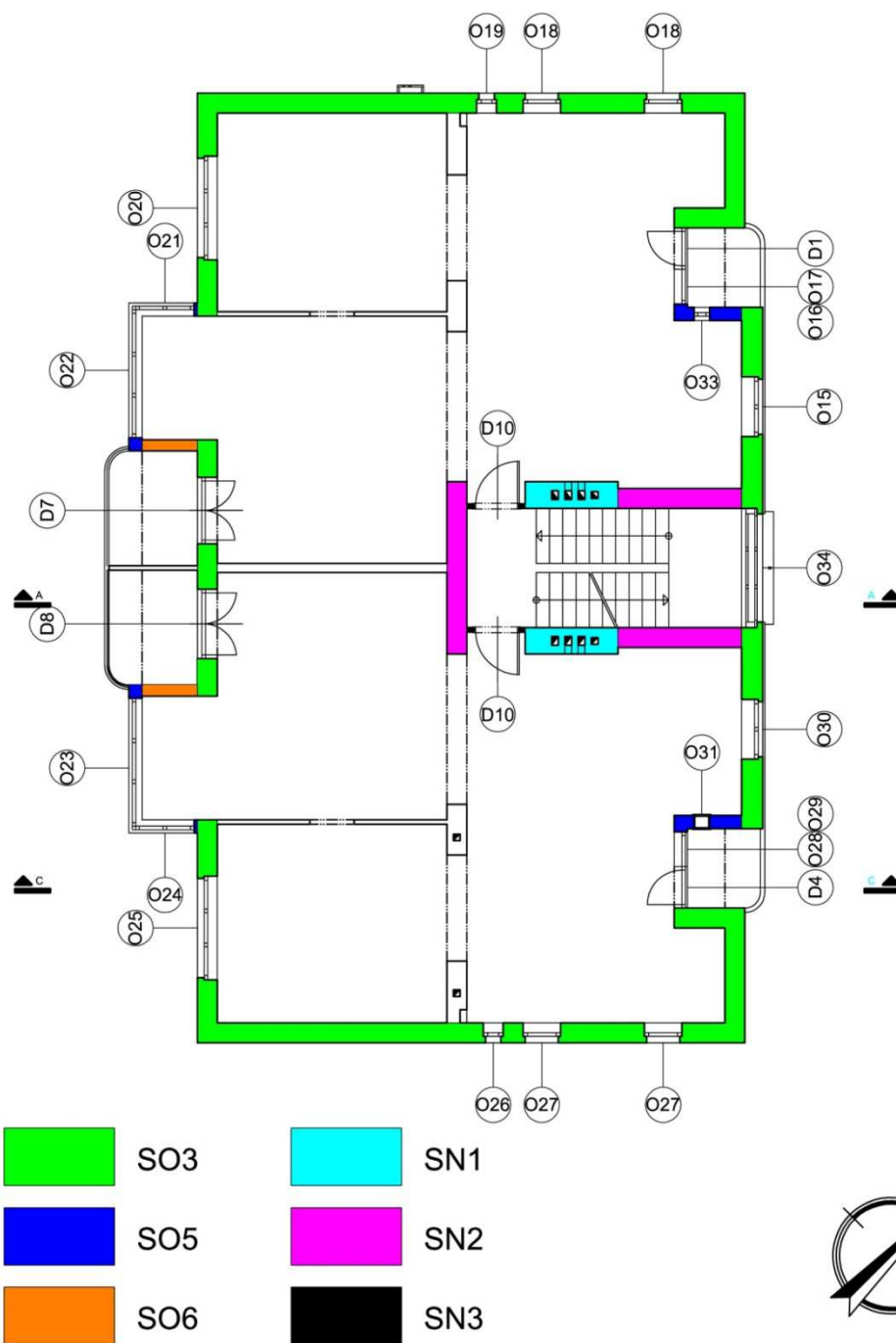
Obrázek 3.7 - Svislé konstrukce 1. nadzemního podlaží

SCHÉMA OZNAČENÍ KONSTRUKCÍ 2. NADZEMNÍ PODLAŽÍ



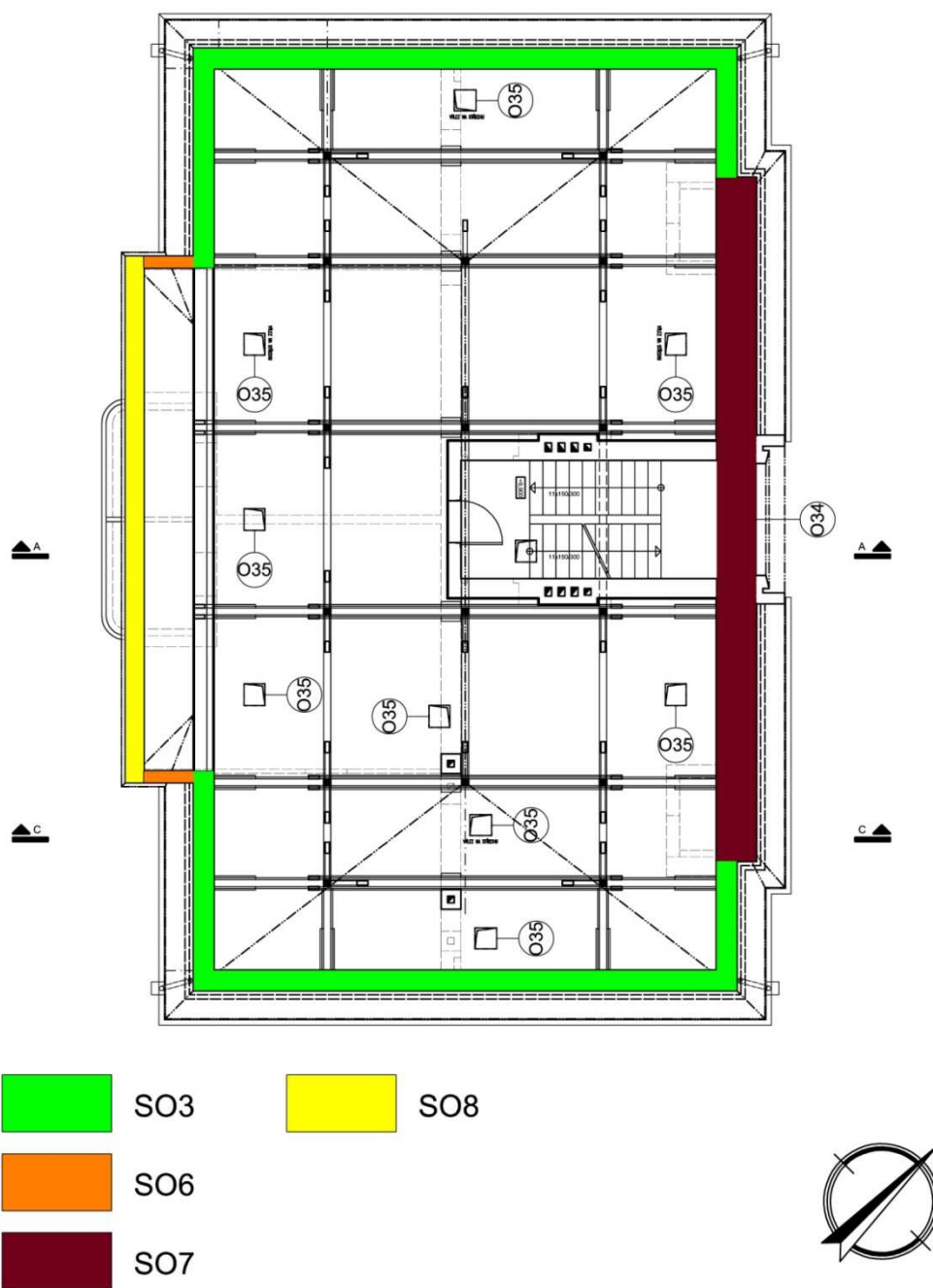
Obrázek 3.8 - Svislé konstrukce 2. nadzemního podlaží

SCHÉMA OZNAČENÍ KONSTRUKCÍ 3. NADZEMNÍ PODLAŽÍ



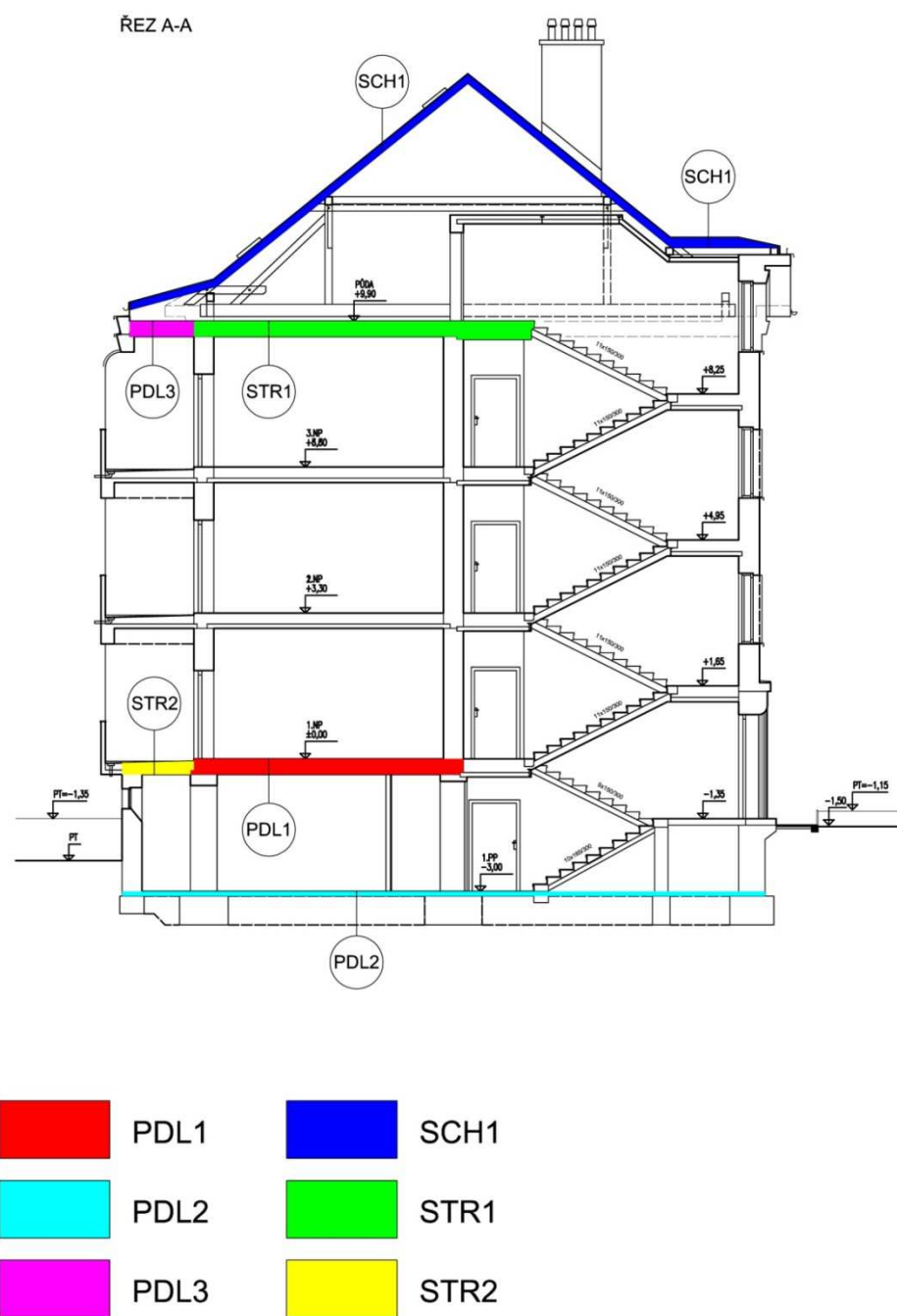
Obrázek 3.9 - Svislé konstrukce 3. nadzemního podlaží

SCHÉMA OZNAČENÍ KONSTRUKCÍ PŮDNÍ PROSTOR



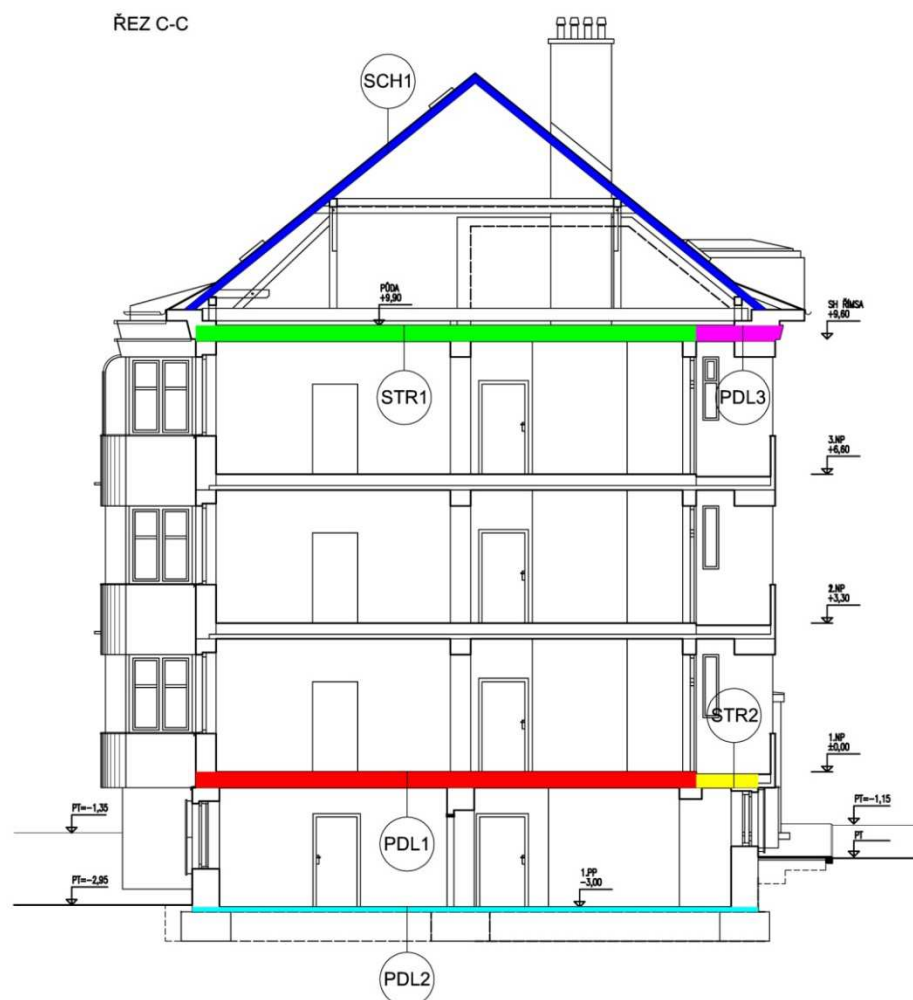
Obrázek 3.10 - Svislé konstrukce půdního prostoru

SCHÉMA OZNAČENÍ KONSTRUKCÍ ŘEZ SCHDIŠTĚM



Obrázek 3.11 - Vodorovné konstrukce

SCHÉMA OZNAČENÍ KONSTRUKCÍ ŘEZ SCHDIŠTĚM



 PDL1	 SCH1
 PDL2	 STR1
 PDL3	 STR2

Obrázek 3.12 - Vodorovné konstrukce

OZNAČENÍ K-CE	POPIS KONTRUKCE	U [W/(m²K)]	U _{N,20} [W/(m²K)]	U _{rec,20} [W/(m²K)]	HODNOCENÍ STAVU
SVISLÉ VNĚJŠÍ KONSTRUKCE					
SO1	stěna z CPP tl. 600 mm	1,021	0,300	0,250	NEHODNOTÍ SE
SO2	stěna z CPP tl. 600 mm k zemině	1,020	0,300	0,250	NEHODNOTÍ SE
SO3	stěna z CPP tl. 450 mm	1,271	0,300	0,250	NESPLŇUJE
SO4	stěna z CPP tl. 450 mm k zemině	1,290	0,300	0,250	NEHODNOTÍ SE
SO5	stěna z CPP tl. 300 mm	1,682	0,300	0,250	NESPLŇUJE
SO6	stěna z CDm tl. 240 mm	1,841	0,300	0,250	NESPLŇUJE
SO7	stěna z CPP tl. 900 mm	0,746	0,300	0,250	NEHODNOTÍ SE
SO8	stěna z CDm tl. 375 mm	1,369	0,300	0,250	NEHODNOTÍ SE
SVISLÉ VNITŘNÍ KONSTRUKCE					
SN1	stěna tl. 600 mm	0,878	0,600	0,400	NESPLŇUJE
SN2	stěna tl. 450 mm	1,071	0,600	0,400	NESPLŇUJE
SN3	stěna tl. 115 mm	1,965	0,600	0,400	NESPLŇUJE
PODLAHOVÉ KONSTRUKCE					
PDL1	podlaha 1.NP ke sklepu	1,263	0,600	0,400	NESPLŇUJE
PDL2	podlaha 1.PP (sklepa)	4,088	-	-	NEHODNOTÍ SE
PDL3	podlaha 4.NP (půdy) k exteriéru	1,860	-	-	NEHODNOTÍ SE
STROPNÍ KONSTRUKCE					
STR1	strop po nevytápěnou půdou se střechem bez TI	1,875	0,300	0,200	NESPLŇUJE
STR2	strop 1.PP (sklepa) k lodžím v 1.NP	2,249	-	-	NEHODNOTÍ SE
STŘEŠNÍ KONSTRUKCE					
SCH1	střecha	3,585	-	-	NEHODNOTÍ SE
OKNA					
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem 1350x550	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE U _{rec,20}
O2	okno plastové s izolačním dvojsklem 1200x650	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE U _{rec,20}
O3	okno dřevěné zdvojené 1350x1000	2,40	-	-	NEHODNOTÍ SE
O4	okno dřevěné zdvojené 400x1000	2,40	-	-	NEHODNOTÍ SE
O5	okno dřevěné zdvojené 1450x1200	2,40	-	-	NEHODNOTÍ SE
O6	okno dřevěné zdvojené 850x1400 (2 ks)	2,40	-	-	NEHODNOTÍ SE
O7	okno dřevěné zdvojené 400x1400	2,40	-	-	NEHODNOTÍ SE
O8	okno dřevěné zdvojené 2250x1500	2,40	-	-	NEHODNOTÍ SE
O9	okno plastové s izolačním dvojsklem 1900x1450	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE U _{rec,20}

O10	okno plastové s izolačním dvojsklem 300x450	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O11	okno plastové s izolačním dvojsklem 1050x450	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O12	okno plastové s izolačním dvojsklem 750x450 (2 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O13	okno plastové s izolačním dvojsklem 800x450 (2 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O14	okno plastové s izolačním dvojsklem 750x400 (2 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O15	okno plastové s izolačním trojsklem 1250x1750 (2 ks)	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O16	okno plastové s izolačním trojsklem 940x850 (2 ks)	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O17	okno plastové s izolačním trojsklem 860x1750 (2 ks)	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O18	okno plastové s izolačním trojsklem 750x1750 (4 ks)	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O19	okno plastové s izolačním trojsklem 350x1400 (2 ks)	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O20	okno plastové s izolačním trojsklem 2250x1750 (2 ks)	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O21	okno plastové s izolačním trojsklem 1475x1750 (2 ks)	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O22	okno plastové s izolačním trojsklem 3050x1750 (2 ks)	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O23	okno plastové s izolačním dvojsklem 3050x1750 (4 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O24	okno plastové s izolačním dvojsklem 1475x1750 (4 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O25	okno plastové s izolačním dvojsklem 2250x1750 (34 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O26	okno plastové s izolačním dvojsklem 350x1400 (4 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O27	okno plastové s izolačním dvojsklem 750x1750 (8 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O28	okno plastové s izolačním dvojsklem 860x1750 (4 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O29	okno plastové s izolačním dvojsklem 940x850 (4ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O30	okno plastové s izolačním dvojsklem 1250x1750 (4ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O31	okno dřevěné dvojité 350x1350 (2 ks)	2,35	1,50	1,20	NESPLŇUJE
O32	okno plastové s izolačním dvojsklem 350x1350 (3 ks)	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O33	okno plastové s izolačním trojsklem 350x1350	1,00	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
O34	okno dřevěné zdvojené 2450x1550 (3 ks)	2,35	-	-	NEHODNOTÍ SE

O35	okno dřevěné jednoduché 500x500 (9 ks)	4,50	-	-	NEHODNOTÍ SE
DVEŘE					
D1	dveře plastové s izolačním trojsklem 940x2050 (2 ks)	1,2	1,7	1,2	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
D2	dveře plastové s izolačním trojsklem 1000x2000	1,2	1,7	1,2	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
D3	dveře dřevěné plné 1000x2000	2	1,7	1,2	NESPLŇUJE
D4	dveře plastové s izolačním dvojsklem 940x2050 (4 ks)	1,4	1,7	1,2	SPLŇUJE $U_{N,20}$
D5	dveře plastové s izolačním dvojsklem 1000x2000	1,4	1,7	1,2	SPLŇUJE $U_{N,20}$
D6	dveře plastové s izolačním dvojsklem 1500x2100	1,4	1,7	1,2	SPLŇUJE $U_{N,20}$
D7	dveře plastové s izolačním trojsklem 1500x2250	1,2	1,7	1,2	SPLŇUJE $U_{rec,20}$
D8	dveře plastové s izolačním dvojsklem 1570x2100	1,4	1,7	1,2	SPLŇUJE $U_{N,20}$
D9	dveře dřevěné s jednosklem 1500x2350	2,4	-	-	NEHODNOTÍ SE
D10	dveře dřevěné plné, vnitřní 1100x2075	2	1,7	1,2	NESPLŇUJE

Tabulka 3.1 - Hodnocení stavebních konstrukcí

Ve sloupci hodnocení stavu - nehodnotí se, znamená, že zmíněná norma danou konstrukci neuvažuje.

3.3.3 POPIS SYSTÉMU TZB

3.3.3 - 1 VYTÁPĚNÍ

Vytápění objektu je decentrální, každý z šesti bytů má vlastní zdroj tepla. V **zóně č. 1** slouží k vytápění plynový atmosférický kotel Vaillant Atmotec VUW CZ 200/3-3-R1 (20 kW). V **zóně č. 2** se o vytápění stará plynový atmosférický kotel Dakon Unical Dua 24 CK (24 kW). Druhé obytné podlaží, **zóna č. 3**, je vytápěna plynovým atmosférickým kotlem Dakon Unical Dua 24 BK (24 kW). **Zóna č. 4** je vytápěna plynovým atmosférickým kotlem Viessman Vitopend 111 (24 kW). V posledním obytném podlaží se o vytápění **zóny č. 5** stará plynový atmosférický kotel Dakon Unical Dua 24 BK (24 kW). **Zóna č. 6** je vytápěna plynový turbo kotlem Dakon Unical Dua 24 CT (24 kW).



Obrázek 3.13 - Vaillant Atmotec VUW CZ 200



Obrázek 3.14 - Dakon Unical Dua [7]

3.3.3 - 2 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Teplá voda je rovněž v budově připravována decentrálně v každém bytě samostatně. V **zóně č. 1** se o přípravu teplé vody stará stejný zdroj tepla, jako pro vytápění - atmosférický kotel Vaillant Atmotec VUW CZ 200/3-3-R1 s průtokovým ohřevem teplé vody. V **zóně č. 2** je teplá voda pro potřeby kuchyně připravována plynovým atmosférickým kotlem Dakon Unical Dua 24 CK s průtokovým ohřevem. Příprava teplé vody pro koupelnu a toaletu probíhá v zásobníkovém ohřívači s el. topnou spirálou Tatramat EOV 122. Ve druhém obytném podlaží, v **zóně č. 3** je teplá voda připravována plynovým atmosférickým kotlem Dakon Unical Dua 24 BK s vestavěným nepřímo ohříváním zásobníkem na TV o objemu 60 litrů. V protějším bytě, **zóně č. 4**, je teplá voda připravována plynovým atmosférickým kotlem Viessman Vitopend 111 s vestavěným nepřímo ohříváním zásobníkem na TV o objemu 46 litrů. V posledním obytném podlaží je v **zóně č. 5** teplá voda připravována plynovým atmosférickým kotlem Dakon Unical Dua 24 BK s vestavěným nepřímo ohříváním zásobníkem o objemu 60 litrů. V **zóně č. 6** se o přípravu teplé vody stará plynový turbo kotel s průtokovým ohříváním Dakon Unical Dua 24 CT.



Obrázek 3.15 - Tatramat EOV 122

3.3.3 - 3 VĚTRÁNÍ

Větrání objektu je přirozené, vzduchotechnické systémy nuceného větrání nejsou v budově přítomny. Návrhová intenzita větrání v zónách byla uvažována minimální hygienickou intenzitou výměny vzduchu 0,5 1/h.

3.3.3 - 4 CHLAZENÍ

Systém chlazení není v řešeném objektu přítomen.

3.3.3 - 5 ÚPRAVA VLHKOSTI

Úprava vlhkosti vnitřního mikroklimatu není v řešeném objektu zajišťována.

3.3.3 - 6 OSVĚTLENÍ

Osvětlení v bytech je zajištěno klasickými žárovkami v kombinaci s úspornými zářivkami a je ovládáno ručně. Společné prostory schodiště a suterénu jsou osvětleny klasickými žárovkami rovněž s ručním ovládáním. Vedení je realizováno ve zdech pod omítkou v hliníkových vodičích.

3.3.3 - 7 JINÉ VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE

V budově se nenachází technologie ani zařízení s vysokou spotřebou elektrické energie či plynu.

3.3.3 - 8 KANALIZACE

Vnitřní odpady jsou napojeny na veřejnou splaškovou kanalizaci, které ústí do ČOV. **Dešťová voda** ze střech je sváděna okapovými žlaby do dešťových svodů, které nejsou zaústěny do kanalizace, dochází ke vsakování vod do okolní zatravněné plochy.

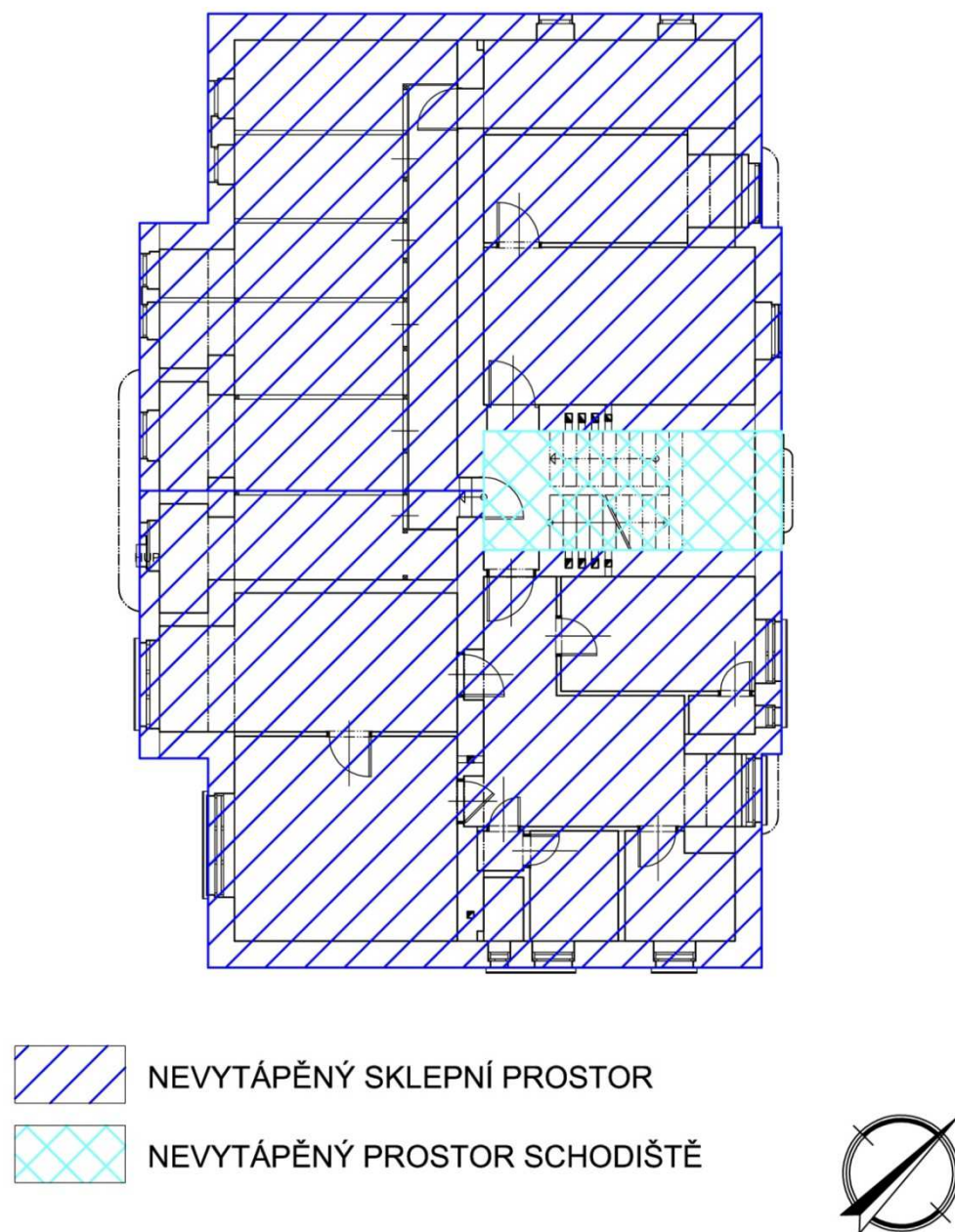
3.4 SPOTŘEBY ENERGIÍ

3.4.1 ROZDĚLENÍ OBJEKTU PRO VÝPOČET SPOTŘEBY ENERGIÍ

Řešený bytový dům byl z hlediska energetického hodnocení rozdělen na 6 zón s úpravou vnitřního prostředí, které tvoří jednotlivé byty, a na nevytápěnou zónu sklepních prostor, schodiště a půdního prostoru.

Níže přiložená schémata znázorňují oblasti jednotlivých zón ve vztahu k hodnocené budově.

SCHÉMA ZÓNOVÁNÍ BUDOVY
1. PODZEMNÍ PODLAŽÍ



Obrázek 3.16 - Rozdělní zón v 1.PP

SCHÉMA ZÓNOVÁNÍ BUDOVY
1. NADZEMNÍ PODLAŽÍ



ZÓNA Č. 1 - BYT MANŽELŮ WOLGEMUTHOVÝCH



ZÓNA Č. 2 - BYT Mgr. HALŠKY

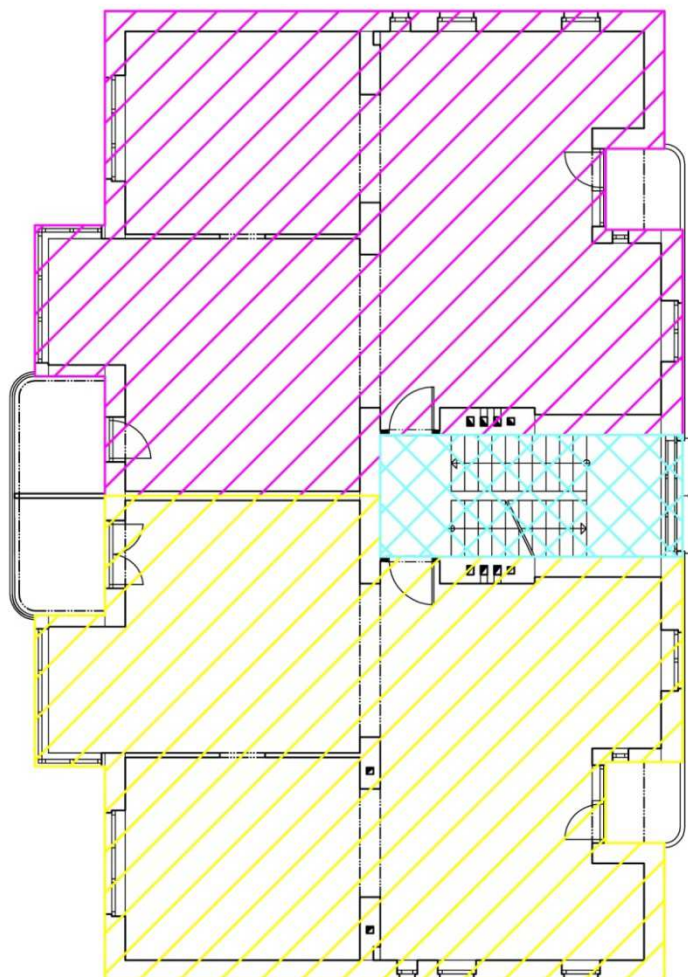


NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR SCHODIŠTĚ



Obrázek 3.17 - Rozdělení zón v 1.NP

SCHÉMA ZÓNOVÁNÍ BUDOVY
2. NADZEMNÍ PODLAŽÍ



ZÓNA Č. 3 - BYT MANŽELŮ BURYOVÝCH



ZÓNA Č. 4 - BYT MANŽELŮ KOSTELNÍKOVÝCH

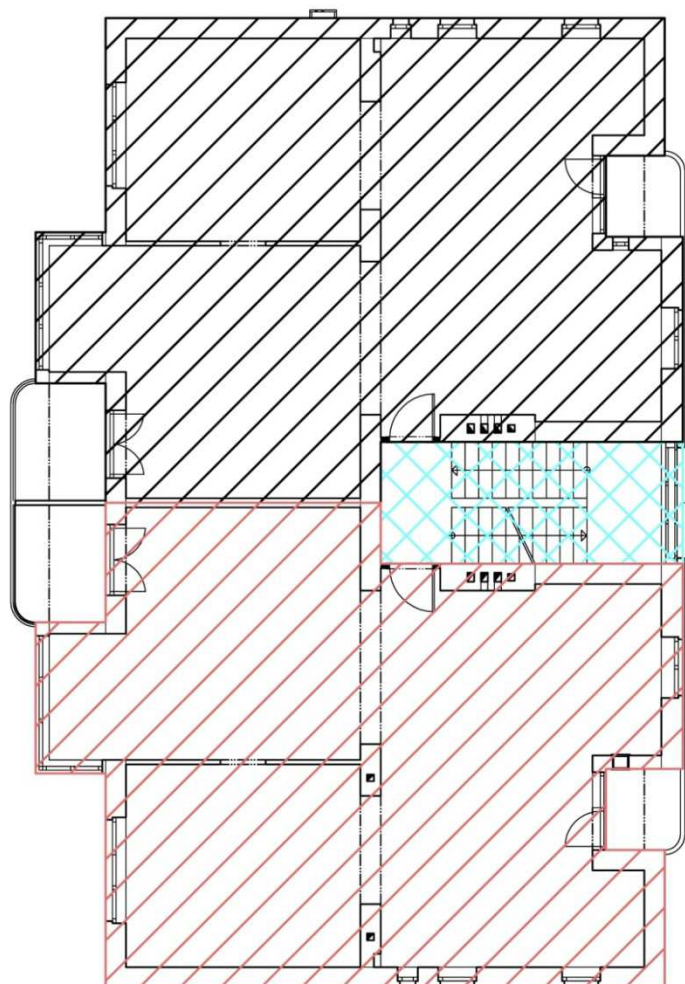


NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR SCHODIŠTĚ



Obrázek 3.18 - Rozdělení zón ve 2.NP

SCHÉMA ZÓNOVÁNÍ BUDOVY 3. NADZEMNÍ PODLAŽÍ

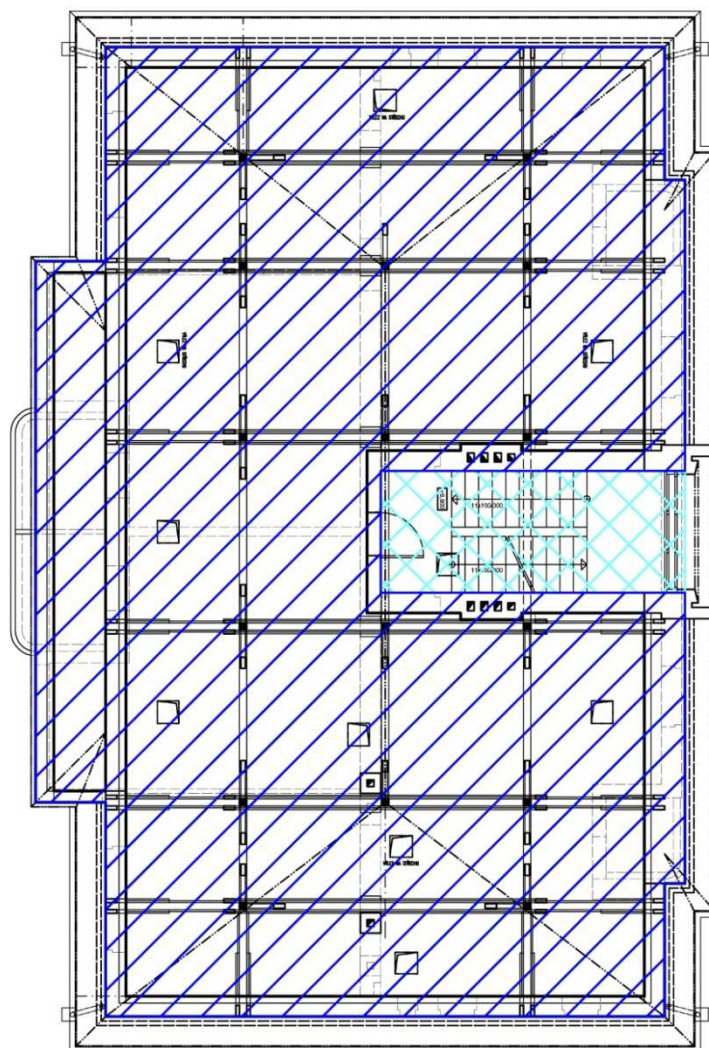


-  ZÓNA Č. 5 - BYT MANŽELŮ RUSZOVÝCH
-  ZÓNA Č. 6 - BYT Ing. ONDRUCHOVÉ
-  NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR SCHODIŠTĚ



Obrázek 3.19 - Rozdělení zón ve 3.NP

SCHÉMA ZÓNOVÁNÍ BUDOVY PŮDNÍ PROSTOR



NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR SCHODIŠTĚ



NEVYTÁPĚNÝ PŮDNÍ PROSTOR



Obrázek 3.20 - Rozdělení zón ve 4.NP

Vnitřní výpočtová teplota dané zóny byla zvolena jako průměrná teplota s ohledem na velikost podlahové plochy dané místnosti. Návrhové teploty pro jednotlivé místnosti byly zvoleny dle ČSN EN 12 831. Dispozice bytů je shodná v zónách č. 1, 3, 4, 5 a 6, pouze v zóně č. 2 - byt Mgr. Halšky, je změněna vnitřní dispozice, a tím je rozdílná výpočtová vnitřní teplota v zóně.

ZÓNA Č. 1 - BYT MANŽELŮ WOLGEMUTHOVÝCH		
OZNAČENÍ MÍSTNOSTI	PODLAHOVÁ PLOCHA [m ²]	VNITŘNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA [°C]
obývací pokoj + jídelna	33,88	20
kuchyně	23,34	20
ložnice	11,52	20
dětský pokoj	23,40	20
koupelna	9,40	24
toaleta	2,02	20
VYPOČTENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,36
ZVOLENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,40

Tabulka 3.2 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 1

ZÓNA Č. 2 - BYT Mgr. HALŠKY		
OZNAČENÍ MÍSTNOSTI	PODLAHOVÁ PLOCHA [m ²]	VNITŘNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA [°C]
obývací pokoj	23,40	20
jídelna	15,00	20
kuchyně	13,32	20
ložnice	33,88	20
koupelna	5,00	24
toaleta	1,31	20
pracovna	5,68	20
chodba	5,32	20
VYPOČTENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,19
ZVOLENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,20

Tabulka 3.3 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 2

ZÓNA Č. 3 - BYT MANŽELŮ BURYOVÝCH		
OZNAČENÍ MÍSTNOSTI	PODLAHOVÁ PLOCHA [m ²]	VNITŘNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA [°C]
obývací pokoj + jídelna	33,88	20
kuchyně	23,34	20
ložnice	11,52	20
dětský pokoj	23,40	20
koupelna	9,40	24
toaleta	2,02	20
VYPOČTENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,36
ZVOLENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,40

Tabulka 3.4 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 3

ZÓNA Č. 4 - BYT MANŽELŮ KOSTELNÍKOVÝCH		
OZNAČENÍ MÍSTNOSTI	PODLAHOVÁ PLOCHA [m ²]	VNITŘNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA [°C]
obývací pokoj + jídelna	33,88	20
kuchyně	23,34	20
ložnice	11,52	20
dětský pokoj	23,40	20
koupelna	9,40	24
toaleta	2,02	20
VYPOČTENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,36
ZVOLENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,40

Tabulka 3.5 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 4

ZÓNA Č. 5 - BYT MANŽELŮ RUSZOVÝCH		
OZNAČENÍ MÍSTNOSTI	PODLAHOVÁ PLOCHA [m ²]	VNITŘNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA [°C]
obývací pokoj + jídelna	33,88	20
kuchyně	23,34	20
ložnice	11,52	20
dětský pokoj	23,40	20
koupelna	9,40	24
toaleta	2,02	20
VYPOČTENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,36
ZVOLENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,40

Tabulka 3.6 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 5

ZÓNA Č. 6 - BYT Ing. ONDRUCHOVÉ		
OZNAČENÍ MÍSTNOSTI	PODLAHOVÁ PLOCHA [m ²]	VNITŘNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA [°C]
obývací pokoj + jídelna	33,88	20
kuchyně	23,34	20
ložnice	11,52	20
dětský pokoj	23,40	20
koupelna	9,40	24
toaleta	2,02	20
VYPOČTENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,36
ZVOLENÁ PRŮMĚRNÁ TEPLOTA V ZÓNĚ [°C]		20,40

Tabulka 3.7 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 6

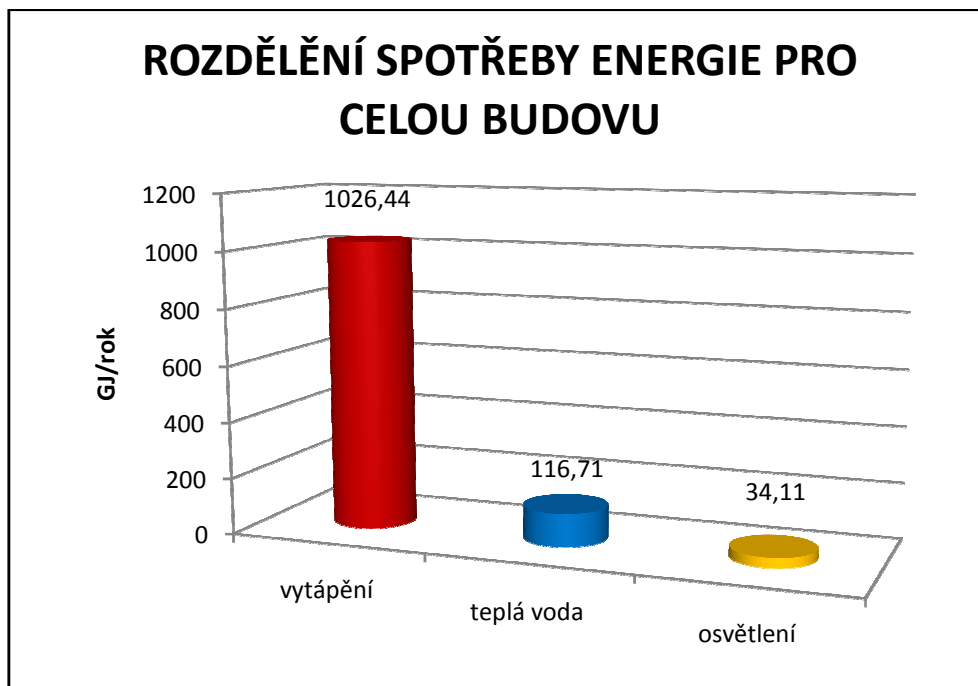
3.4.2 SPOTŘEBY ENERGIÍ PRO CELOU BUDOVU - STÁVAJÍCÍ STAV

Spotřeby energií byly programově řešeny softwarem Energie 2013. Z výsledků je patrné, že největší zastoupení v energetické náročnosti řešené budovy má energie spotřebovaná k vytápění. Vzhledem k tomu, že ve 2 zónách je k přípravě teplé vody využíván průtokový ohřev a v ostatních zónách jsou velikosti zásobníku na teplou vodu poměrně malé, netvoří spotřeba energie pro přípravu teplé vody tak zásadní podíl.

Z těchto výsledků plyne, kterým směrem by se měla udávat vhodná energeticky úsporná opatření.

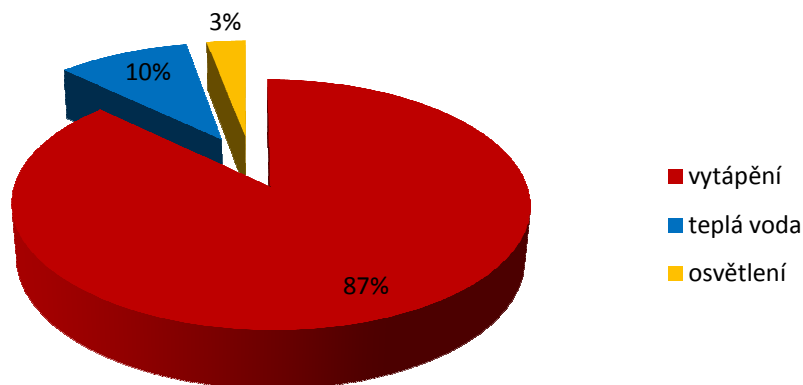
HODNOTY SPOTŘEBY ENERGIE PRO CELOU BUDOVU			
UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	DODANÁ ENERGIE [kWh/(m ² ·rok)]	HODNOTY PRO CELOU BUDOVU [MWh/rok]	HODNOTY PRO CELOU BUDOVU [GJ/rok]
vytápění	367,00	285,12	1026,44
chlazení	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00
teplá voda	42,00	32,42	116,71
osvětlení	12,00	9,47	34,11
Σ =	421,00	327,02	1177,26

Tabulka 3.8 - Hodnoty spotřeby energie pro celou budovu



Graf 3.1 - Spotřeby energie pro celou budovu v GJ/rok

PROCENTUÁLNÍ ROZDĚLENÍ SPOTŘEBY ENERGIE PRO CELOU BUDOVU



Graf 3.2 - Procentuální rozdělení spotřeby energie pro celou budovu v GJ/rok

3.4.3 DÍLČÍ SPOTŘEBY ENERGIÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN - STÁVAJÍCÍ STAV

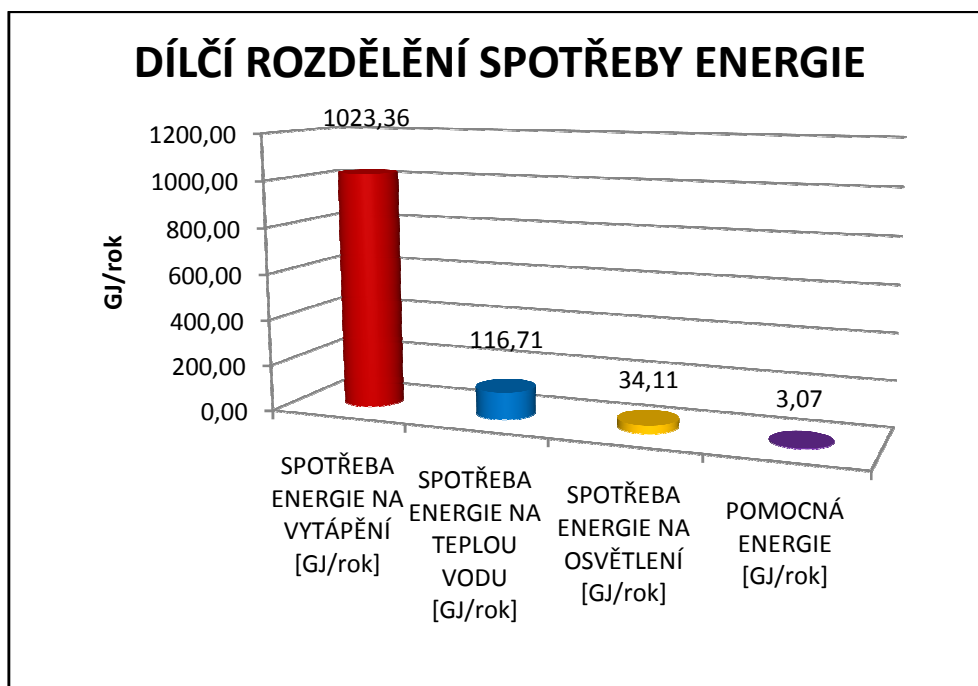
Spotřeby energií byly programově řešeny softwarem Energie 2013. Dílčí řešení spočívá v rozdělení jednotlivých spotřeb pro řešené zóny. Řešeny jsou individuálně také tepelné toky v jednotlivých zónách.

ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH TOKŮ							
OZNAČENÍ	MĚRNÝ TOK VĚTRÁNÍM [W/K]	MĚRNÝ TOK PROSTUPEM DO EXTERIÉRU [W/K]	MĚRNÝ TOK TEPELNÝMI VAZBAMI [W/K]	MĚRNÝ TOK PROSTUPEM NEVYTÁPĚNÝMI PROSTORY [W/K]	VÝSLEDNÝ MĚRNÝ TEPELNÝ TOK H [W/K]	Δt [°C]	TEPELNÁ ZTRÁTA [kW]
zóna č. 1	60,40	175,59	29,18	154,80	419,97	35,40	14,87
zóna č. 2	56,61	180,92	29,18	153,96	420,67	35,20	14,81
zóna č. 3	59,92	170,37	15,41	8,51	254,21	35,40	9,00
zóna č. 4	63,24	170,52	15,41	8,51	257,68	35,40	9,12
zóna č. 5	62,41	174,86	29,18	195,08	461,53	35,40	16,34
zóna č. 6	64,71	180,44	29,18	195,11	469,43	35,40	16,62
Σ =	367,29	1052,70	147,54	715,97	2283,50		80,75

Tabulka 3.9 - Rozdělení spotřeby energie pro jednotlivé zóny

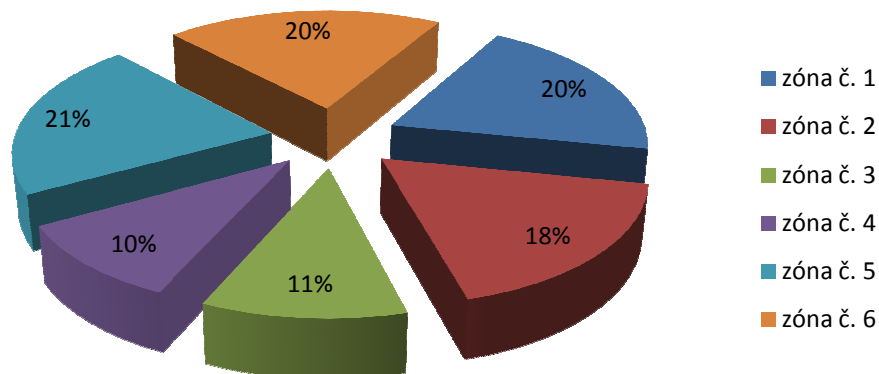
ROZDĚLENÍ SPOTŘEBY ENERGIE					
OZNAČENÍ	SPOTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE NA TEPLOU VODU [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE NA OSVĚTLENÍ [GJ/rok]	POMOCNÁ ENERGIE [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE [GJ/rok]
zóna č. 1	194,33	31,94	6,60	0,57	233,44
zóna č. 2	190,24	12,08	5,50	0,51	208,33
zóna č. 3	101,35	20,19	5,50	0,44	127,48
zóna č. 4	96,93	17,25	5,50	0,43	120,11
zóna č. 5	222,46	20,19	5,50	0,57	248,71
zóna č. 6	218,06	15,06	5,50	0,57	239,19
	1023,36	116,71	34,11	3,07	1177,26

Tabulka 3.10 - Rozdělení tepelných toků v jednotlivých zónách



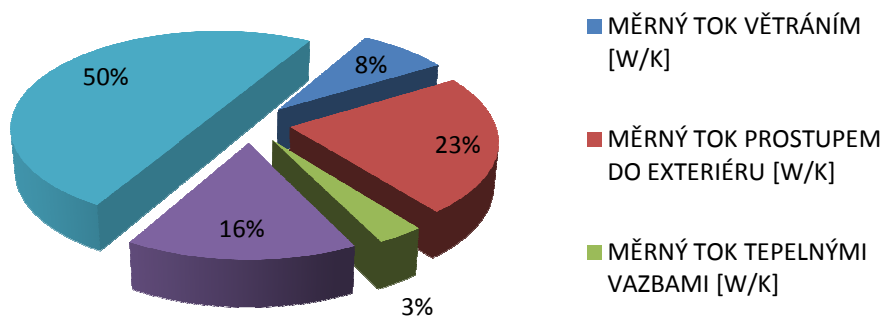
Graf 3.3 - Dílčí rozdělení spotřeby energie v GJ/rok

PROCENTUÁLNÍ ROZDĚLENÍ SPOTŘEBY ENERGIE PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY



Graf 3.4 - Procentuální rozdělení spotřeby energie pro jednotlivé zóny

PROCENTUÁLNÍ ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH TOKŮ PRO CELOU BUDOVU



Graf 3.5 - Procentuální rozdělení tepelných toků pro celou budovu

3.4.4 CELKOVÉ HODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY - STÁVAJÍCÍ STAV

celková roční dodaná energie	1 177,26 GJ
měrná spotřeba energie	421 kWh/(m ² ·rok)
průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em} = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em,N,20} = 0,49 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
tepelná ztráta budovy při $\Delta t = 20,37 \text{ °C}$	$Q = 80,76 \text{ kW}$
energetická skupina	G - mimořádně ne hospodárná

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy nesplňuje požadavky normy ČSN 73 05 40 - 2:2011, jednotlivé konstrukce nesplňují požadované součinitele prostupu tepla. V objektu se nachází celkem 6 zdrojů tepla pro vytápění, kterými jsou ve většině případů starší plynové kotle. K přípravě teplé vody slouží tyto plynové kotle a 1 elektrický zásobníkový ohřívač.

Potenciál energetických úspor objektu spočívá především ve zlepšení izolačních schopností konstrukcí ohraničujících vytápěné prostory, čímž lze předpokládat, že dojde k významné úspoře energie. Potenciál energetických opatření je také ve výměně zdrojů tepla s vyšší účinností a s tím spojena také změna přípravy teplé vody.

3.5 NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

3.5.1 OBECNÉ INFORMACE

Následující kapitola popisuje uvažovaná energeticky úsporná opatření stavebních konstrukcí objektu a systémů TZB vyskytujících se i nově navržených.

Uvažované ceny při výpočtech návratnosti jsou **uváděny vč. DPH** a vycházejí z běžně uváděných cen dostupných na internetu.

Průměrná cena za GJ tepla na vytápění plynem byla uvažována částkou **410 Kč (113,88 Kč/MWh)**.

Průměrná cena za GJ tepla na přípravu teplé vody elektrickou energií byla uvažována částkou **1 354 Kč (376,11 Kč/MWh)**.

3.5.2 OPATŘENÍ Č. 1 - VÝMĚNA ZBYLÝCH DŘEVĚNÝCH OKEN A DVEŘÍ ZA PLASTOVÁ

3.5.2 - 1 POPIS OPATŘENÍ

Vzhledem k tomu, že ve všech bytech jsou již vyměněna stará dřevěná okna za nová okna plastová s izolačními dvojskly ($U = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) či trojskly ($U = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), nedá se od tohoto opatření očekávat vysoká úspora energie. Záměrem opatření je zlepšit vnitřní mikroklimatické podmínky ve společných prostorech.

Vyměněna budou veškerá stará dřevěná zdvojená okna ($U = 2,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) ve sklepních prostorech, dřevěná dvojitá okna v prostoru schodiště ($U = 2,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) a dřevěné vstupní dveře částečně prosklené ($U = 2,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) za nová **plastová okna či dveře s izolačním dvojsklem**. Dřevěná okna s jednoduchým zasklením ($U = 4,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) sloužící k prosvětlení půdního prostoru zůstanou stávající.

3.5.2 - 2 SEZNAM DOTČENÝCH KONSTRUKCÍ A JEJICH PARAMETRY

Veškeré nově vyměněné konstrukce výplní otvorů budou splňovat normu ČSN 73 05 40 - 2:2011. Ve sloupci hodnocení stavu - nehodnotí se, znamená, že zmíněná norma danou konstrukci neuvažuje.

OZN. K-CE	POPIS KONSTRUKCE (stávající stav)	$U_{\text{stávající}}$ [W/(m ² K)]	$U_{\text{nový}}$ [W/(m ² K)]	$U_{\text{N},20}$ [W/(m ² K)]	$U_{\text{rec},20}$ [W/(m ² K)]	HODNOCENÍ STAVU
OKNA						
O3	okno dřevěné zdvojené 1350x1000	2,40	1,20	-	-	NEHODNOTÍ SE
O4	okno dřevěné zdvojené 400x1000	2,40	1,20	-	-	NEHODNOTÍ SE
O5	okno dřevěné zdvojené 1450x1200	2,40	1,20	-	-	NEHODNOTÍ SE
O6	okno dřevěné zdvojené 850x1400 (2 ks)	2,40	1,20	-	-	NEHODNOTÍ SE
O7	okno dřevěné zdvojené 400x1400	2,40	1,20	-	-	NEHODNOTÍ SE
O8	okno dřevěné zdvojené 2250x1500	2,40	1,20	-	-	NEHODNOTÍ SE
O31	okno dřevěné dvojitě 350x1350 (2 ks)	2,35	1,20	1,50	1,20	SPLŇUJE $U_{\text{rec},20}$
O34	okno dřevěné zdvojené 2450x1550 (3 ks)	2,35	1,20	-	-	NEHODNOTÍ SE
D3	dveře dřevěné plné 1000x2000	2,00	1,40	-	-	NEHODNOTÍ SE
D9	dveře dřevěné s jednosklem 1500x2350	2,40	1,40	-	-	NEHODNOTÍ SE

Tabulka 3.11 - Stávající a navrhované parametry konstrukcí dotčených opatřením č. 1

3.5.2 - 3 FINANČNÍ NÁROČNOST OPATŘENÍ

Kalkulace ceny byla provedena dle Bohemio CZ, s.r.o., www.oknoshop.cz.

OZN. K-CE	MATERIÁL RÁMU	ZASKLENÍ	ROZMĚR [mm]	MNOŽSTVÍ [ks]	CENA/KUS [Kč]	CENA [Kč]
O3	plast	izolační 2 sklo	1350x1000	1	4 547	4 547
O4	plast	izolační 2 sklo	400x1000	1	2 261	2 261
O5	plast	izolační 2 sklo	1450x1200	1	4 874	4 874
O6	plast	izolační 2 sklo	850x1400	2	2 951	5 902
O7	plast	izolační 2 sklo	400x1400	1	2 443	2 443
O8	plast	izolační 2 sklo	2250x1500	1	6 663	6 663
O31	plast	izolační 2 sklo	350x1350	2	2 421	4 842
O34	plast	izolační 2 sklo	2450x1550	3	6 897	20 691
D3	plast	izolační 2 sklo	1000x2000	1	7 857	7 857
D9	plast	izolační 2 sklo	1500x3250	1	14 861	14 861
Σ =						74 941

Tabulka 3.12 - Uvažované ceny nových konstrukcí dotčených opatřením č. 1

3.5.2 - 4 VYHODNOCENÍ ÚSPOR ENERGETICKÉHO OPATŘENÍ

UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]
vytápění	1 026,44	1 017,41	9,03
chlazení	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00
teplá voda	116,71	116,71	0,00
osvětlení	34,11	34,11	0,00
Σ =	1 177,26	1 168,22	9,03

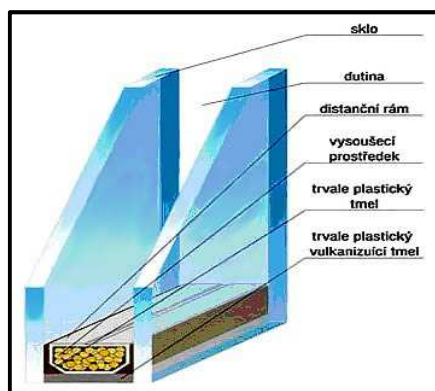
Tabulka 3.13 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 1

3.5.2 - 5 NÁVRATNOST OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ, ZÁVĚR

Výměna zbylých dřevěných oken a dveří, jako opatření samotné, nemá příliš velký význam vzhledem k **prosté návratnosti** zhruba **20,25 let**, **roční úspora činí 0,77 %** energie. Velký přínos tohoto opatření je právě ve zlepšení vnitřních podmínek ve společných prostorech.

SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	CENA ZA GJ ENERGIE PLYNU [Kč]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
1 177,26	1 168,22	9,03	410,00	3 703,94	74 941,00	20,23

Tabulka 3.14 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost



Obrázek 3.21 - Izolační dvojsklo [8]

3.5.3 OPATŘENÍ Č. 2 - ZATEPLENÍ OBVODOVÝCH STĚN

3.5.3 - 1 POPIS OPATŘENÍ

Z celkového hodnocení energetické náročnosti je patrné, že veškeré hodnocené stavební konstrukce nesplňují požadované součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 05 40 - 2:2011 a současné nejvyšší výdaje připadají na vytápění.

Zateplení obvodových stěn je navrženo pomocí kontaktního zateplovacího systému s **EPS 70 F** ($\lambda = 0,039 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) o tloušťce **140 mm**. Pro zateplení obvodových stěn v úrovni půdního prostoru bude použit EPS tl. 50 mm. Obvodové stěny pod úrovní podlahy 1.NP budou izolovány EPS 70 F tl. 140 mm, tepelná izolace bude provedena po úroveň terénu, do výšky 600 mm nad terén bude použit EPS Perimetr. Ostatní vystupující konstrukce budou zatepleny EPS tl. 50 mm, pro ostění, nadpraží a parapety bude použit EPS tl. 30 mm.

Vhodným doplňujícím opatřením je odkopání spodní stavby po základovou spáru a provedení dodatečné svislé hydroizolace zdiva.

3.5.3 - 2 SEZNAM DOTČENÝCH KONSTRUKCÍ A JEJICH PARAMETRY

V rámci opatření budou dotčené konstrukce zatepleny takovou tloušťkou tepelné izolace, aby jejich výsledný součinitel prostupu tepla byl nižší, než je současný doporučovaný součinitel prostupu tepla pro danou konstrukci dle ČSN 73 05 40 - 2:2011. Ve sloupci hodnocení stavu - nehodnotí se, znamená, že zmíněná norma danou konstrukci neuvažuje.

OZN. K-CE	POPIS KONSTRUKCE	$U_{\text{stávající}}$ [W/(m²K)]	$U_{\text{nový}}$ [W/(m²K)]	$U_{N,20}$ [W/(m²K)]	$U_{\text{rec},20}$ [W/(m²K)]	HODNOCENÍ STAVU
SVISLÉ VNĚJŠÍ KONSTRUKCE						
SO1	stěna z CPP tl. 600 mm	1,021	0,218	-	-	NEHODNOTÍ SE
SO2	stěna z CPP tl. 600 mm k zemině	1,020	1,020	-	-	NEHODNOTÍ SE
SO3	stěna z CPP tl. 450 mm	1,271	0,228	0,300	0,250	SPLŇUJE $U_{\text{rec},20}$
SO31	stěna z CPP tl. 450 mm (půda)	1,271	0,481	-	-	NEHODNOTÍ SE
SO4	stěna z CPP tl. 450 mm k zemině	1,290	1,290	-	-	NEHODNOTÍ SE
SO5	stěna z CPP tl. 300 mm	1,682	0,238	0,300	0,250	SPLŇUJE $U_{\text{rec},20}$
SO6	stěna z CDm tl. 240 mm	1,841	0,241	0,300	0,250	SPLŇUJE $U_{\text{rec},20}$
SO61	stěna z CDm tl. 240 mm (půda)	1,841	0,545	-	-	NEHODNOTÍ SE
SO7	stěna z CPP tl. 900 mm (půda)	0,746	0,380	-	-	NEHODNOTÍ SE
SO8	stěna z CDm tl. 375 mm (půda)	1,369	0,494	-	-	NEHODNOTÍ SE

Tabulka 3.15 - Stávající a navrhované parametry konstrukcí dotčených opatřením č. 2

3.5.3 - 3 FINANČNÍ NÁROČNOST OPATŘENÍ

Kalkulace ceny zateplení byla provedena dle příkladové kalkulace na stránkách www.zateplení-fasad.eu, cena za 1 m² tepelné izolace byla stanovena dle ceníku společnosti Isover na stránkách www.iso-ver-schop.cz.

OZN. K-CE	PLOCHA [m²]	MATERIÁL TEP. IZOLACE	Kč/m²	CENA [Kč]
SO1	74,49	KZS S EPS 70 F 140 mm	1 192	88 792
SO3	553,74	KZS S EPS 70 F 140 mm	1 192	660 058
SO31	17,46	KZS S EPS 70 F 140 mm	1 192	20 812
SO5	96,60	KZS S EPS 70 F 140 mm	1 192	115 147
SO6	31,80	KZS S EPS 70 F 140 mm	1 192	37 906
SO61	1,08	KZS S EPS 70 F 50 mm	1 056	1 140
SO7	4,52	KZS S EPS 70 F 50 mm	1 056	4 773
SO8	4,20	KZS S EPS 70 F 50 mm	1 056	4 435
Σ =				933 064

Tabulka 3.16 - Uvažované ceny nových konstrukcí dotčených opatřením č. 2

3.5.3 - 4 VYHODNOCENÍ ÚSPOR ENERGETICKÉHO OPATŘENÍ

UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]
vytápění	1 026,44	593,47	432,97
chlazení	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00
teplá voda	116,71	116,71	0,00
osvětlení	34,11	34,11	0,00
$\Sigma =$	1 177,26	744,29	432,97

Tabulka 3.17 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 2

3.5.3 - 5 NÁVRATNOST OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ, ZÁVĚR

Zateplení obvodových stěn s sebou nese náklady ve výši zhruba 933 000 Kč, má však veliký význam vzhledem k **prosté návratnosti** zhruba **5,25 let**. **Roční úspora** energie při realizaci tohoto opatření činí bezmála **37 %**.

SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	CENA ZA GJ ENERGIE PLYNU [Kč]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
1 177,26	744,29	432,97	410	177 519	933 064	5,26

Tabulka 3.18 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost



Obrázek 3.22 - EPS 70 F pro KZS [9]

3.5.4 OPATŘENÍ Č. 3 - ZATEPLENÍ STROPU K PŮDNÍMU PROSTORU

3.5.4 - 1 POPIS OPATŘENÍ

Jelikož stávající stropní konstrukce k půdnímu prostoru neobsahuje tepelnou izolaci, dochází skrze ni k velkým tepelným ztrátám, což je patrné z tabulky 3.9 v bodě 3.4.3 při srovnání měrných tepelných toků nevytápěnými prostory pro zóny č. 3 a 4 oproti zónám č. 5 a 6. Z uvažovaného energeticky úsporného opatření lze předpokládat největší vliv na snížení tepelných ztrát pro poslední dvě hodnocení zóny č. 5 a č. 6, pro ostatní zóny nebude mít vliv.

Pro zateplení stropu je uvažována tepelná izolace **Isover Unirol Plus** ($\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) ve dvou vrstvách o tloušťce 120 mm a 100 mm, celkem tedy **220 mm**, izolace bude provedena tak, že jednotlivé styky kusů spodní vrstvy tepelné izolace budou překryty vrchní vrstvou tepelné izolace. Ze spodní strany bude tepelná izolace chráněna parotěsnou fólií proti difúzi vodních par, spoje budou těsné a překryty páskou. Horní strana tepelné izolace bude chráněna difúzně otevřenou hydroizolační fólií, spoje budou opět těsné a přelepeny páskou. Půda zůstane pochůzí, což bude zajištěno OSB deskami osazenými na dřevěném roštu uchyceném na původní stropní konstrukci skrze tepelně izolační podložky z důvodu minimalizace tepelných mostů.

3.5.4 - 2 SEZNAM DOTČENÝCH KONSTRUKCÍ A JEJICH PARAMETRY

V rámci opatření bude stropní konstrukce zateplena takovou tloušťkou tepelné izolace, aby její výsledný součinitel prostupu tepla byl nižší, než je současný doporučovaný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 05 40 - 2:2011 Ve sloupci hodnocení stavu - nehodnotí se, znamená, že zmíněná norma danou konstrukci neuvažuje.

OZN. K-CE	POPIS KONTRUKCE	$U_{\text{stávající}}$ [W/(m ² K)]	$U_{\text{nový}}$ [W/(m ² K)]	$U_{N,20}$ [W/(m ² K)]	$U_{\text{rec},20}$ [W/(m ² K)]	HODNOCENÍ STAVU
STROPNÍ KONSTRUKCE						
STR1	strop po nevytápěnou půdou se střechou bez TI	1,875	0,148	0,300	0,200	SPLŇUJE $U_{\text{rec},20}$
PDL3	podlaha 4.NP (půdy) k exteriéru	1,860	0,148	-	-	NEHODNOTÍ SE

Tabulka 3.19 - Stávající a navrhované parametry konstrukcí dotčených opatřením č. 3

3.5.4 - 3 FINANČNÍ NÁROČNOST OPATŘENÍ

Kalkulace ceny zateplení stropu byla provedena dle orientační ceny sdělené firmou Intoza s.r.o..

OZN. K-CE	PLOCHA [m ²]	MATERIÁL TEP. IZOLACE	Kč/m ²	CENA [Kč]
STR1	258,94	Isover Unirol Plus	1 327	343 613
PDL3	14,60	Isover Unirol Plus	1 327	19 374
Σ =				362 988

Tabulka 3.20 - Uvažované ceny nových konstrukcí dotčených opatřením č. 3

3.5.4 - 4 VYHODNOCENÍ ÚSPOR ENERGETICKÉHO OPATŘENÍ

UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]
vytápění	1 026,44	837,64	188,80
chlazení	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00
teplá voda	116,71	116,71	0,00
osvětlení	34,11	34,11	0,00
Σ =	1 177,26	988,46	188,80

Tabulka 3.21 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 3

3.5.3 - 5 NÁVRATNOST OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ, ZÁVĚR

Zateplení stropu bytů ve 3.NP s sebou nese náklady ve výši zhruba 363 000 Kč, díky jeho **roční úspoře** energie zhruba **16,04 %** je jeho **prostá návratnost** v řádu **4,75 let**.

SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	CENA ZA GJ ENERGIE PLYNU [Kč]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
1 177,26	988,46	188,80	410	77 409	362 988	4,69

Tabulka 3.22 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost



Obrázek 3.23 - Isover Unirol Plus [10]

3.5.5 OPATŘENÍ Č. 4 - ZATEPLENÍ STROPU SKLEPNÍHO PROSTORU

3.5.5 - 1 POPIS OPATŘENÍ

Stávající stropní konstrukce mezi sklepem a byty v 1.NP je tvořena železobetonovou deskou a podlahou bez tepelné izolace. Z tabulky 3.9 v bodě 3.4.3 je vidět zásadní rozdíl v měrném toku nevytápěnými prostory v zóně č. 1 a 2 oproti zóně č. 3 a 4, z čehož lze předpokládat, že vliv zateplení stropu sklepa bude mít na energetickou náročnost prvních dvou zón.

Posuzované zateplení stropu sklepního prostoru je uvažováno z důvodu splnění podmínek požární bezpečnosti tvrzenou vatovou tepelnou izolací **Isover Aku** ($\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) ve dvou vrstvách o celkové tloušťce **120 mm** (vrstvy $2 \times 60 \text{ mm}$). Tepelná izolace bude položena tak, že budou překryty spáry, ze spodní strany bude tepelná izolace chráněna proti vlhkosti parotěsnou fólií s těsnými spoji opatřenými páskami. Tepelná izolace spolu s parotěsnou fólií bude ze spodní strany opláštěná SDK deskami tl. 12,5 mm, zavěšení stropu bude provedeno tak, aby tepelná izolace byla v přímém styku se stropní konstrukcí.

3.5.5 - 2 SEZNAM DOTČENÝCH KONSTRUKCÍ A JEJICH PARAMETRY

V rámci opatření bude stropní konstrukce sklepních prostor zateplena takovou tloušťkou tepelné izolace, aby její výsledný součinitel prostupu tepla byl nižší, než je současný doporučovaný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 05 40 - 2:2011 Ve sloupci hodnocení stavu - nehodnotí se, znamená, že zmíněná norma danou konstrukci neuvažuje.

OZN. K-CE	POPIS KONTRUKCE	$U_{\text{stávající}}$ [W/(m ² K)]	$U_{\text{nový}}$ [W/(m ² K)]	$U_{N,20}$ [W/(m ² K)]	$U_{\text{rec},20}$ [W/(m ² K)]	HODNOCENÍ STAVU
STROPNÍ KONSTRUKCE						
PDL1	podlaha 1.NP ke sklepu	1,263	0,237	0,600	0,400	SPLŇUJE $U_{\text{rec},20}$
STR2	strop 1.PP (sklepa) k lodžii v 1.NP	2,249	0,253	-	-	NEHODNOTÍ SE

Tabulka 3.23 - Stávající a navrhované parametry konstrukcí dotčených opatřením č. 4

3.5.5 - 3 FINANČNÍ NÁROČNOST OPATŘENÍ

Kalkulace ceny zateplení stropu byla provedena dle orientační ceny sdělené firmou Intoza s.r.o..

OZN. K-CE	PLOCHA [m ²]	MATERIÁL TEP. IZOLACE	Kč/m ²	CENA [Kč]
PDL1	258,94	Isover Aku	1 278	330 925
STR2	6,79	Isover Aku	1 278	8 678
Σ =				339 603

Tabulka 3.24 - Uvažované ceny nových konstrukcí dotčených opatřením č. 4

3.5.5 - 4 VYHODNOCENÍ ÚSPOR ENERGETICKÉHO OPATŘENÍ

UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]
vytápění	1 026,44	909,68	116,76
chlazení	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00
teplá voda	116,71	116,71	0,00
osvětlení	34,11	34,11	0,00
$\Sigma =$	1 177,26	1 060,50	116,76

Tabulka 3.25 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 4

3.5.5 - 5 NÁVRATNOST OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ, ZÁVĚR

Zateplením stropu v odhadované finanční nákladnosti ve výši zhruba 340 000 Kč se lze dosáhnout **roční úspory** energie ve výši zhruba **9,92 %**. **Prostá návratnost** opatření činí zhruba **7 let**.

SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	CENA ZA GJ ENERGIE PLYNU [Kč]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
1 177,26	1 060,50	116,76	410	47 870	339 603	7,09

Tabulka 3.26 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost



Obrázek 3.24 - Isover Aku [11]

3.5.6 OPATŘENÍ Č. 5 - REKONSTRUKCE VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

3.5.6 - 1 POPIS OPATŘENÍ

Pro vytápění bytů slouží v současné době plynové atmosférické kotle s odtahem do komína (5 ks) a jeden plynový kotel s nuceným odtahem spalin - turbo kotel. Vzhledem ke stáří kotlů lze předpokládat jejich účinnost v rozmezí 86 až 88 %. Přípravu teplé vody zajišťují rovněž tyto zdroje tepla a to buď v kombinaci s nepřímo ohříváním zásobníky TV, nebo pomocí průtokových ohříváčů. V zóně č. 2 je navíc k přípravě vody použit zásobníkový ohříváč

v elektrickou topnou spirálou. Účinnost přípravy teplé vody je rovněž nízká, předpokládá se v rozmezí 84 až 86 % pro plynové kotle, 94 % pro zásobníkový ohřívač s elektrickou topnou spirálou.

Cílem opatření je nahradit stávající decentrální způsob vytápění a přípravy teplé vody centrálním s použitím společného nepřímého ohřívání zásobníku teplé vody. Ke kalkulaci byl navržen závěsný plynový kondenzační kotel **Protherm Panther Condens 12 KKO (4,4 - 13,2 kW)** a **Protherm Panther Condens 25 KKO (6,6 - 26,7 kW)** zapojené do kaskády (*umožňuje v případě potřeby nižšího výkonu zapnutí pouze jednoho z kotlů*). Součtový maximální výkon kotlů činí 39,9 kW, přesahuje tedy o 22,36 % vypočtenou tepelnou ztrátu objektu po zateplení (32,49 kW) vycházející z vypočtené vnitřní teploty objektu a okrajových podmínek. U opatření se nepředpokládá výměna zdrojů tepla bez zateplení, proto lze opatření kombinovat pouze se zateplením objektu (*v opačném případě by součtový výkon kotlů nemusel být dostatečný vzhledem k tepelným ztrátám objektu*). Velikost nepřímého ohřívání zásobníku na teplou vodu byla dle ČSN 06 03 20 stanovena na 500 litrů, navržený bojler byl **Dražice OKC 500 NTR (485 litrů, 65 kW výměník)**.

3.5.6 - 2 SEZNAM DOTČENÝCH ZAŘÍZENÍ A JEJICH PARAMETRY

Realizace opatření bude znamenat jednak demontáž stávajících zdrojů tepla a zásobníků na TV, jejich likvidaci, montáž nových zdrojů tepla a zásobníku na teplou vodu (*vč. příslušenství - oběhové cirkulační čerpadlo, připojovací potrubí atd.*), ale také instalátérské práce spojené se zapojením nových zdrojů tepla a zásobníku na TV a jejich připojení na stávající rozvody topné vody a teplé vody v domě. Nový otopný systém s přípravou teplé vody bude umístěn v suterénu objektu.

OZN. ZÓNY	STÁVAJÍCÍ ZDROJ TEPLA	ÚČINNOST ZDROJE [%]	NOVÝ ZDROJ TEPLA	ÚČINNOST ZDROJE [%]
VYTÁPĚNÍ				
zóna č. 1	Vaillant Atmotec VUW CZ 200/3-3- R1	88	Protherm Panther Condens 12 KKO + 25 KKO	95
zóna č. 2	Dakon Unical Dua 24 CK	86		
zóna č. 3	Dakon Unical Dua 24 BK	86		
zóna č. 4	Viessman Vitopend 111	88		
zóna č. 5	Dakon Unical Dua 24 BK	86		
zóna č. 6	Dakon Unical Dua 24 CT	86		
PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY				
zóna č. 1	Vaillant Atmotec VUW CZ 200/3-3- R1	86	Protherm Panther Condens 12 KKO + 25 KKO	93
zóna č. 2	Dakon Unical Dua 24 CK	84		
	Tatramat EOY 122	94		
zóna č. 3	Dakon Unical Dua 24 BK	84		
zóna č. 4	Viessman Vitopend 111	86		
zóna č. 5	Dakon Unical Dua 24 BK	84		
zóna č. 6	Dakon Unical Dua 24 CT	84		

Tabulka 3.27 - Stávající a navrhované parametry zařízení dotčených opatření č. 5

3.5.6 - 3 FINANČNÍ NÁROČNOST OPATŘENÍ

Cenová kalkulace byla provedena dle cen výrobce Protherm - Vaillant Group Czech s.r.o. na stránkách www.protherm.cz a dle cen výrobce Dražice - strojírna, s.r.o. na stránkách www.dzd.cz.

ZAŘÍZENÍ, VÝROBEK, PRÁCE	POČET MJ [ks]	CENA ZA MJ [Kč]	CENA CELKEM [Kč]
kotel Protherm Panther Condens 12 KKO	1	44 649	42 834
kotel Protherm Panther Condens 25 KKO	1	42 834	44 649
zásobník TV Dražice OKC 500 NTR	1	38 532	38 532
oběhové cirkulační čerpadlo s plynulou regulací otáček	1	7 855	7 855
montáž, materiál potrubí, příslušenství, revize, likvidace stávajících zařízení	1	85 000	85 000
Σ =			218 870

Tabulka 3.28 - Uvažované ceny nových zařízení dotčených opatřením č. 5

3.5.6 - 4 VYHODNOCENÍ ÚSPOR ENERGETICKÉHO OPATŘENÍ

UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]
vytápění	280,20	249,28	30,92
chlazení	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00
teplá voda	116,71	108,00	8,71
osvětlení	34,11	34,11	0,00
Σ =	431,01	391,38	39,63

Tabulka 3.29 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 5

3.5.6 - 5 NÁVRATNOST OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ, ZÁVĚR

Odhadovaná cenová náročnost opatření činí zhruba 300 000 Kč, nicméně vzhledem ke stáří většiny stávajících zdrojů tepla a činí **prostá návratnost** zhruba **9,5 let** při nahrazení kondenzačními kotli. Po realizaci opatření bude přibližná **roční úspora** energie zhruba **9,08 %**.

SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	CENA ZA GJ ENERGIE PLYNU [Kč]	CENA ZA GJ ENERGIE ELKTŘINY [Kč]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
431,01	391,38	39,63	410	1 354	23 109	218 870	9,47

Tabulka 3.30 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost



Obrázek 3.25 - Protherm Panther Condens [12] Obrázek 3.26 - Dražice OK 500 NTR [13]

3.5.7 OPATŘENÍ Č. 6 - SOLÁRNÍ TERMICKÉ KOLEKTORY PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

3.5.7 - 1 POPIS OPATŘENÍ

Výchozí stav pro toto opatření je uvažován jako zcela zateplený dům (dle opatření č. 1 - 4) s rekonstruovaným způsobem vytápění a přípravy teplé vody dle opatření č. 5. Cílem tohoto opatření je pomocí správného návrhu solárních termických panelů zajistit, aby **minimálně 50 % spotřeby energie** pro přípravu teplé vody **pokryly solární termické panely**.

Zásobník solárního termického systému je uvažován v sériovém zapojení s plynovým kondenzačním kotlem nepřímo ohříváním zásobníkem teplé vody. V praxi to bude znamenat, že v době nedostatečného výkonu solárního systému k ohřevu teplé vody na požadovanou teplotu bude studená přírodní voda solárním systémem v solárním zásobníku předehřívána, a teprve potom bude proudit do druhého zásobníku, který bude nepřímo ohříván plynovým kondenzačním kotlem, kde bude voda dohřátá na požadovanou teplotu. V době dostatečného výkonu solárního systému bude ohřívána voda nejprve v zásobníku solárního termického systému, při přebytku výkonu solárního systému pak bude teplá voda proudit do druhého zásobníku teplé vody nepřímo ohříváného plynovým kondenzačním kotlem.

Solární termický systém byl navržen z 14 ks panelů **Gienger CosmoSOL 253L** umístěných na střeše objektu s vodorovnou orientací na jihozápad v úhlu 30 ° od jihu, svislou orientací v úhlu 45 °. Zásobník solárního termického systému byl navržen **Dražice OKC 500 NTR (485 litrů)**. Vzhledem k již zmíněné uvažované kombinaci zásobníku solárního systému s nepřímo ohříváním zásobníkem teplé vody **je nutno** pro realizaci tohoto opatření **realizovat také opatření č. 5** v plném rozsahu.

Při požadavku realizace samotného solárního termického systému bez opatření č. 5 by bylo nutné zvolit zásobník teplé vody pro solární systém o značně větším objemu. Efektivita opatření by navíc byla snížena o fakt, že v době nedostatečného výkonu solárního systému by studená voda byla plně ohřívána původními zdroji tepla bez možnosti předehřevu využitím sluneční energie.

3.5.7 - 2 SEZNAM DOTČENÝCH ZAŘÍZENÍ A JEJICH PARAMETRY

Realizace tohoto opatření v plném rozsahu bude obsahovat stejná opatření zmíněná v bodě 3.5.6 - 2, doplněná o montáž solárních panelů na střechu objektu a jejich zapojení s druhým nepřímo ohřívaným zásobníkem teplé vody umístěným v suterénu objektu.

Realizace opatření bude znamenat jednak demontáž stávajících zdrojů tepla a zásobníků na TV, jejich likvidaci, montáž nových zdrojů tepla a zásobníku na teplou vodu (*vt. příslušenství - oběhové cirkulační čerpadlo, připojovací potrubí atd.*), ale také instalátérské práce spojené se zapojením nových zdrojů tepla a zásobníku na TV a jejich připojení na stávající rozvody topné vody a teplé vody v domě.

OZN. ZÓNY	STÁVAJÍCÍ ZDROJ TEPLA	POKRYTÍ ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TV [%]	NOVÝ ZDROJ TEPLA	POKRYTÍ ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TV [%]
zóna č. 1	Protherm Panther Condens 12 KKO + 25 KKO	100	Protherm Panther Condens 12 KKO + 25 KKO	< 50
zóna č. 2				
zóna č. 3				
zóna č. 4			Gienger CosmoSOL 253L (14 ks)	> 50
zóna č. 5				
zóna č. 6				

Tabulka 3.31 - Stávající a navrhované parametry zařízení dotčených opatření č. 6

3.5.7 - 3 FINANČNÍ NÁROČNOST OPATŘENÍ

Cenová kalkulace byla provedena dle cen výrobce Gienger spol. s.r.o. na stránkách www.gienger.cz a dle cen výrobce Dražice - strojírna, s.r.o. na stránkách www.dzd.cz.

ZAŘÍZENÍ, VÝROBEK, PRÁCE	POČET MJ [ks]	CENA ZA MJ [Kč]	CENA CELKEM [Kč]
solární panel Gienger CosmoSOL 253L	14	18 309	256 326
zásobník TV Dražice OKC 500 NTR	2	38 532	77 064
oběhové cirkulační čerpadlo s plynulou regulací otáček	1	7 855	7 855
montáž, materiál potrubí, příslušenství solární soustavy	1	25 000	25 000
Σ =			366 245

Tabulka 3.32 - Uvažované ceny nových zařízení dotčených opatření č. 6

3.5.7 - 4 VYHODNOCENÍ ÚSPOR ENERGETICKÉHO OPATŘENÍ

UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]
vytápění	249,28	249,28	0,00
chlazení	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00
teplá voda	108,00	49,52	58,48
osvětlení	34,11	34,11	0,00
$\Sigma =$	391,38	332,91	58,48

Tabulka 3.33 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 6

3.5.7 - 5 NÁVRATNOST OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ, ZÁVĚR

Při využití daného opatření s finančním nákladem zhruba 370 000 Kč činí **roční úspora energie** pro přípravu teplé vody zhruba **54,15 %**, přičemž došlo ke splnění cíle a **solární termický systém pokrývá** energii potřebnou pro přípravu teplé vody ve výši více, než 50 %. **Prostá návratnost** činí zhruba **12 let**.

SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	CENA ZA GJ ENERGIE PLYNU [Kč]	CENA ZA GJ ENERGIE ELKTŘINY [Kč]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
391,38	332,91	58,48	410	1 354	30 836	366 245	11,88

Tabulka 3.34 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost



Obrázek 3.27 - Gienger CosmoSOL 253L [14]

3.5.8 OPATŘENÍ Č. 7 - ENERGETICKY ÚSPORNÁ SVÍTIDLA

3.5.8 - 1 POPIS OPATŘENÍ

K osvětlení bytů v současné době slouží klasické žárovky v kombinaci s kompaktními a lineárními zářivkami. Osvětlení společných prostor je realizováno klasickými žárovkami, v bytech jsou převažují zářivky. Ovládání je realizováno ručně v závislosti na uživateli objektu.

Cílem opatření je vyměnit stávající klasické žárovky a zářivky za LED osvětlení a ruční ovládání osvětlení společných prostor nahradit ovládáním pomocí fotobuňky.

3.5.8 - 2 SEZNAM DOTČENÝCH ZAŘÍZENÍ A JEJICH PARAMETRY

Kalkulace cen byla provedena dle cen uváděných společnostmi Green Light LED s.r.o. na stránkách www.led-usporne-led-zarovky.cz a dle cen společnosti Elektrobock CZ s.r.o. na stránkách www.elektrobock.cz.

STÁVAJÍCÍ ZDROJ SVĚTLA	POČET [ks]	ÚČINNOST OSVĚTLENÍ [%]	NOVÝ ZDROJ SVĚTLA	ÚČINNOST OSVĚTLENÍ [%]
klasická žárovka	46	4	LED žárovka 6 - 32 W	40
kompaktní zářivka	30	20	LED kompaktní zářivka	40
lineární zářivka	48	22	LED žárovka pro bodové osvětlovací prvky	40

Tabulka 3.35 - Stávající a navrhované parametry zařízení dotčených opatřením č. 7

3.5.8 - 3 FINANČNÍ NÁROČNOST OPATŘENÍ

ZAŘÍZENÍ, VÝROBEK, PRÁCE	POČET [ks]	CENA [Kč]	CENA [Kč]
LED žárovka 6 - 32 W	46	189	8 694
LED kompaktní zářivka	30	980	29 400
LED žárovka pro bodové osvětlovací prvky	240	89	21 360
stropní lampa pro LED žárovky s bodovým osvětlením	8	595	4 760
pohybové čidlo pro automatický stmívač	28	272	7 616
montáž, kabeláž a další práce	1	4 500	4 500
Σ =			76 330

Tabulka 3.36 - Uvažované ceny nových zařízení dotčených opatřením č. 7

3.5.8 - 4 VYHODNOCENÍ ÚSPOR ENERGETICKÉHO OPATŘENÍ

UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]
vytápění	1 026,44	1 026,44	0,00
chlazení	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00
teplá voda	116,71	116,71	0,00
osvětlení	34,11	26,95	7,16
$\Sigma =$	1 177,26	1 170,09	7,16

Tabulka 3.37 - Stávající a navrhované parametry zařízení dotčených opatření č. 7

3.5.8 - 5 NÁVRATNOST OPATŘENÍ, DOPORUČENÍ, ZÁVĚR

Opatření spočívající ve výměně stávajících zdrojů světla za LED osvětlení s sebou nese realizační náklady v odhadované výši 77 000 Kč. S **úsporou** ve výši zhruba **0,61 %** celkové energie ročně (*úspora cca 21 % energie na osvětlení ročně*) činí **prostá návratnost** tohoto opatření zhruba **8 let**. Životnost LED osvětlení je max. 50 000 hodin, což je při svícení po dobu 5-ti hodin denně dělá životnost LED osvětlení zhruba 27,5 let. Vzhledem k nízkému celkovému přínosu v úspoře energie v porovnání s finanční nákladností **opatření není doporučováno**.

SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	CENA ZA GJ ENERGIE ELKTRINY [Kč]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
1 177,26	1 170,09	7,16	1 354	9 698	76 330	7,87

Tabulka 3.38 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost



Obrázek 3.28 - Led žárovka 6W E27 [15]

Obrázek 3.29 - Led žárovka 4W E27 [16]

3.6 VARIANTY ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

3.6.1 OBECNÉ INFORMACE

Z celkem sedmi výše navržených a popsanych energeticky úsporných opatření byly sestaveny tři varianty, které tato opatření kombinují. Bylo provedeno jejich zhodnocení celkových ekonomických i ekologických přínosů, realizačních nákladů a byla vyčíslena prostá návratnost daných variant.

3.6.2 VARIANTA I.

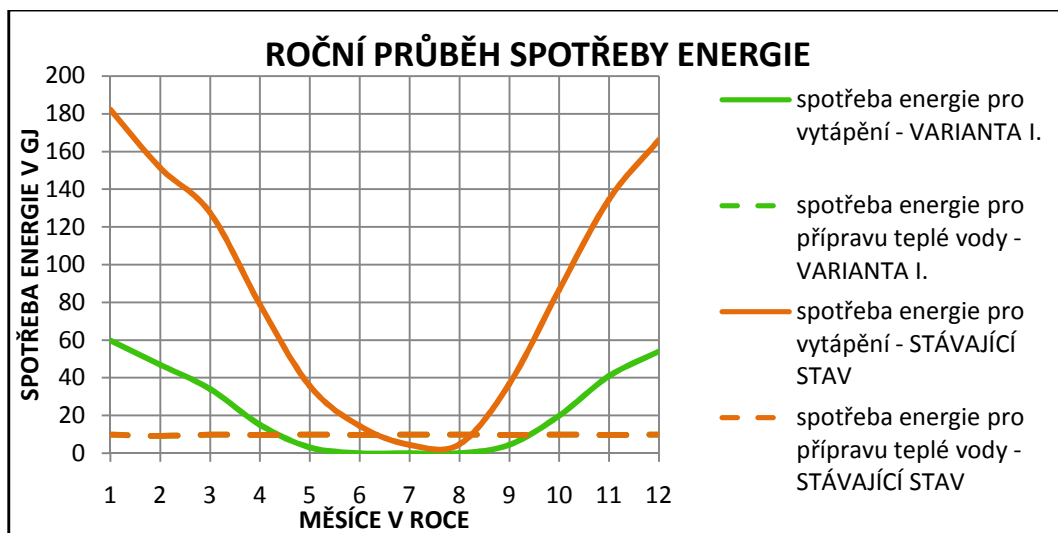
První varianta je kombinací níže uvedených opatření kombinujících zateplení objektu bez výměnu zdrojů tepla.

- **opatření č. 1** - výměna zbylých dřevěných oken a dveří za plastová
- **opatření č. 2** - zateplení obvodových stěn
- **opatření č. 3** - zateplení stropu k půdnímu prostoru
- **opatření č. 4** - zateplení stropu sklepního prostoru

ČÍSLO OPATŘENÍ	NÁZEV OPATŘENÍ	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
1	výměna zbylých dřevěných oken a dveří za nová	74 941	9,03	3 704	20,23
2	zateplení obvodových stěn	933 064	432,97	177 519	5,26
3	zateplení stropu k půdnímu prostoru	362 988	188,80	77 409	4,69
4	zateplení stropu sklepního prostoru	339 603	116,76	47 870	7,09
Σ =		1 710 596	747,56	306 501	5,58

Tabulka 3.39 - Bilance varianty I.

celková roční dodaná energie	429,70 GJ
měrná spotřeba energie	153,66 kWh/(m ² ·rok)
průměrný součinitel prostupu tepla	U _{em} = 0,38 W/(m ² K)
požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla	U _{em,N,20} = 0,48 W/(m ² ·K)
tepelná ztráta budovy při Δt = 20,37 °C	Q = 32,49 kW
energetická skupina	C - úsporná



Graf 3.6 - Srovnání spotřeby energie pro vytápění a přípravu teplé vody před a po realizaci varianty I.

3.6.3 VARIANTA II.

Druhá varianta je kombinací níže uvedených opatření kombinujících zateplení objektu a výměnu zdrojů tepla.

- **opatření č. 1** - výměna zbylých dřevěných oken a dveří za plastová
- **opatření č. 2** - zateplení obvodových stěn
- **opatření č. 3** - zateplení stropu k půdnímu prostoru
- **opatření č. 4** - zateplení stropu sklepního prostoru
- **opatření č. 5** - rekonstrukce vytápění a přípravy teplé vody

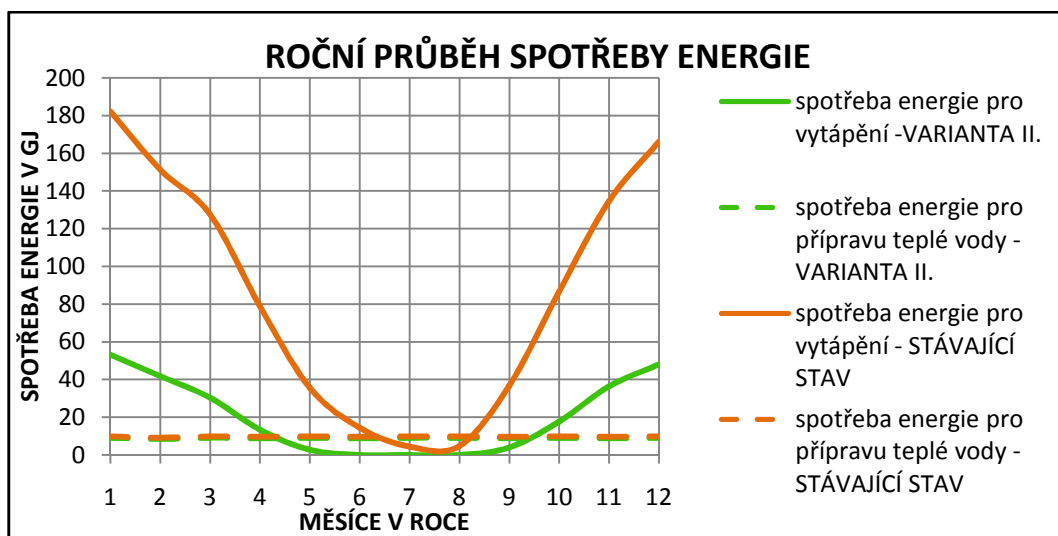
ČÍSLO OPATŘENÍ	NÁZEV OPATŘENÍ	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
1	výměna zbylých dřevěných oken a dveří za nová	74 941	9,03	3 704	20,23
2	zateplení obvodových stěn	933 064	432,97	177 519	5,26
3	zateplení stropu k půdnímu prostoru	362 988	188,80	77 409	4,69
4	zateplení stropu sklepního prostoru	339 603	116,76	47 870	7,09
5	rekonstrukce vytápění a přípravy teplé vody	218 870	39,63	23 109	9,47
Σ =		1 929 466	787,19	329 610	5,85

Tabulka 3.40 - Bilance varianty II.

celková roční dodaná energie	390,07 GJ
měrná spotřeba energie	139,49 kWh/(m ² ·rok)
průměrný součinitel prostupu tepla	U _{em} = 0,38 W/(m ² K)
požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla	U _{em,N,20} = 0,48 W/(m ² ·K)

tepelná ztráta budovy při $\Delta t = 20,37\text{ °C}$
energetická skupina

$Q = 32,49\text{ kW}$
C - úsporná



Graf 3.7 - Srovnání spotřeby energie pro vytápění a přípravu teplé vody před a po realizaci varianty II.

3.6.4 VARIANTA III.

Třetí varianta je kombinací níže uvedených opatření kombinujících zateplení objektu a výměnu zdrojů tepla s využitím alternativního zdroje energie.

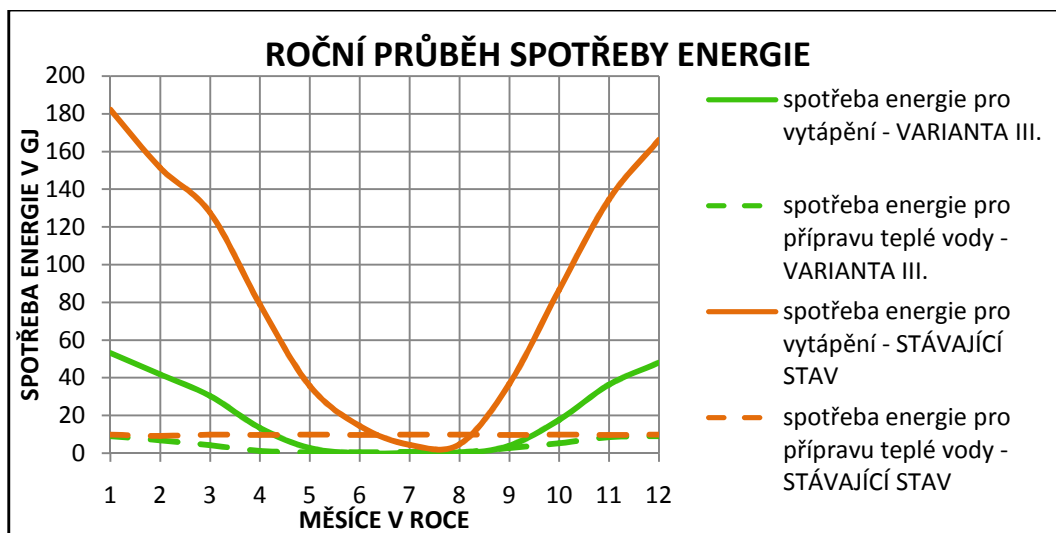
- **opatření č. 1** - výměna zbylých dřevěných oken a dveří za plastová
- **opatření č. 2** - zateplení obvodových stěn
- **opatření č. 3** - zateplení stropu k půdnímu prostoru
- **opatření č. 4** - zateplení stropu sklepního prostoru
- **opatření č. 5** - rekonstrukce vytápění a přípravy teplé vody
- **opatření č. 6** - solární termické kolektory pro přípravu teplé vody

ČÍSLO OPATŘENÍ	NÁZEV OPATŘENÍ	REALIZAČNÍ NÁKLADY [Kč]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	FINANČNÍ ÚSPORA [Kč/rok]	PROSTÁ NÁVRATNOST [roky]
1	výměna zbylých dřevěných oken a dveří za nová	74 941	9,03	3 704	20,23
2	zateplení obvodových stěn	933 064	432,97	177 519	5,26
3	zateplení stropu k půdnímu prostoru	362 988	188,80	77 409	4,69
4	zateplení stropu sklepního prostoru	339 603	116,76	47 870	7,09
5	rekonstrukce vytápění a přípravy teplé vody	218 870	39,63	23 109	9,47
6	solární termické kolektory pro přípravu teplé vody	366 245	58,48	30 836	11,88
Σ =		2 295 711	845,67	360 446	6,37

Tabulka 3.41 - Bilance varianty III.

celková roční dodaná energie	390,07 GJ (z toho 58,48 GJ slunce)
měrná spotřeba energie	139,49 kWh/(m ² ·rok)
průměrný součinitel prostupu tepla	U _{em} = 0,38 W/(m ² K)
požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla	U _{em,N,20} = 0,48 W/(m ² ·K)
tepelná ztráta budovy při Δt = 20,37 °C	Q = 32,49 kW
energetická skupina	C - úsporná

Celková roční dodaná energie varianty II. a III. je shodná a zahrnuje veškeré vstupy energie do budovy. Úspora varianty spočívá ve využití 58,48 GJ/ rok sluneční energie, která je uvažována částkou 0 Kč/rok (*mimo pomocnou energii, která je řádně započítána a účtována*). Spotřeba energie, kterou musí stavebník hradit, je tedy 331,59 GJ/rok.



Graf 3.8 - Srovnání spotřeby energie pro vytápění a přípravu teplé vody před a po realizaci varianty III.

3.6.5 VYHODNOCENÍ VARIANT ENERGETICKÝCH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

3.6.5 - 1 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Předpokladem ekonomického vyhodnocení je, že stavebník uhradí náklady spojené s realizací opatření bez použití úvěru na vlastní náklady. Dále bylo při výpočtech uvažováno s diskontní sazbou ve výši 3 % a životností opatření 20 let. Meziroční růst cen byl uvažován 3 %.

Vyhodnocení ekonomické návratnosti bylo provedeno jako určení prosté doby návratnosti T_s , reálné doby návratnosti T_{sd} a čisté současné hodnoty NPV a dle vnitřního výnosového procenta IRR.

Prostá doba návratnosti [roky] vyjadřuje návratnost investice v čase v závislosti na ročních finanční úspoře bez zohlednění změny hodnoty investice v čase.

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

T_s prostá doba návratnosti [roky]

IN realizační náklady [Kč]

CF finanční úspora [Kč/rok]

Reálná doba návratnosti [roky] je dobou návratnosti, při které je uvažováno s diskontní sazbou.

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0$$

CF_t roční přínosy projektu

r diskont

$(1+r)^{-t}$ odúročitel

Čistá současná hodnota [Kč] vyjadřuje rozdíl diskontovaného peněžního toku po celou dobu životnosti investice a investičního výdaje.

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0$$

T_z doba životnosti projektu

Vnitřní výnosové procento IRR [%] udává výši diskontní sazby, při které čistá současná hodnota nabývá nuly.

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0$$

PARAMETR	JEDNOTKA	VARIANTA I.	VARIANTA II.	VARIANTA III.
investiční výdaje projektu	Kč	1 710 596	1 929 466	2 295 711
změna nákladů na energie	Kč	306 501	329 610	360 446
změna ostatních provozních nákladů	Kč	-	-	-
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	-	-	-
změna ostatních provozních nákladů	Kč	-	-	-
změna nákladů na emise a odpady	Kč	-	-	-
změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	-	-	-
přínosy projektu celkem	Kč	306 501	329 610	360 446
doba hodnocení	roky	20	20	20
roční růst cen energie	%	3	3	3
diskont	%	4,0	4,0	4,0
Ts - prostá doba návratnosti	roky	5,6	5,9	6,4
Tsd - reálná doba návratnosti	roky	6	7	7
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	3 675 068	3 862 257	4 037 845
IRR - vnitřní výnosové procento	%	20	19	18

Tabulka 3.42 - Ekonomická bilance variant

ZNĚČIŠŤUJÍCÍ LÁTKA	VÝCHOZÍ STAV	VARIANT A I.	ROZDÍL	VARIANT A II.	ROZDÍL	VARIANT A III.	ROZDÍL
	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
tuhé znečišťující látky	0,72	0,25	0,47	0,23	0,49	0,19	0,53
SO ₂	0,35	0,12	0,23	0,11	0,24	0,09	0,26
NO _x	57,75	19,80	37,95	18,18	39,57	15,20	42,55
CO	11,55	3,96	7,59	3,63	7,92	3,04	8,51
CO ₂	90 782,00	33 359,00	57 423,00	30 274,00	60 508,00	25 775,00	65 007,00

Tabulka 3.43 - Ekologická bilance variant

3.7 ZÁVĚREČNÉ STANOVISKO

3.7.1 NÁVRH OPTIMÁLNÍ VARIANTY ENERGETICKY ÚSPORNÉHO OPATŘENÍ

Doporučenou variantou pro realizaci je **varianta III.**, představující kompletní zateplení objektu KZS s tloušťkou izolace 140 mm, zateplení stropu k půdnímu prostoru izolantem o tloušťce 220 mm, zateplení stropu sklepního prostoru izolantem o tloušťce 120 mm a výměnu zbylých dřevěných oken a dveří za nové plastové s izolačním dvojsklem. Veškeré upravované konstrukce budou po realizaci splňovat doporučené součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 05 40 - 2:2011. Součástí varianty je také rekonstrukce stávajícího decentrálního způsobu vytápění a přípravy teplé vody nahrazením za centrální s plynovým kondenzačním kotlem a nepřímo ohřívaným zásobníkem teplé vody. Ve variantě je také uvažování se solárním termickým systémem pro přípravu teplé vody.

Časový rozptyl návratnosti všech tří variant je v rozmezí zhruba 1 roku, z uvažovaných nejvíce přínosných variant z ekonomického a ekologického hlediska vychází varianta II. a III. Doporučená varianta III. je také z důvodu, že dojde ke vstupu nového energonositele pro budovu - energie slunce, který s sebou nenese zátěž pro životní prostředí, jelikož se jedná o alternativní zdroj energie.

Doporučenou variantu lze shrnout v těchto bodech:

- ✓ realizační náklady činí zhruba 2 295 711 Kč
- ✓ roční finanční úspora činí zhruba 353 588 Kč (*při ceně energie k roku 2014*)
- ✓ roční úspora energie dosáhne přibližně 845,67 GJ/rok, což odpovídá 71,83 % spotřeby energie stávajícího stavu budovy
- ✓ solární termický systém pokryje přibližně 58,48 GJ/rok pro přípravu teplé vody, tedy zhruba 54,15 % energie pro přípravu teplé vody
- ✓ investiční náklady na uspořenou jednotku činí zhruba 2 715 Kč/GJ

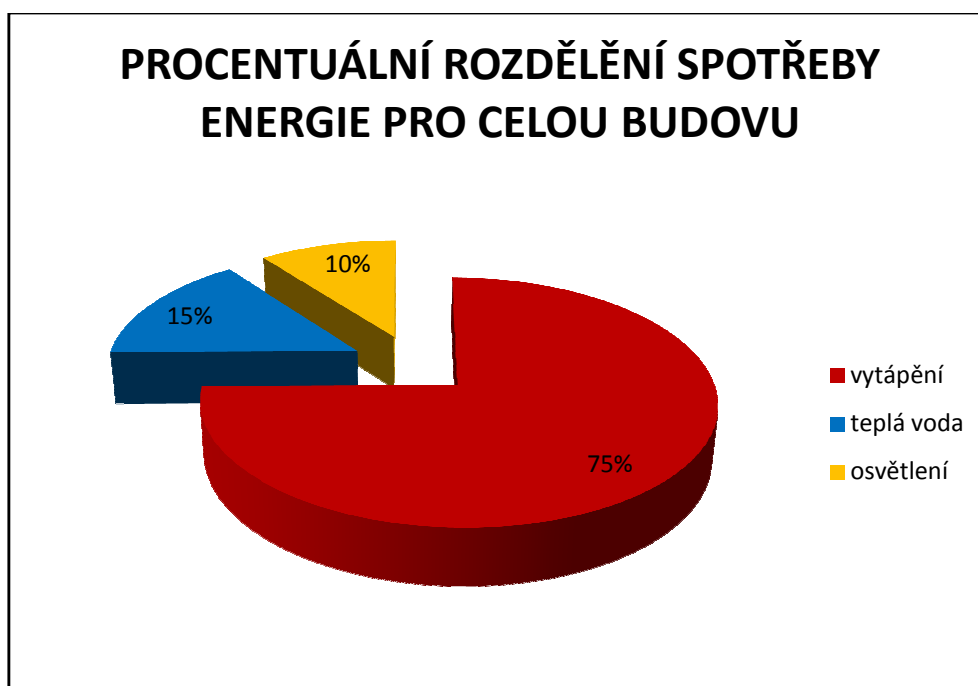
- ✓ prostá doba návratnosti je zhruba 6,6 let, reálná doba návratnosti pak zhruba 8 let
- ✓ tepelná ztráta budovy bude zhruba 32,49 kW
- ✓ průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,38 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N,20} = 0,48 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \rightarrow \text{splňuje}$
- ✓ budova bude zařazena do energetické skupiny **C - úsporná**

3.7.2 BILANCE BUDOVY PŘED A PO REALIZACI OPATŘENÍ

Z níže uvedené tabulky je patrné, že původní předpoklad byl správný a nejvyšších úspor došlo na spotřebě tepla pro vytápění zejména díky razantnímu zlepšení tepelně technických vlastností obálky budovy. Realizací rekonstrukce vytápění a přípravy teplé vody v kombinaci se solárním termickým systémem došlo k celkové úspoře energie ve výši 57% pro přípravu teplé vody (není uvažováno se spotřebou energie získané solárními termickými panely ve výši 58,48 GJ/rok).

HODNOTY SPOTŘEBY ENERGIE PRO CELOU BUDOVU				
UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	SPOTŘEBA ENERGIE PŘED REALIZACÍ [GJ/rok]	SPOTŘEBA ENERGIE PO REALIZACI [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [GJ/rok]	ÚSPORA ENERGIE [%]
vytápění	1 026,44	249,28	777,16	75,71
chlazení	0,00	0,00	0,00	0,00
větrání	0,00	0,00	0,00	0,00
úprava vlhkosti	0,00	0,00	0,00	0,00
teplá voda	116,71	49,52	67,19	57,57
osvětlení	34,11	34,11	0,00	0,00
$\Sigma =$	1 177,26	332,91	844,35	71,72

Tabulka 3.44 - Hodnoty spotřeby energie pro celou budovu po realizaci



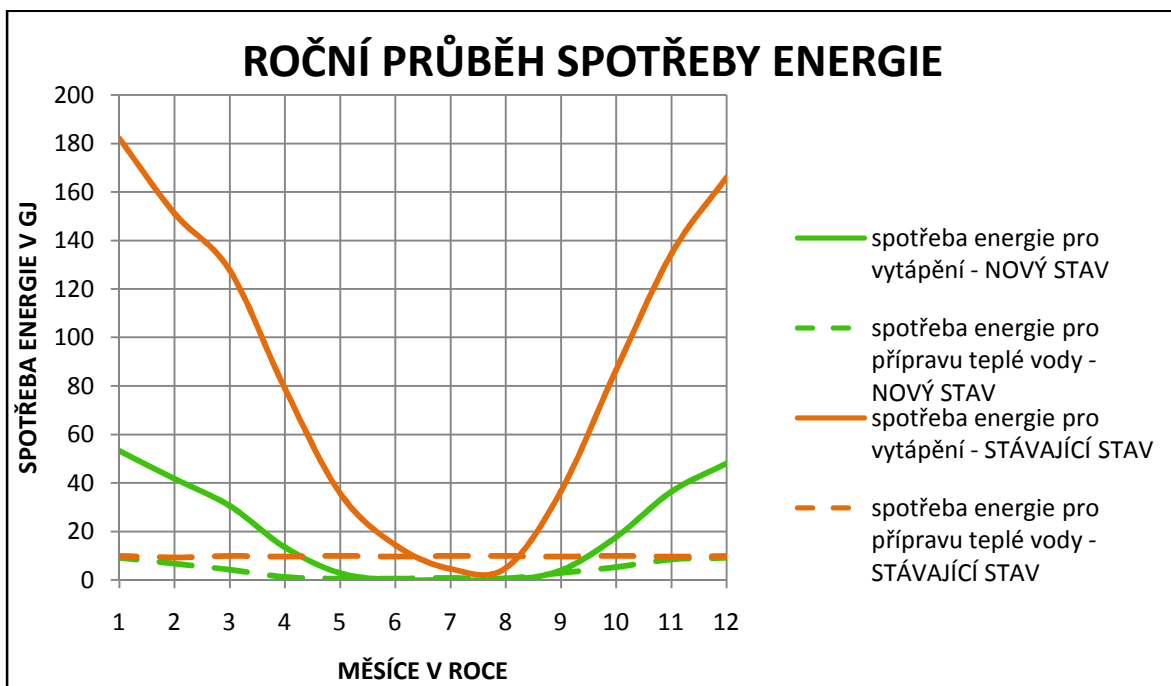
Graf 3.9 - Procentuální rozdělení spotřeby energie pro celou budovu v GJ/rok

Díky konstrukčním úpravám dojde také k přibližnému srovnání měrných tepelných toků v jednotlivých zónách - bytech, a tím také k přibližnému srovnání tepelných ztrát jednotlivých zón, což bude přínosné zvláště pro účtování energie, kdy byty v 1. a 3. NP nebudou mít násobně vyšší tepelné ztráty. Celková tepelná ztráta objektu klesla o téměř 60 %.

ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH TOKŮ							
OZNAČENÍ	MĚRNÝ TOK VĚTRÁNÍ [W/K]	MĚRNÝ TOK PROSTUPEM DO EXTERIÉRU [W/K]	MĚRNÝ TOK TEPELNÝMI VAZBAMI [W/K]	MĚRNÝ TOK PROSTUPEM NEVYTÁPĚNÝMI PROSTORY [W/K]	VÝSLEDNÝ MĚRNÝ TEPELNÝ TOK H [W/K]	Δt [°C]	TEPELNÁ ZTRÁTA [kW]
zóna č. 1	59,92	50,16	14,59	49,51	174,18	35,40	6,17
zóna č. 2	55,64	54,84	14,59	48,07	173,14	35,20	6,09
zóna č. 3	59,92	53,28	7,71	5,62	126,52	35,40	4,48
zóna č. 4	62,27	54,62	7,71	5,62	130,22	35,40	4,61
zóna č. 5	62,41	51,40	14,59	25,78	154,18	35,40	5,46
zóna č. 6	63,74	56,36	14,59	25,78	160,46	35,40	5,68
$\Sigma =$	363,90	320,65	73,77	160,38	918,70		32,49

Tabulka 3.45 - Rozdělení spotřeby energie pro jednotlivé zóny

Roční průběh spotřeby energie získal výrazně plošší charakter ve srovnání se stávajícím stavem, spotřeba energie pro ohřev teplé vody je uvažována bez energie dodané solárním termickým systémem.



Graf 3.10 - Průběh spotřeby energie během roku

3.7.3 UPOZORNĚNÍ ENERGETICKÉHO AUDITORA

Úspory energií jednotlivých opatření a variant vycházejí z okrajových podmínek, tedy dodržení principiálních bodů těchto opatření a variant, použití předepsaných materiálů a skladeb nebo jejich nahrazení materiály se stejnými vlastnostmi, dodržáním technologických postupů a použitím předepsaných zařízení nebo jejich nahrazení ekvivalentními se shodnými parametry.

Pokud při realizaci energeticky úsporných opatření nastanou komplikace v době přípravy či realizace, je nutno změny konzultovat s autorem energetického posudku.

V Brně, dne 26.12.2014

3.8 KRYCÍ LIST ENERGETICKÉHO POSUDKU

Evidenční list energetického posudku
podle § 9a odst. 1 písm. d) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění
pozdějších předpisů

Evidenční číslo 2014 / 001

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména) příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EP

Společenství pro dům Keltičkova č.p. 1409

2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, popřípadě adresa pro doručování

a) ulice

Keltičkova

b) č.p./č.o.

1409 / 66

c) část obce

Slezská Ostrava

d) obec

Ostrava

e) PSČ

710 00

f) email

info@svjkeltickova.cz

g) telefon

+420 603 123 456

3. Identifikační číslo osoby, pokud bylo přiděleno

29393507

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

Společenství pro dům Keltičkova

b) kontakt

+420 603 123 456

5. Předmět energetického posudku

a) název

Energetický posudek pro bytový dům Keltičkova v rámci využití dotačního programu Jessica

b) adresa nebo umístění

Keltičkova 1409/66, 710 00 Ostrava - Slezská Ostrava

c) popis předmětu EP

Řešeným objektem je zděný bytový dům se šesti bytovými jednotkami (1409/1 - 1409/6), částečně po zemi umístěným nevytápěným sklepním prostorem, nevytápěným prostorem schodiště a nevytápěným půdním prostorem.

Bytové jednotky jsou vytápěny individuálně plynovými kotli, k přípravě teplé vody slouží rovněž tyto zdroje tepla, v bytové jednotce č. 1409/1 je navíc umístěn elektrický zásobníkový ohřívač.

Vzduchotechnický systém nuceného větrání v domě není přítomen, stejně tak se v domě nenachází klimatizace.

Stavební konstrukce jsou původní mimo většinu oken v bytech, která jsou vyměněna za plastová s izolačními dvojskly či trosjkly.

2. Část - Seznam stanovených kritérií

1. Energetická kritéria

1. snížení spotřeby energie na vytápění minimálně o 50 %
2. snížení spotřeby energie pro přípravu teplé vody minimálně o 50 %
3. návrh opatření s využitím alternativního zdroje energie

2. Ekologická kritéria

Snížení emisí škodlivých látek vznikajících užíváním objektu minimálně o 50 %.

3. Ekonomická kritéria

Pomocí výše uvedených energetických kritérií snížit náklady na vytápění a pro přípravu teplé vody.

4. Technická a ostatní kritéria

V opatřeních budou použity certifikované materiály, realizací opatření se předpokládá zlepšení tepelně technických vlastností obálky budovy a tím spojeného komfortu bydlení. Zateplením dojde také ke změně barevnostního řešení obálky budovy dle přání stavebníka v souladu s okolní zástavbou.

3. Část - Údaje o posuzovaném návrhu

1. Popis návrhu

Navrhované opatření spočívá v zateplení vnějších stěn domu KZS s EPS tl. 140 mm, zateplení stropu k půdě minerální vatou celkové tl. 220 mm (120 mm + 100 mm) a zateplení stropu sklepního prostoru tvrzenou minerální vatou tl. 120 mm (2 x 60 mm).

Změnou TZB v domě bude nahrazení decentralního způsobu vytápění a přípravy teplé vody za centrální pomocí 2 ks plynových kon. kotlů v kaskádovém zapojení, které budou připravovat teplou vodu v nepřímo ohřívacím zásobníku. Navržený je také alternativní zdroj energie pro přípravu teplé vody - solární termické panely.

2. Základní energetické, ekologické, ekonomické, technické a ostatní údaje

celková roční dodaná energie = 1 177,26 GJ/rok ; měrná spotřeba energie = 421 kWh/m² ; průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 1,3 W/(m²K) ; tepelná ztráta objektu = 80,76 kW
energetická skupina: G - MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ

4. Část - Výsledky posouzení proveditelnosti návrhu podle stanovených kritérií

1. Proveditelnost podle energetických kritérií

Realizací energeticky úsporných opatření dojde k celkové úspoře dodané energie do budovy z původních 1 177,26 GJ/rok na 387,443 GJ/rok z toho 54,536 GJ/rok energie pokryjí solární termické panely.

2. Proveditelnost podle ekologických kritérií

Realizací dojde ke snížení emisí tuhých látek z původních o 0,53 kg/rok (snížení o 73 %), emisí CO₂ o 0,26 kg/rok (74 %), emisí NO_x o 42,55 kg/rok (73 %), emisí CO o 8,51 kg/rok (73 %) a emisí CO₂ o 65 tun/rok (71 %).

3. Proveditelnost podle ekonomických kritérií

Kalkulované investiční náklady činí zhruba 2 295 711 Kč (2 715 Kč/GJ), roční finanční úspora na provozu domu bude činit zhruba 353 588 Kč. Prostá návratnost realizovaného opatření je počítána v horizontu necelých 7 let.

4. Proveditelnost podle technických a ostatních kritérií

Současný stav bytového domu odpovídá jeho stáří, realizací dojde ke značnému zlepšení tepelně technických parametrů řešených konstrukcí domu. Nově navržené systémy TZB budou umístěny do spol. sklepních prostor.

5. Část - Doporučení a podmínky proveditelnosti

1. Doporučení

Doporučenou variantu energeticky úsporných opatření je doporučeno provést v celé míře, jak je uvedeno v energetickém posudku. Částečné provedení by mělo za následek nižší úspory energie a financí, než je počítáno.

2. Podmínky proveditelnosti

Částečně provedené opatření může mít také za následek technickou neproveditelnost některých navazujících opatření (např. realizace solárních termických panelů bez rekonstrukce vytápění a přípravy TV). Při realizaci je nutné dodržovat příslušné závazné předpisy ve stavebnictví.

6. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení

Lukáš Palík

Titul

Bc.

2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů

3. Datum vydání oprávnění

4. Datum posledního průběžného vzdělávání

5. Podpis

Palík

6. Datum

26.12.2014

ČÁST C

EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

4. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ TEPELNÉHO CHOVÁNÍ MÍSTNOSTI V ZÁVISLOSTI NA STÍNÍCÍCH PRVKCÍCH, VLIV ZASKLENÍ NA ENERGETICKOU NÁROČNOST MÍSTNOSTI



4.1 PŘEDMĚT EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

Předmětem experimentálního měření byla učebna č. 417 (*označovaná též 4.17*) budovy E v areálu VUT FAST v Brně. Řešená místnost se nachází ve 4. nadzemním podlaží z celkem 6, je orientovaná na jih, přičemž vnější stěny s okny jsou orientovány na jihovýchod a jihozápad. Světlá výška místnosti činí 2,9 m (*uvažováno bez podhledu z minerálních čtverců*), výška místnosti po podhled činí 2,6 m.



Obrázek 4.1 - Situační mapa řešené místnosti v areálu VUT FAST [17]

Svislé nosné konstrukce řešené místnosti jsou vyzděny z tvárnic Ytong P2 - 400 tl. 250 mm nebo tvárnic Porotherm 37,5 P+D tl. 375 mm, z vnější strany je zdivo opatřeno 100 mm tepelné izolace z minerální vlny. Fasáda je řešená jako provětrávaná se 45 mm mezerou a opláštěním z keramických velkoplošných dílců.

Svislé dělicí konstrukce příček jsou tloušťky 150 mm a 100 mm z cihel dutých dvouděrových a tl. 125 mm z cihel Porotherm 11,5 P+D.

Vodorovné nosné konstrukce stropů jsou řešeny jako prefabrikované železobetonové dílce tloušťky 140 mm. Podlahovou konstrukci řešené místnosti tvoří betonová mazanina opatřená nášlapnou vrstvou z linolea.

Výplně otvorů řešené místnosti tvoří plastová okna s izolačními 2 - skly. Okna jsou na jihozápadě z venkovní strany opatřeny stínícími prvky - vodorovnými lamelovými žaluziemi. Z jihozápadní strany je část oken opatřena vodorovnými lamelovými žaluziemi na vnitřní straně, zbylá část oken na jihovýchodě je opatřena textilní žaluzií na vnější straně.



Obrázek 4.2 - Lamelové žaluzie



Obrázek 4.3 - Textilní žaluzie

4.2 CÍLE EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

Cílem experimentálního měření bylo pomocí 3 ks dataloggerů, kulového teploměru a meteostanice VUT porovnat vliv stínících prvků na tepelné chování řešené místnosti E417 v závislosti na klimatických podmínkách počasí. Měření probíhalo ve dnech 5.9. až 12.9.2014.

Softwarovou simulací byla vymodelována řešená místnost s idealizovaným průběhem vnitřní teploty blížící se naměřeným hodnotám. Na modelu byl srovnán vliv stínících prvků na tepelné chování místnosti (*software Simulace 2010*) a výsledek byl porovnán s experimentálně naměřenými hodnotami.

Posledním cílem bylo vytvořit matematický model energetické náročnosti místnosti (*software Energie 2013*) a porovnat roční průběh spotřeby energie v závislosti na zasklení izolačním dvojsklem a trojsklem. Výsledek pak byl vyhodnocen z ekonomického hlediska a porovnán s přínosem jednotlivých druhů zasklení na tepelné chování řešené místnosti.

4.3 POUŽITÝ HARDWARE, SOFTWARE

K měření byly použity tyto přístroje a software:

- ✓ 3 ks dataloggeru Comet vč. příslušného software
- ✓ 1 ks dataloggeru Ahlborn
- ✓ 1 ks termodrátu
- ✓ 1 ks kulového teploměru
- ✓ meteostanice VUT

- ✓ software Energie 2013
- ✓ software Simulace 2010

4.4 TEORETICKÁ ČÁST EXPERIMENTU

Hodnoty vstupující do měření jsou:

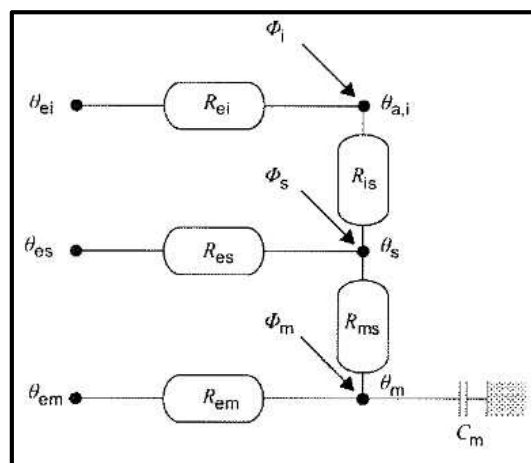
- | | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| • průběh venkovní teploty v čase | $t_e = [^{\circ}\text{C}]$ |
| • intenzita sluneční radiace v čase | $Q = [\text{W}]$ |
| • průměrná vnitřní teplota | $t_i = [^{\circ}\text{C}]$ |
| • teplota kulového teploměru | $t_k = [^{\circ}\text{C}]$ |

Pro zhotovení matematického softwarového modelu byly potřeba znát:

- | | |
|--|-----------------------------|
| • hodnocený den a měsíc | $[-]$ |
| • zemská šířka | $[^{\circ}]$ |
| • intenzita sluneční radiace v čase | $I = [\text{W}]$ |
| • teplota venkovního vzduchu v čase | $t_e = [^{\circ}\text{C}]$ |
| • amplituda | $h = [^{\circ}\text{C}]$ |
| • doba maxima | $t_{\max} = [\text{hod}]$ |
| • výměna vzduchu v místnosti | $V = [\text{m}^3/\text{h}]$ |
| • vnitřní zdroje tepla | $Q_i = [\text{W}]$ |
| • vnitřní dispozici a materiálové řešení místnosti | $[-]$ |
| • orientace místnosti vůči světovým stranám | $[-]$ |

Experiment vychází z principů tepelného chování místnosti. Matematický výpočet byl proveden dle ČSN EN 13 792 RC modelem pomocí softwaru.

RC model je metodou analogie tepelného chování místnosti s el. obvodem, výpočtový model je blízký typovému příkladu v normě ČSN EN 13 792. Na rozdíl od metody tepelné jímavosti je pro RC model uvažována stejná venkovní teplota jak pro působení na obvodové konstrukce, tak pro větrací vzduch přiváděný do místnosti.



Obrázek 4.4 - RC model se třemi uzly [18]

Definice uzlů

$\theta_{a,i}$	teplota vnitřního vzduchu
θ_s	centrální uzlová teplota
θ_m	teplota hmoty
θ_{ei}	teplota venkovního vzduchu
θ_{es}, θ_{em}	ekvivalentní teplota venkovního vzduchu pro vnější konstrukce

Ekvivalentní odpory (K/W) a tepelné kapacity (J/K) mezi vnitřním a venkovním prostředím

R_{ei}	tepelný odpor vlivem větrání
R_{es}, R_{em}	tepelné odpory vnějších konstrukcí mezi interiérem a exteriérem
R_{is}, R_{ms}	tepelné odpory odpovídající výměně tepla mezi vnitřními povrchy a vnitřním vzduchem
C_m	tepelná kapacita obalových konstrukcí

Tepelné toky (W)

ϕ_i	tepelný tok do uzlu θ_i
ϕ_s	tepelný tok do uzlu θ_s
ϕ_m	tepelný tok do uzlu θ_m

Další metodou řešení tepelného chování místnosti je **metoda tepelné jímavosti**, která je založena na hodnocení konstrukcí obklopujících hodnocenou místnost na základě dynamicky se měnících tepelně technických vlastností. Metoda tepelné jímavosti oproti metodě RC modelu umožňuje počítat s odlišnou teplotou větracího vzduchu oproti venkovní teplotě. Tato metoda při výpočtu použita nebyla.

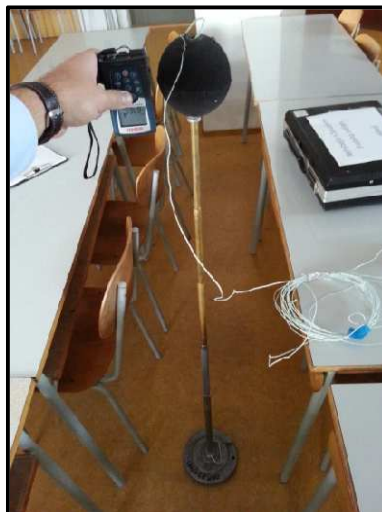
4.5 APLIKACE EXPERIMENTU

4.5.1 POPIS EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

Měření probíhalo v období od 5. do 12. září nepřetržitě během denních i nočních hodin. Uprostřed místnosti, zhruba ve výšce hlavy sedícího průměrně vysokého posluchače, byl umístěn kulový teploměr (cca 1,3 m), který byl připojen k dataloggeru Ahlborn. Časová perioda záznamu byla nastavena na 5 minut.



Obrázek 4.5 - Kulový teploměr s datalog. Ahlborn



Obrázek 4.6 - Výškové umístění kulového tep.

Rovnoměrně v místnosti byly rozmístěny 3 kusy dataloggerů Comet - jeden kus uprostřed lavic před katedrou, druhý na lavici poblíž kulového teploměru a třetí uprostřed posledních zadních lavic. Perioda záznamu hodnot byla nastavena rovněž na 5 minut.



Obrázek 4.7 - Pozice dataloggerů uprostřed lavic



Obrázek 4.8 - Datalogger Comet č. 3

Řešená místnost byla po dobu měření uzamčená, aby se zabránilo vstupu veřejnosti a tím znehodnocení měření. Během měření byla zavřená všechna okna vedoucí do venkovního

prostoru, dveře spojující řešenou místnost s ostatními prostory byly rovněž v průběhu měření zavřeny.

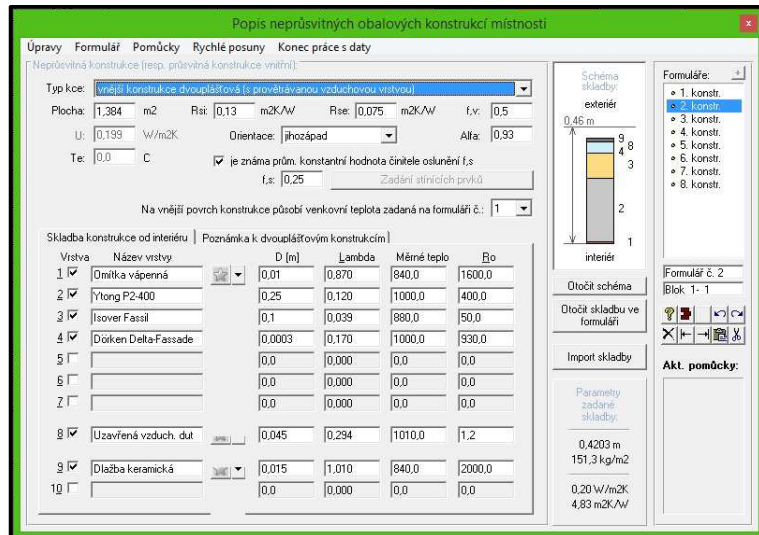
V průběhu měření byla 2 x stahována data, zároveň byl také měněn vliv stínících prvků, cílem bylo docílit těchto kombinací stavů počasí a stínících prvků:

- ✓ skoro jasno, zvednuté žaluzie - **dosaženo**
- ✓ skoro jasno, zatažené žaluzie - **dosaženo**
- ✓ oblačno, zvednuté žaluzie - **dosaženo**
- ✗ oblačno, zatažené žaluzie - **nedosaženo**

Kombinace stavu počasí oblačné oblohy společně se zataženými žaluziemi bylo dosaženo pouze za zcela oblačné oblohy s výrazně nižšími venkovními teplotami a sluneční radiací ve srovnání s ostatními oblačnými dny, tedy hodnoty naměřené pro stav nebyly při interpretaci výsledků použity z důvodu zkreslení výsledků.

4.5.2 POPIS MATEMATICKÉHO SOFTWAREVÉHO MODELU TEPELNÉHO CHOVÁNÍ

V softwaru Simulace 2010 byla namodelována řešená místnost dle její skutečné geometrie s jistou idealizací. Vymodelovány byly veškeré vnější ohraničující svíslé konstrukce včetně výplní otvorů - oken. Z hlediska tepelné akumulace byly vymodelovány také veškeré vnitřní svíslé nosné i dělicí konstrukce, a také vodorovné nosné konstrukce stropů.

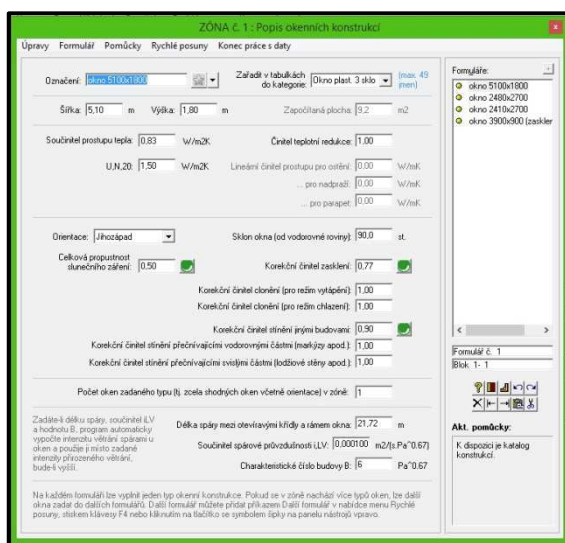


Obrázek 4.9 - Modelace neprůsvitných konstrukcí Simulace 2010

Intenzita slunečního záření byla použita vypočtenými hodnotami pro datum měření z hodnot udávaných dle ČSN 73 05 40 - 3, tabulka H8. Vnější teplota byla pro matematický model rovněž stanovena dle uvedené ČSN. Vzhledem k neobsazenosti místnosti osobami byly vnitřní zdroje tepla uvažovány hodnotou nula wattů. Ostatní hodnotící kritéria byla stanovena dle obvyklých hodnot a model byl sladěn k přibližné přesnosti s experimentálně naměřenými hodnotami.

4.5.3 POPIS MATEMATICKÉHO SOFTWAREVÉHO MODELU SPOTŘEBY ENERGIE

Model místnosti pro účel energetického hodnocení byl vytvořen v softwaru Energie 2013. Vstupními veličinami do výpočtu byly rovněž výplně otvorů společně s jejich parametry prostupu tepla, propustností slunečního záření a orientací vůči světovým stranám. Modelovány byly opět veškeré vnější svislé nosné konstrukce oddělující hodnocenou místnost od vnějšího prostředí pomocí jejich ploch a součinitele prostupu tepla. Vnitřní svislé nosné a dělicí konstrukce byly rovněž vymodelovány a to z důvodu akumulační schopnosti, přestože z hlediska energetického hodnocení nedochází skrze tyto konstrukce k tepelným ztrátám vzhledem k předpokládané shodné teplotě za konstrukcí.



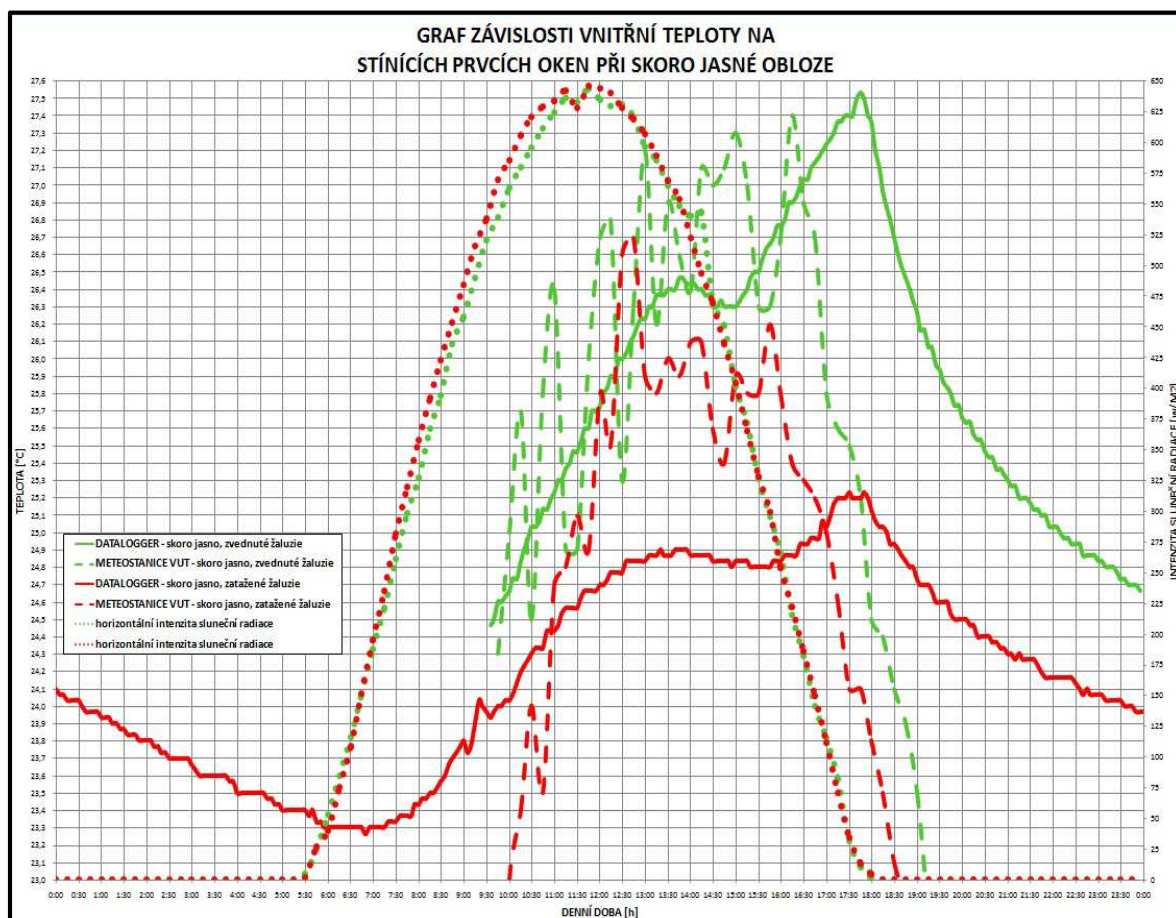
Obrázek 4.10 - Modelace průsvitných konstrukcí Energie 2013

Jelikož cílem tohoto daného modelu bylo zjistit vliv druhu zasklení na energetickou náročnost místnosti, nebyly uvažovány spotřeby energií ani zisky od osvětlení, pobytu osob či jiných nezjištěných zdrojů tepla, neboť při hodnocení samotné místnosti nacházející se uprostřed budovy se dvěma ochlazovanými plochami by způsobily v jistém časovém rozmezí pokrytí až překrytí tepelných ztrát. Výměna vzduchu byla uvažována hygienickým minimem. Uvažovaný zdroj tepla pro vytápění nemá na model vliv, neboť v interpretaci výsledků nebudou používány hodnoty spotřeby energie pro vytápění (*zahrnuje vliv účinnosti zdroje tepla*), ale hodnoty potřeby energie pro pokrytí tepelných ztrát. Příprava teplé vody rovněž nebyla řešena, neboť nemá vliv na modelovanou problematiku.

4.5.4 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ - EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

Při experimentálním měření byl srovnávám vliv stínících prvků na tepelné chování řešené místnosti. V obou měřených dnech byla skoro jasná obloha, ke stínění ve druhý měření den byly použity vnější lamelové a textilní žaluzie. Lamelové žaluzie byly staženy přes celou výšku okna, poloha lamel byla vodorovná, což zachycuje **Obrázek 4.2 - Lamelové žaluzie** a **Obrázek 4.3 - textilní žaluzie**.

Při experimentu byla průměrná odchylka vnější teploty vzduchu během obou měřených dnů zhruba 0,4 °C, uvedeným způsobem stínění bylo dosaženo snížení tepelné zátěže na vnitřní teplotu vzduchu nižší o zhruba 1,3 °C, což znázorňuje **Graf 4.1 - Experimentální měření vnitřní teploty v závislosti na stínících prvcích**.

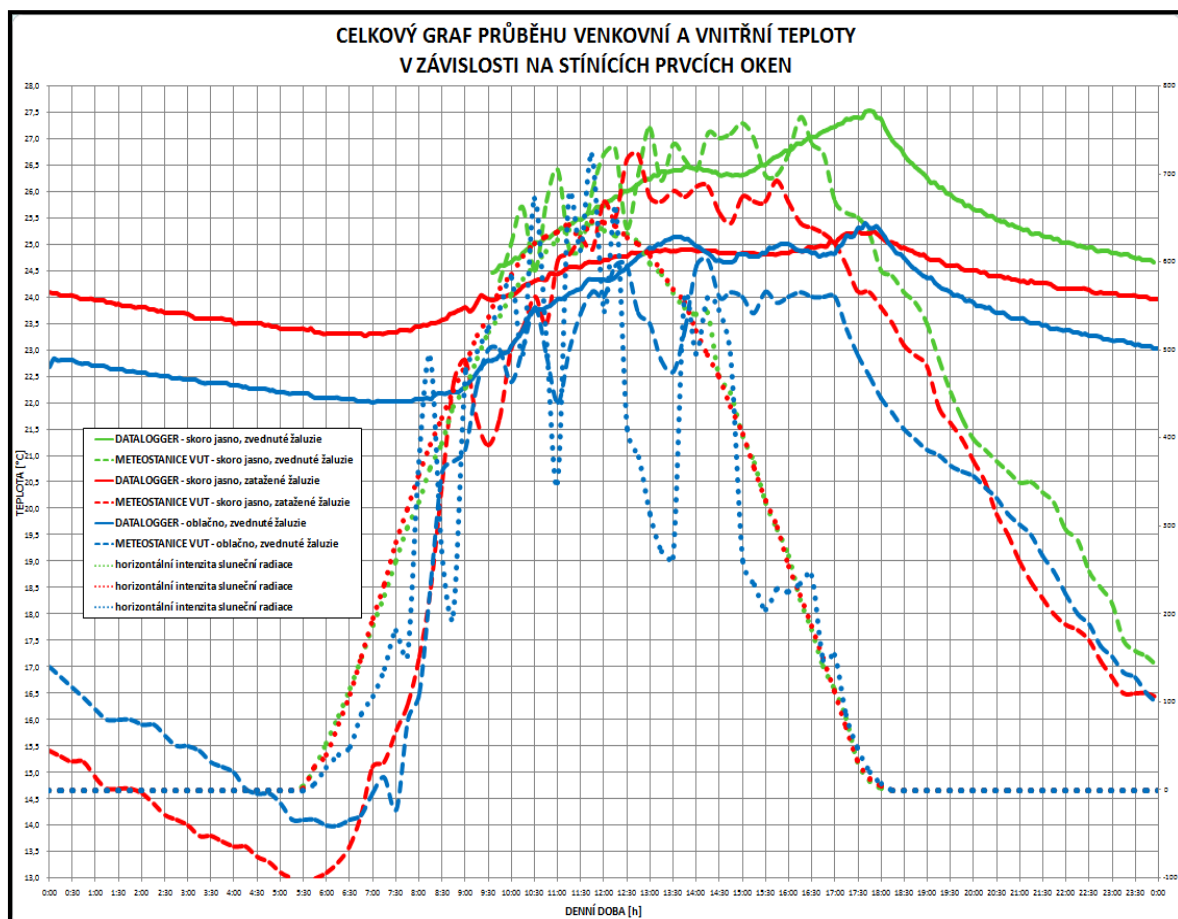


Graf 4. 1 - Experimentální měření vnitřní teploty v závislosti na stínících prvcích

Matematickým modelem bylo dosaženo podobných výsledků, průměrný rozdíl vnitřní teploty vzduchu při použití stínících prostředků byl 1,6 °C. Z výše uvedeného matematického modelu experimentálně měřené místnosti lze říct:

- X** tepelný tok do místnosti při skoro jasném řešeném letním dnu činí v maximu zhruba 5,5 kW v 15 hodin odpoledne
- X** použitím stínících prvků klesl průměrný tepelný tok do místnosti o zhruba 10 %
- X** stínící činitel stažených žaluzií s vodorovně umístěnými lamelami činí zhruba $S=0,8$
- X** stínící činitel stažených látkových žaluzií činí zhruba $S=0,52$

Na základě experimentálního měření lze říct, že výše popsané použití stínících prvků na řešené místnosti vyvozuje v místnosti srovnatelnou vnitřní tepelnou pohodu v porovnání s oblačnou oblohou bez použití stínících prvků, což znázorňuje **Graf 4.2 - Celkové srovnání experimentálně zjištěných výsledků**.



Graf 4.2 - Celkové srovnání experimentálně zjištěných výsledků

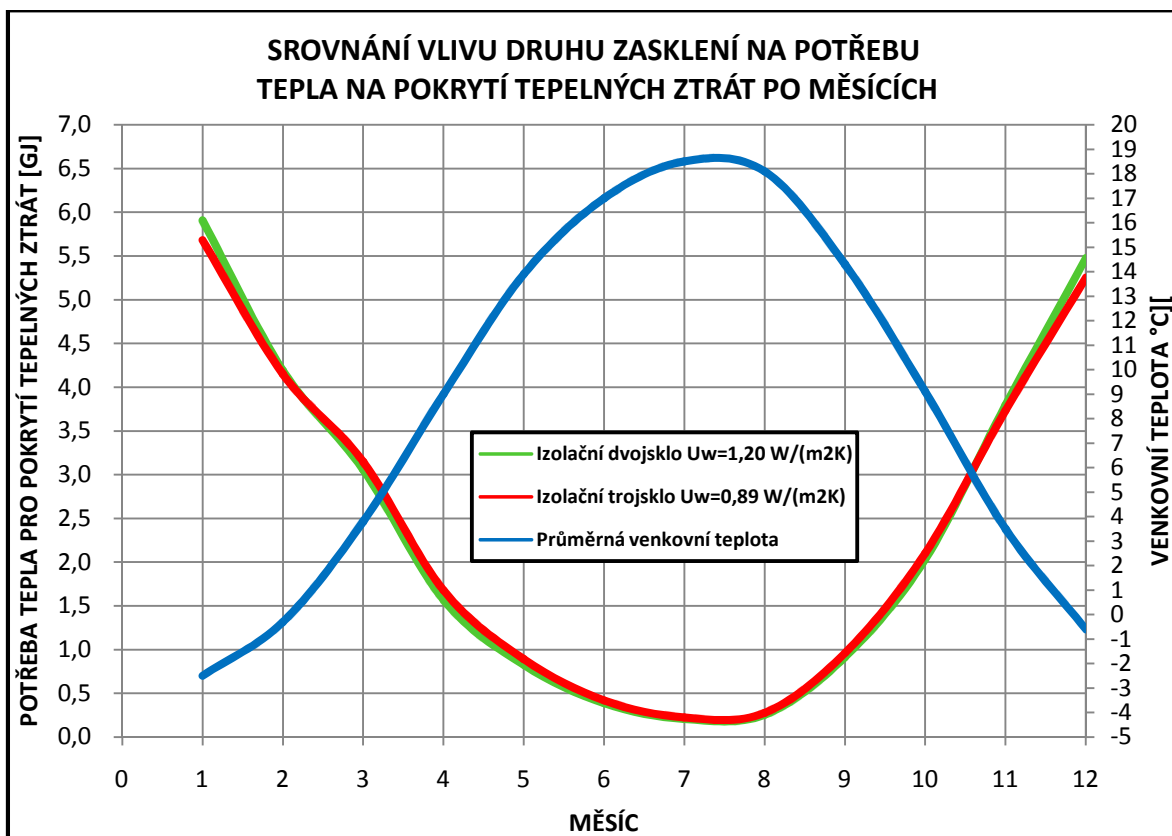
4.5.5 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ - MATEMATICKÝ MODEL

Výchozí energetická náročnost řešené místnosti E417 při aplikaci plastových výplní otvorů činila 28,60 GJ/rok. Touto energetickou náročností je myšlena potřeba energie pro pokrytí tepelných ztrát, která je snížena o solární zisky a jejich míru využití, tedy o využitě solární zisky. Do bilance nebyly započteny zisky od lidí, osvětlení a jiných nezjištěných zdrojů tepla.

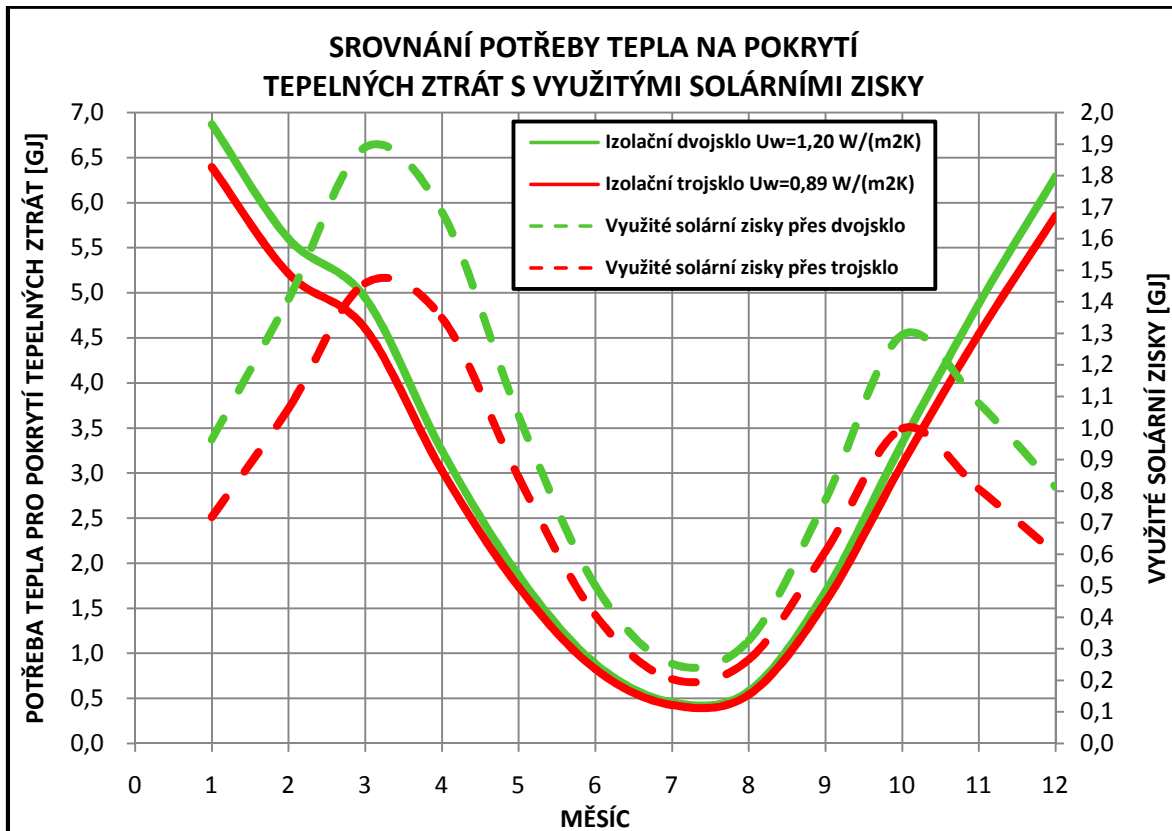
Při zachování totožných nosných svislých a vodorovných konstrukcí včetně konstrukcí dělicích, a výměnou oken za plastová s izolačním trojsklem, činila energetická náročnost místnosti 28,6 GJ/rok. Rozdíl tedy dosáhl pouze 0,1 GJ/rok, což z celkové energetické náročnosti místnosti činí pouze 0,35 % původní hodnoty.

MĚSÍC	IZOLAČNÍ DVOJSKLO BEZ STÍNĚNÍ					IZOLAČNÍ TROJSKLO BEZ STÍNĚNÍ					$\Delta Q_{H,Ht}$ [GJ]
	$Q_{H,Ht}$ [GJ]	Q_{sol} [GJ]	Q_{int} [GJ]	$E_{ta,H}$ [-]	$Q_{H,Ht}$ [GJ]	$Q_{H,Ht}$ [GJ]	Q_{sol} [GJ]	Q_{int} [GJ]	$E_{ta,H}$ [-]	$Q_{H,Ht}$ [GJ]	
1	6,87	1,05	4,99	0,91	5,91	6,40	0,79	4,99	0,91	5,68	0,23
2	5,60	1,61	3,88	0,87	4,19	5,21	1,20	3,88	0,88	4,15	0,04
3	4,95	2,54	3,75	0,74	3,06	4,61	1,90	3,75	0,77	3,15	-0,09
4	3,25	3,40	3,16	0,50	1,57	3,03	2,54	3,16	0,53	1,68	-0,11
5	1,86	3,63	2,87	0,29	0,82	1,73	2,71	2,87	0,31	0,89	-0,07
6	0,89	3,45	2,65	0,15	0,39	0,83	2,58	2,65	0,16	0,42	-0,03
7	0,46	3,37	2,74	0,08	0,21	0,43	2,51	2,74	0,08	0,22	-0,02
8	0,58	3,72	2,87	0,09	0,25	0,54	2,77	2,87	0,10	0,27	-0,02
9	1,68	2,72	3,21	0,28	0,91	1,57	2,03	3,21	0,30	0,96	-0,05
10	3,33	2,37	3,73	0,55	2,03	3,10	1,77	3,73	0,56	2,10	-0,07
11	4,88	1,33	4,13	0,81	3,80	4,54	0,99	4,13	0,81	3,73	0,06
12	6,29	0,91	4,94	0,90	5,48	5,86	0,68	4,94	0,89	5,25	0,22
$\Sigma =$											0,10

Tabulka 4.1 - Srovnání roční energetické bilance místnosti vzhledem ke druhu zasklení



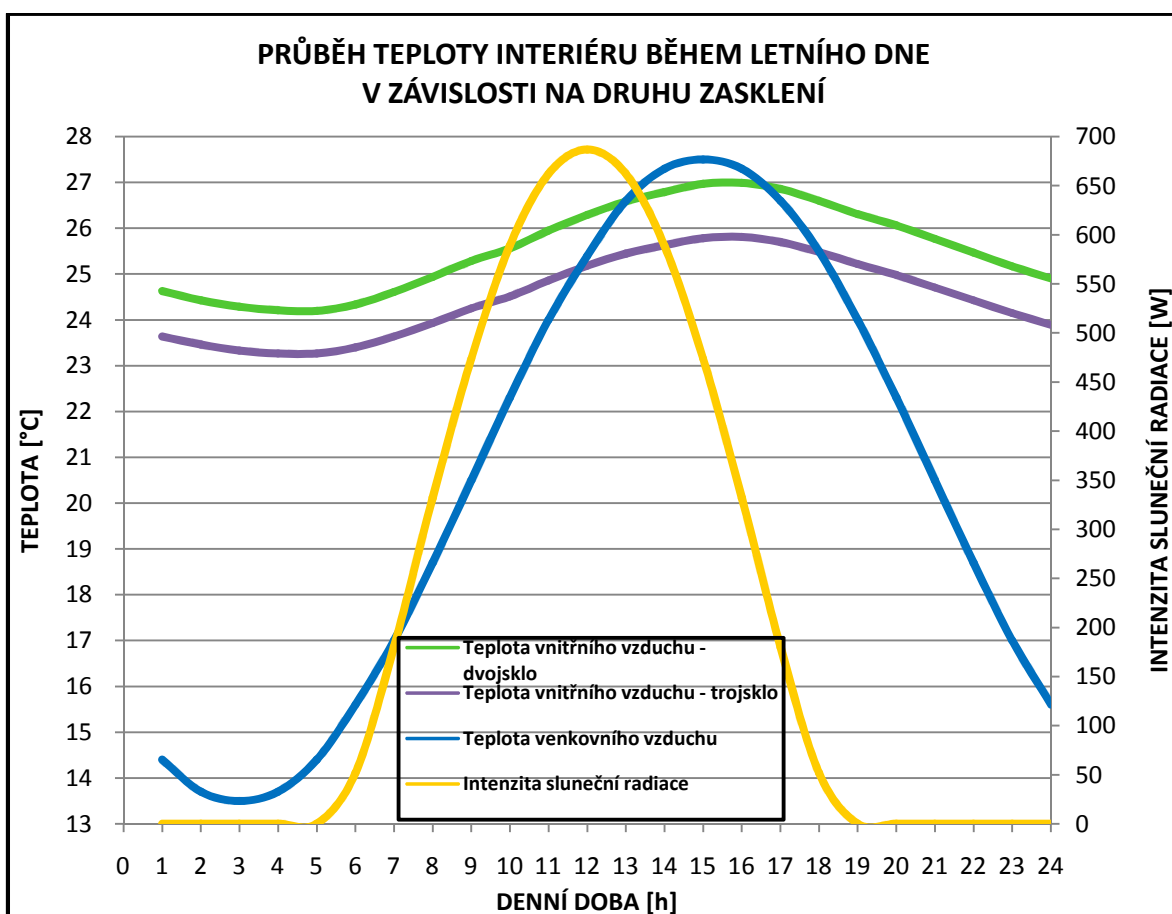
Graf 4.3 - Srovnání roční energetické bilance místnosti a průměrné venkovní teploty



Graf 4.4 - Srovnání roční energetické bilance místnosti a využitých solárních zisků

Budeme-li hodnotit rozdíl v zasklení z hlediska energie potřebné pro pokrytí tepelných ztrát, pak je patrné, že je rozdíl minimální. Důvod je dobře patrný na míře využitých solárních zisků v grafu 4.3 - **Srovnání roční energetické bilance místnosti a využitých solárních zisků**. Plastová okna zasklená izolačním trojsklem mají součinitel prostupu tepla nižší řádově o zhruba 25 %, tedy při shodné ploše okna a rozdílu teplot projde skrze okno zasklené izolačním trojsklem průměrně o 25 % méně tepelné energie. Nicméně budeme-li uvažovat také se solárními zisky v období celého roku, pak přes plastová okna zasklená izolačním trojsklem projde o zhruba 22 % méně sluneční energie. Minimalizací solárních zisků v zimním období se tak kompenzuje energetická úspora izolačních trojskel a zjednodušeně lze říci, že se vyplatí v oblastech s malou intenzitou sluneční radiace během otopného období.

V případě hodnocení druhu zasklení z hlediska tepelné pohody v místnosti, tedy tepelného chování během letních měsíců, je patrné, že díky menší propustnosti tepelné energie slunce přes zasklení je výhodnější izolační trojsklo, jak to dokazuje model na grafu 4.4 - **Průběh teploty interiéru během letního dne v závislosti na druhu zasklení**, na kterém je vymodelována místnost E417. Na základě modelu lze říci, že zasklení totožné místnosti izolačním trojsklem s sebou nese snížení vnitřní teploty vzduchu průměrně o jeden stupeň Celsia.



Graf 4.5 - Průběh teploty interiéru během letního dne v závislosti na druhu zasklení

4.6 ZÁVĚR

Experimentálním měřením bylo zjištěno, že alespoň částečné použití exteriérových stínících prvků řešené místnosti vyvozuje zhruba 10 % snížení tepelných toků do místnosti, a tím úsporu pořizovacích i provozních nákladů v případě požadavku na jeho použití.

V případě řešení otázky rozdílu energetických úspor při volbě zasklení izolačním trojsklem oproti izolačnímu dvojsklu dané místnosti bylo zjištěno, že izolační trojsklo by přineslo oproti dvojsklu úsporu v zimních měsících až 20 %, pokud by se jednalo o měsíce s nulovými solárními zisky. Díky nižší propustnosti sluneční energie izolačním trojsklem se však celková roční výpočtová energetická úspora pohybuje kolem 0,35 %, neboť v zimních měsících lze počítat také se solárními zisky přes zasklení, které jsou přes izolační trojsklo nižší oproti izolačnímu dvojsklu, čímž se rozdíl v energetické úspoře izolačního trojskla snižuje. Ze zjištěných věcí plyne, že investice do výměny oken za nová s izolačním trojsklem je vhodná pouze v případě, že se jedná o rekonstrukci objektu s ještě starými dřevěnými okny, nebo v případě, že jsou již vyměněná plastová okna poškozená. Z hlediska úspor a návratnosti nemá smysl měnit stávající izolační dvojskla za zasklení trojsklem.

4.7 PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval Ing. Danielovi Martonovi, Ph.D., Ústav vodního hospodářství krajiny, za poskytnutí naměřených hodnot z meteostanice VHK.

5. ZDROJE

- [1] <http://vytapeni.tzb-info.cz/9073-energeticky-audit-dvacet-let-historie>
- [2] <http://vytapeni.tzb-info.cz/9073-energeticky-audit-dvacet-let-historie>
- [3] <http://www.dombau.cz/provetravane-fasady.htm>
- [4] <http://www.tzb-info.cz/5583-isocal-vypocetni-program-pro-navrh-technickych-izolaci>
- [5] <http://topeni-voda.wgz.cz/temata/termicke-solarni-panely>
- [6] <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=81F2A805&MarQParam0=260413807&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [7] <http://www.ifauna.cz/okrasne-ptactvo/forum/r/detail/686576/vykurovanie-volier>
- [8] <http://www.jubookna.cz/1770/izolacni-skla/>
- [9] <http://www.isover.cz/isover-eps-70f>
- [10] <http://www.isover-eshop.cz/isover-unirol-plus?gclid=Cj0KEQiAiO-kBRCNxtaJp4-En6sBEiQAnkvW3-nemK9xluOzEyEtdvymBM8DACxxZ9iaGo4p4rcuuhcaAkLA8P8HAQ>
- [11] <http://www.isover-eshop.cz/isover-aku>
- [12] http://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/produkty/product-detail-page-0.cs_cz.html
- [13] <http://ohrivace-vody.heureka.cz/drazice-okc-500-ntr-hp/galerie/?obrazek=76061ce9172e5467e130e66f558803e1>
- [14] <http://www.gcpartner.cz/svt2534-kolektor-fk6300l-2h-cosmosol-253l-cu-253m2-horizontalni-r/d-175607/>
- [15] <http://www.led-usporne-led-zarovky.cz/led-zarovky/eshop/1-1-Led-zarovky-E27/0/5/412-LED-zarovka-6w-E27-tepla-bila-2835>
- [16] <http://www.led-usporne-led-zarovky.cz/led-zarovky/eshop/1-1-Led-zarovky-E27/0/5/12-E27-LED-zarovka-4w-tepla-bila>
- [17] <http://mapy.cz/s/eV8a>
- [18] <http://homen.vsb.cz/~gal04/Zdenek%20GALDA/MODELOVANI%20ENERGETICKEHO%20CHOVANI%20BUDOV%20%28P+K%29/LEGISLATIVA%20-%20pouze%20pro%20studium/CSN%20EN%20ISO%2013792%20%2810-2012%29%20Tepelne%20chovani%20budov%20-%20vypocet%20vnitrnich%20teplot%20v%20mistnosti%20v%20letnim%20obdobii%20bez%20strojniho%20chlazeni%20-%20Zjednodusene%20metody.pdf>

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Energetický audit - dvacet let historie

autor: Ing. Ladislav Tintěra

zdroj: <http://vytapeni.tzb-info.cz/9073-energeticky-audit-dvacet-let-historie>

Metody hodnocení energetické náročnosti budovy

autor: Institut Franka Dysona s.r.o.

zdroj: http://www.fdyson.cz/prednasky_ke_stazeni/enb_cast_2.pdf

Zákon č. 318/2012 Sb.

zdroj: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:AASfo6SXyGMJ:aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx%3Ftype%3Dc%26id%3D6255+%&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>

Vyhláška č. 78/2013 Sb.

zdroj: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-78-2013-sb-o-energeticke-narocnosti-budov>

Vyhláška č. 480/2012 Sb.

zdroj: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-480-2012-sb-o-energetickem-auditu-a-energetickem-posudku>

Zákon č. 441/2012 Sb.

zdroj: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-441-2012-sb-o-stanoveni-minimalni-ucinnosti-uziti-energie-pri-vyrobe-elektřiny-a-tepelne-energie>

Webové stránky SEI

zdroj: http://www.cr-sei.cz/sei_cz.htm

Disertační práce Hodnocení vlivů vybraných parametrů bytových domů na jejich energetickou náročnost

autor: Ing. Lucie Vendlová

zdroj: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=89048

8. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1 - Logo Asociace energetických auditorů

Obrázek 2.2 - Metody auditů z devadesátých let

Obrázek 2.3 - Vyhořelý dům s nulovou celkovou energeticky vztažnou plochou

Obrázek 2.4 - Sto let starý dům s malou energeticky vztažnou plochou

Obrázek 2.5 - Sto let starý dům s malou energeticky vztažnou plochou

Obrázek 2.6 - PENB - celkové hodnocení

Obrázek 2.7 - PENB - dílčí hodnocení

Obrázek 2.8 - Krycí list energetického posudku pro NZÚ 2014

Obrázek 2.9 - Bytový dům o 4 samostatných vchodech

Obrázek 2.10 - Bytový dům o 4 samostatných vchodech

Obrázek 2.11 - Provětrávaná fasáda

Obrázek 2.12 - Ekonomická tloušťka izolace

Obrázek 2.13 - Běžný způsob zapojení solárního termického systému

Obrázek 2.14 - Neizolované rozvody topení v BD

Obrázek 2.15 - Lokalizace podlahového topení

Obrázek 2.16 - Chybějící kus tepelné izolace šikminy stropu

Obrázek 2.17 - Přehřívající se svorka na FVE

Obrázek 3.1 - Katastrální mapa 1:500

Obrázek 3.2 - Problémy zdiva vyskytující se v oblasti soklu

Obrázek 3.3 - Krov budovy

Obrázek 3.4 - Stávající dřevěné okno

Obrázek 3.5 - Plastové okno s izolačním trojsklem v zóně č. 1

Obrázek 3.6 - Svislé konstrukce 1. podzemního podlaží

Obrázek 3.7 - Svislé konstrukce 1. nadzemního podlaží

Obrázek 3.8 - Svislé konstrukce 2. nadzemního podlaží

Obrázek 3.9 - Svislé konstrukce 3. nadzemního podlaží

Obrázek 3.10 - Svislé konstrukce půdního prostoru

Obrázek 3.11 - Vodorovné konstrukce

Obrázek 3.12 - Vodorovné konstrukce

Obrázek 3.13 - Vaillant Atmotec VUW CZ 200

Obrázek 3.14 - Dakon Unical Dua

Obrázek 3.15 - Tatramat EOV 122

Obrázek 3.16 - Rozdělní zón v 1.PP

Obrázek 3.17 - Rozdělení zón v 1.NP

Obrázek 3.18 - Rozdělení zón ve 2.NP

Obrázek 3.19 - Rozdělení zón ve 3.NP

Obrázek 3.20 - Rozdělení zón ve 4.NP

Obrázek 3.21 - Izolační dvojsklo

Obrázek 3.22 - EPS 70 F pro KZS

Obrázek 3.23 - Isover Unirol Plus

Obrázek 3.24 - Isover Aku

Obrázek 3.25 - Protherm Panther Condens

Obrázek 3.26 - Dražice OK 500 NTR

Obrázek 3.27 - Gienger CosmoSOL 253L

Obrázek 3.28 - Led žárovka 6W E27

Obrázek 3.29 - Led žárovka 4W E27

Obrázek 4.1 - Situační mapa řešené místnosti v areálu VUT FAST

Obrázek 4.2 - Lamelové žaluzie

Obrázek 4.3 - Textilní žaluzie

Obrázek 4.4 - RC model se třemi uzly

Obrázek 4.5 - Kulový teploměr s datalog. Ahlborn

Obrázek 4.6 - Výškové umístění kulového tep.

Obrázek 4.7 - Pozice dataloggerů uprostřed lavic

Obrázek 4.8 - Datalogger Comet č. 3

Obrázek 4.9 - Modelace neprůsvitných konstrukcí Simulace 2010

Obrázek 4.10 - Modelace průsvitných konstrukcí Energie 2013

9. SEZNAM TABULEK

Tabulka 3.1 - Hodnocení stavebních konstrukcí

Tabulka 3.2 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 1

Tabulka 3.3 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 2

Tabulka 3.4 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 3

Tabulka 3.5 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 4

Tabulka 3.6 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 5

Tabulka 3.7 - Výpočet vnitřní teploty zóny č. 6

Tabulka 3.8 - Hodnoty spotřeby energie pro celou budovu

Tabulka 3.9 - Rozdělení spotřeby energie pro jednotlivé zóny

Tabulka 3.10 - Rozdělení tepelných toků v jednotlivých zónách

Tabulka 3.11 - Stávající a navrhované parametry konstrukcí dotčených opatření č. 1

Tabulka 3.12 - Uvažované ceny nových konstrukcí dotčených opatření č. 1

Tabulka 3.13 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 1

Tabulka 3.14 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost

Tabulka 3.15 - Stávající a navrhované parametry konstrukcí dotčených opatření č. 2

Tabulka 3.16 - Uvažované ceny nových konstrukcí dotčených opatření č. 2

Tabulka 3.17 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 2

Tabulka 3.18 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost

Tabulka 3.19 - Stávající a navrhované parametry konstrukcí dotčených opatření č. 3

Tabulka 3.20 - Uvažované ceny nových konstrukcí dotčených opatření č. 3

Tabulka 3.21 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 3

Tabulka 3.22 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost

Tabulka 3.23 - Stávající a navrhované parametry konstrukcí dotčených opatření č. 4

Tabulka 3.24 - Uvažované ceny nových konstrukcí dotčených opatření č. 4

Tabulka 3.25 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 4

Tabulka 3.26 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost

Tabulka 3.27 - Stávající a navrhované parametry zařízení dotčených opatření č. 5

Tabulka 3.28 - Uvažované ceny nových zařízení dotčených opatření č. 5

Tabulka 3.29 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 5

Tabulka 3.30 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost

Tabulka 3.31 - Stávající a navrhované parametry zařízení dotčených opatření č. 6

Tabulka 3.32 - Uvažované ceny nových zařízení dotčených opatření č. 6

Tabulka 3.33 - Hodnoty spotřeby energie budovy po realizaci opatření č. 6

Tabulka 3.34 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost

Tabulka 3.35 - Stávající a navrhované parametry zařízení dotčených opatření č. 7

Tabulka 3.36 - Uvažované ceny nových zařízení dotčených opatření č. 7

Tabulka 3.37 - Stávající a navrhované parametry zařízení dotčených opatření č. 7

Tabulka 3.38 - Spotřeba energie budovy před a po realizaci opatření, prostá návratnost

Tabulka 3.39 - Balance varianty I.

Tabulka 3.40 - Balance varianty II.

Tabulka 3.41 - Balance varianty III.

Tabulka 3.42 - Ekonomická balance variant

Tabulka 3.43 - Ekologická balance variant

Tabulka 3.44 - Hodnoty spotřeby energie pro celou budovu po realizaci

Tabulka 3.45 - Rozdělení spotřeby energie pro jednotlivé zóny

Tabulka 4.1 - Srovnání roční energetické bilance místnosti vzhledem ke druhu zasklení

10. SEZNAM GRAFŮ

Graf 3.1 - Spotřeby energie pro celou budovu v GJ/rok

Graf 3.2 - Procentuální rozdělení spotřeby energie pro celou budovu v GJ/rok

Graf 3.3 - Dílčí rozdělení spotřeby energie v GJ/rok

Graf 3.4 - Procentuální rozdělení spotřeby energie pro jednotlivé zóny

Graf 3.5 - Procentuální rozdělení tepelných toků pro celou budovu

Graf 3.6 - Srovnání spotřeby energie pro vytápění a přípravu teplé vody před a po realizaci varianty I.

Graf 3.7 - Srovnání spotřeby energie pro vytápění a přípravu teplé vody před a po realizaci varianty II.

Graf 3.8 - Srovnání spotřeby energie pro vytápění a přípravu teplé vody před a po realizaci varianty III.

Graf 3.9 - Procentuální rozdělení spotřeby energie pro celou budovu v GJ/rok

Graf 3.10 - Průběh spotřeby energie během roku

Graf 4. 1 - Experimentální měření vnitřní teploty v závislosti na stínících prvcích

Graf 4.2 - Celkové srovnání experimentálně zjištěných výsledků

Graf 4.3 - Srovnání roční energetické bilance místnosti a průměrné venkovní teploty

Graf 4.4 - Srovnání roční energetické bilance místnosti a využitých solárních zisků

Graf 4.5 - Průběh teploty interiéru během letního dne v závislosti na druhu zasklení

11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 - Průkaz energetické náročnosti budovy - stávající stav

Příloha č. 2 - Průkaz energetické náročnosti budovy - nový stav

Příloha č. 3 - Výpočet energetické náročnosti budovy - stávající stav

Příloha č. 4 - Výpočet energetické náročnosti budovy - nový stav

Příloha č. 5 - Skladby konstrukcí

Příloha č. 6 - Projektová dokumentace k objektu, zaměření stávajícího stavu

12. POUŽITÝ SOFTWARE

Svoboda software Energie 2013

Svoboda software Simulace 2010

Protech

Autodesk AutoCAD 2010

Microsoft Word 2007

Microsoft Excel 2007