



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BYTOVÉHO DOMU

ENERGY ASSESSMENT OF A RESIDENTIAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tereza Mojová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

BRNO 2026

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav technických zařízení budov
Studentka:	Tereza Mojová
Vedoucí práce:	Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.
Akademický rok:	2025/26
Studijní program:	B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor:	Pozemní stavby

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

Energetické hodnocení bytového domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Řešení zadaného tématu z oblasti TZB za využití literární rešerše, zpracování variantního technického návrhu řešení zadané části specializace systému TZB a dílčího úkolu ze zadaného tématu řešeného experimentálními nebo teoretickými prostředky, příp. prováděcí projektu.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah až 15 stran

B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy

specifikace energetických systémů budovy

stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí

B2. Energetické hodnocení budovy

- standardizované užívání budovy

- potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení

- návrh 2 až 3 opatření pro snížení energetické náročnosti včetně

technického popisu

- výkres schéma zapojení kotelny, popř. strojovny VZT, schéma FT

popřípadě solární soustavy apod.,

- případné ekonomické hodnocení navržených opatření

C. Projekt – průkaz energetické náročnosti budovy

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Stavební dokumentace zadané budovy

2. Aktuální právní předpisy ČR

3. České i zahraniční technické normy

4. Odborná literatura

5. Zdroje na internetu

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 11. 11. 2025

L. S.

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá hodnocením energetické náročnosti bytového domu v Českém Těšíně. Teoretická část je zaměřena na definice základních energetických pojmů souvisejících s energetickou náročností budov a v druhé části mapuje aktuální dotační tituly. Výpočtová část obsahuje analýzu bytového domu, na jejímž základě je vypracován průkaz energetické náročnosti budovy pro stávající stav. V návaznosti na stanovené výsledky jsou navrženy dvě varianty s cílem snížit energetickou náročnost budovy. Projektová část bakalářské práce je věnována zpracování tří průkazů energetické náročnosti s ohledem na stávající stav a navržená opatření.

PREFACE

This bachelor's thesis examines the energy performance of an apartment building in Český Těšín. The theoretical section focuses on defining basic energy-related terms associated with the energy performance of buildings, while the second section provides an overview of current subsidy programs. The computational section contains an analysis of the apartment building, based on which an energy performance certificate for the building's current condition is prepared. Following the established results, two measures are proposed with the aim of reducing the building's energy performance. The design section of the bachelor's thesis is devoted to the preparation of three energy performance certificates, taking into account the original condition and the proposed measures.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bytový dům, průkaz energetické náročnosti budov, energetické hodnocení, energetická náročnost budov, dotační programy

KEY WORDS

Apartment building, energy performance certificate, energy assessment, building energy performance, grant programs

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MOJOVÁ, Tereza. *Energetické hodnocení bytového domu*. Bakalářská práce. Lucie VENDLOVÁ (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2026.

PROHLÁŠENÍ:

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

V Brně dne 29. 5. 2026

podpis autora

Ráda bych touto cestou vyjádřila upřímné poděkování vedoucí své bakalářské práce, paní Ing. Lucii Vendlové, Ph.D., za její odborné vedení, cenné rady, vstřícnost a čas, který mi během zpracování této práce věnovala.

Velké poděkování patří také mé rodině a kamarádkám za jejich stálou podporu, motivaci a trpělivost během celého vysokoškolského studia. V neposlední řadě děkuji svým kolegům z práce za jejich velkou vstřícnost a pochopení, které mi umožnily skloubit pracovní povinnosti se studiem a psaním této práce.

OBSAH

ÚVOD	12
A TEORETICKÁ ČÁST	14
A.1 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV	14
A.1.1 DEFINICE	14
A.2 POJMY V ENERGETICKÉM HODNOCENÍ	14
A.2.1 ENERGETICKÝ AUDIT	14
A.2.2 ENERGETICKÝ POSUDEK.....	15
A.2.3 OBÁLKA BUDOVY	15
A.2.4 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV	15
A.2.4.1 PÍSEMNÁ ČÁST	16
A.2.4.2 GRAFICKÁ ČÁST.....	17
A.3 DOTAČNÍ PROGRAMY	18
A.3.1 NOVÉ ZELENÁ ÚSPORÁM	18
A.3.2 NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM LIGHT	19
A.3.3 OPRAV DŮM PO BABIČCE.....	19
A.3.4 OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	20
A.3.5 MODERNIZAČNÍ FOND – ENERGOV.....	20
B VÝPOČETNÍ ČÁST.....	22
B.1 ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTŘEB A TOKŮ BUDOVY – STÁVAJÍCÍ STAV	22
B.1.1 SPECIFIKACE ŘEŠENÍ A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ	22
B.1.1.1 CHARAKTERISTIKA STAVEBNÍHO OBJEKTU	22
B.1.1.2 ROZDĚLENÍ OBJEKTŮ DO ZÓN.....	23
B.1.1.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	26
B.1.2 SPECIFIKACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOVY.....	28
B.1.2.1 VYTÁPĚNÍ.....	28
B.1.2.2 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY.....	28
B.1.2.3 NUCENÉ VĚTRÁNÍ.....	28
B.1.2.4 CHLAZENÍ	28
B.1.2.5 ÚPRAVA VLHKOSTI	28
B.1.2.6 OSVĚTLENÍ.....	28
B.2 ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – STÁVAJÍCÍ STAV.....	29
B.2.1 TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY	29
B.2.2 POTŘEBA ENERGIE PRO JEDNODUCHÉ SYSTÉMY TZB VČETNĚ OSVĚTLENÍ	30
B.2.2.1 ENERGETICKÉ TOKY CELÉHO OBJEKTU	30
B.2.2.2 POTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ.....	31
B.2.2.3 POTŘEBA ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY.....	31
B.2.2.4 POTŘEBA ENERGIE NA OSVĚTLENÍ.....	31
B.3 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – STÁVAJÍCÍ STAV	32
B.4 NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	33
B.4.1 VARIANTA 1	33

B.4.2	NÁKLADY NA VARIANTU 1	35
B.4.3	VARIANTA 2	35
B.4.4	NÁKLADY NA VARIANTU 2	37
B.5	ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTŘEB A TOKŮ BUDOVY PRO NAVRŽENÁ OPATŘENÍ	38
B.5.1	SPECIFIKACE ŘEŠENÍ A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ	38
B.5.1.1	ROZDĚLENÍ OBJEKTŮ DO ZÓN	38
B.5.1.2	TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ	38
B.6	SPECIFIKACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOVY	41
B.6.1	VYTÁPĚNÍ	41
B.6.2	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	41
B.6.3	NUCENÉ VĚTRÁNÍ	41
B.6.4	CHLAZENÍ	41
B.6.5	ÚPRAVA VLHKOSTI	41
B.6.6	OSVĚTLENÍ	41
B.7	ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY	41
B.7.1	TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY	41
B.7.1.1	VARIANTA 1	42
B.7.1.2	VARIANTA 2	42
B.7.2	POTŘEBA ENERGIE PRO JEDNODUCHÉ SYSTÉMY TZB VČETNĚ OSVĚTLENÍ	43
B.7.2.1	ENERGETICKÉ TOKY CELÉHO OBJEKTU	43
B.7.2.2	POTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ	43
B.7.2.3	POTŘEBA ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY	43
B.7.2.4	POTŘEBA ENERGIE NA OSVĚTLENÍ	43
B.8	PRŮKAZY ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY PRO NAVRŽENÁ OPATŘENÍ	44
B.8.1.1	VARIANTA 1	44
B.8.1.2	VARIANTA 2	45
B.9	EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT	46
B.9.1	POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH NÁKLADŮ	46
B.9.2	POROVNÁNÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ	46
B.9.2.1	STÁVAJÍCÍ STAV	46
B.9.2.2	VARIANTA 1	47
B.9.3	NÁVRATNOST INVESTICE	47
B.10	VYHODNOCENÍ	47
C	PROJEKT – PENB	49
C.1	STÁVAJÍCÍ STAV	49
C.2	NAVRŽENÁ OPATŘENÍ – VARIANTA 1	49
C.3	NAVRŽENÁ OPATŘENÍ – VARIANTA 2	49
D	ZÁVĚR	50
E	POUŽITÉ ZDROJE	51
F	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	54
G	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	55

PŘÍLOHY	57
----------------------	-----------

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je energetické hodnocení bytového domu v Českém Těšíně. Výsledkem hodnocení je průkaz energetické náročnosti budovy. Následně jsou navrženy 2 úsporné varianty, které kombinují různá opatření, ty jsou srovnány a vyhodnoceny.

A – Teoretická část: Jejím obsahem jsou základní pojmy spojené s energetickou náročností budov a dotační programy.

B – Výpočtová část: Zahrnuje upřesnění stávajícího stavu objektu, jeho stavební řešení, tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí a specifikace energetických systémů. Následuje vyhodnocení stávajícího stavu, součástí jsou dále dvě navržené varianty na snížení energetické náročnosti budovy a jejich porovnání.

C – PENB: V této části se nachází tři průkazy energetické náročnosti budovy. První průkaz se vztahuje ke stávajícímu stavu a zbylé dva pak k navrženým variantám. Průkazy byly zpracovány v softwaru Energetika od firmy DEKsoft.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BYTOVÉHO DOMU

ENERGY ASSESSMENT OF A RESIDENTIAL BUILDING

A - TEORETICKÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tereza Mojová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

BRNO 2026

A TEORETICKÁ ČÁST

A.1 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

A.1.1 DEFINICE

Energetická náročnost budov představuje reálnou energii spotřebovanou především na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, větrání a osvětlení. U novostaveb se potřebné množství stanovuje výpočtem dle požadavků na standardizované používání budovy. [1]

Dle potřeby energie se budovy dělí do 7 energetických tříd náročnosti. Třídy jsou řazeny od „mimořádně úsporných“ (třída A) až po „mimořádně ne hospodárné“ (třída G). [2]

Druh budovy	Třída energetické náročnosti budovy						
	spotřeba energie v kWh/m ² /rok						
	A	B	C	D	E	F	G
	Mimořádně úsporná	Úsporná	Vyhovující	Nevyhovující	Nehospodárná	Velmi ne hospodárná	Mimořádně ne hospodárná
Rodinný dům	< 51	51 – 97	98 – 142	143 – 191	192 – 240	241 – 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 – 82	83 – 120	121 – 162	163 – 205	206 – 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 – 200	201 – 294	295 – 389	390 – 488	489 – 590	> 590
Administrativní	< 62	62 – 123	124 – 179	180 – 236	237 – 293	294 – 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 – 210	211 – 310	311 – 415	416 – 520	521 – 625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47 – 89	90 – 130	131 – 174	175 – 220	221 – 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 – 102	103 – 145	146 – 194	195 – 245	246 – 297	> 297
Obchodní	< 67	61 – 121	122 – 183	184 – 241	242 – 300	301 – 362	> 362

Obrázek 1 Třída energetické náročnosti budovy [3]

Požadavky na budovu jsou kladeny již při její výstavbě, změně dokončeného stavu, při prodeji nebo pronájmu či u povinnosti zpracovat průkaz pro organizační složky státu. [2]

A.2 POJMY V ENERGETICKÉM HODNOCENÍ

A.2.1 ENERGETICKÝ AUDIT

Energetický audit je kontrolní zpráva obsahující informace o stávajícím nebo předpokládaném užívání energií v budovách. Jeho cílem je zmapovat aktuální stav a následně navrhnout vhodná opatření, která povedou k úspoře energií. Povinnost mít zpracovaný energetický audit se až na výjimky týká především velkých podniků a dále vlastníků budov nebo energetických hospodářství v případech, kdy je překročena zákonem stanovená hodnota celkové roční spotřeby energie. Zpracovatelem auditu mohou být pouze energetičtí specialisté s danou kvalifikací a oprávněním od ministerstva. Seznam pověřených osob je k dohledání na webových stránkách. [4] [5] [6]

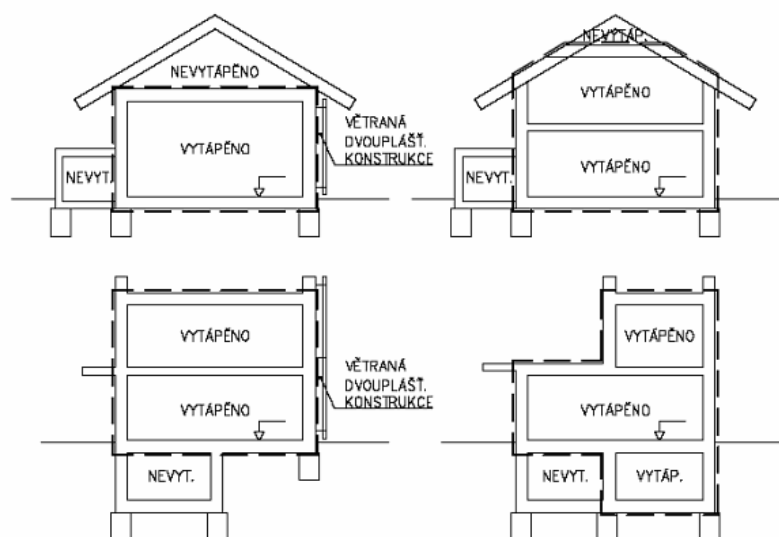
A.2.2 ENERGETICKÝ POSUDEK

Energetickým posudkem je písemná zpráva, která obsahuje informace o posouzení plnění dopředu stanovených technických, ekologických a ekonomických parametrů. Narozdíl od energetického auditu energetický posudek popisuje pouze navržená opatření bez navrhování dalších optimalizací. Obdobně jako u auditu může posudek vypracovávat pouze kvalifikovaný energetický specialista s oprávněním a jejich seznam je taktéž dostupný na webových stránkách. [4] [6]

A.2.3 OBÁLKA BUDOVY

Tímto pojmem se označuje soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici budovy nebo zóny. Všechny tyto konstrukce jsou vystavovány příslušnému přiléhajícímu prostředí jako je vzduch, přilehlá zemina, vnitřní vzduch v nevytápěném prostoru, sousední nevytápěné budovy nebo zóny sousední budovy temperovány na nižší vnitřní návrhovou teplotu. Požadavky na obálku budovy jsou stanoveny v ČSN 73 0540-4 Tepelná technika budov – Část 4: Výpočtové metody. [6] [9]

Součástí obálky budovy je nejčastěji obvodové zdivo, zateplovací systém, střecha, podlaha na terénu a výplně otvorů. Kvalita obálky budovy je klíčová zejména při vytápění budov, jelikož pokud není obálka budovy dostatečně oddělena od vnějšího prostředí, může docházet k významnému úniku tepla do exteriéru. Z toho vyplývá, že i když se v budově bude nacházet kvalitní a energeticky vhodný zdroj tepla, nebude obálka schopna udržet naakumulované teplo uvnitř budovy a bude docházet k tepelným únikům. [8]



Obrázek 2 Hranice obálky budovy [10]

A.2.4 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV

Průkaz energetické náročnosti budov, neboli PENB, je jedna z variant, jak energeticky hodnotit budovy a je ze všech zároveň nejznámější.

Svým vizuálním pojetím je velmi podobný energetickému štítku na domácích elektrospotřebičích, například na lednici. Výpočet PENB se zakládá na normových, průměrných hodnotách vnitřního i vnějšího prostředí. Skutečná spotřeba objektu se může lišit podle jeho reálného provozu, způsobu vytápění a větrání. Průkaz může vypracovat výhradně certifikovaný energetický specialista s oprávněním od Ministerstva průmyslu a obchodu. Budova se pak zařadí do příslušné třídy A-G. Platnost průkazu je 10 let od dne zhotovení nebo do provedení větší změny dokončeného stavu. Dokument se skládá ze dvou částí, kterými jsou písemný protokol a grafické znázornění průkazu. [11] [12]

PENB nám tedy neříká, jaká je spotřeba energií či kolik za ně každý rok bude muset majitel budovy platit. Jeho cílem je objektivně porovnat vlastnosti budov a investor se i díky tomu může rozhodnout, která budova je pro něj vhodnější. [11]

Průkaz se hodnotí na základě tepelně-izolačních vlastností obálky budovy a jednotlivých zón, způsobu vytápění, přípravě teplé vody, způsobu osvětlení, chlazení, nuceného větrání a úpravy vlhkosti. Právě tyto údaje mají zásadní vliv na rozdílu mezi jednotlivými budovami.

Povinnost mít vypracovaný PENB má dle zákona č. 406/2000 Sb. vlastník budovy, a to zejména při její výstavbě, prodeji nebo pronájmu. [11] [14]

Díky výsledkům vyplývajících z průkazu je možné navrhnout různá opatření, které by mohla zlepšit závěrečné hodnocení budovy. Nejčastěji se jedná o zateplení domu, výměnu oken nebo změnu zdroje tepla. Na tato opatření lze čerpat různé dotační programy, které finančně pomohou investorovi při realizaci. [11] [13]

A.2.4.1 PÍSEMNÁ ČÁST

Jednou z částí průkazu je písemná část (protokol). Ten obsahuje všechna data potřebná ke stanovení energetické náročnosti budovy. Je dělena do celkem 11 kategorií označené písmeny A až K. V tabulce níže jsou jednotlivé části průkazu uvedeny konkrétně.

Tabulka 1 Struktura písemné části

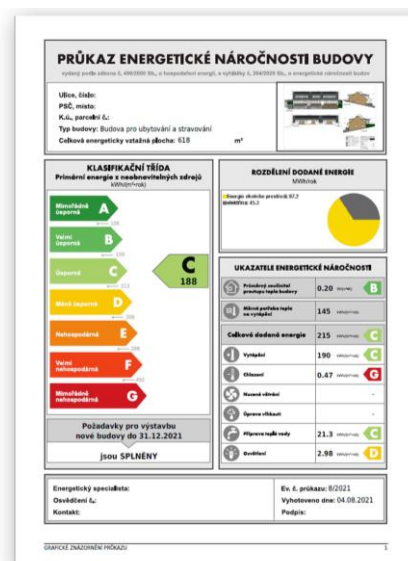
Označení kategorie	Název kategorie
A	Identifikační údaje
B	Celková dodaná energie
C	Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie
E	Roční průběh dodané energie
D	Bilance tepelných toků
F	Obálka budovy
G	Technické systémy budovy
H	Doporučení pro snížení energetické náročnosti a zvýšení využití alternativních systémů dodávek energie
I	Předmět plnění závazných požadavků vyhlášky
J	Ostatní údaje
K	Energetický specialista

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY			
výstava podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2002 Sb., o energetické náročnosti budov			
A IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE			
ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY			
Obec:	Nová	Číslo obce:	2113
Ulice:	Dobrovinská	Číslo a. or. (č. ev.):	2113
Katastrální území:	Nová v Bystřici (131366)	Převládající typ vytápění:	Topný olej
Parcelní číslo pozemku:	136	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Ochranná zóna:	2023	Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany
POPIS HODNOCENÉ BUDOVY			
Základní stanění budovy a hospodaření s energií, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, výměnné rekonstrukce, využití objektu.			
Stručný popis budovy: Jedná se o ústřední zasedání v programu ENERGETIKA.			
Stručný popis technických prvků: Teplovodní ohřevná soustava, Česká OT s TRV, tepelné čerpadlo vzduch/voda pro vytápění i ohřevu TV (vč. bivalentní). Přívrat TV v integrovaném zvlhčovači o výkonu 150. Příbojové baterie, systém bez neupravené TV. Rozvaděč napájení s integrovanou. Umělá osvětlení LED zdrojů. OZE: fotovoltaická PV (př. 200 Wp/m ² orientace J, sklon cca 45°, baterie 150 kWh (v měřičním bodu výpočtu se nepropočítá) - účinnost je popsán v č. 1.1 v technické knize).			
Doplňující údaje: VZOR_RID je soubor vytvořený pro účely školení aplikace Energetika.			
GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY			
Parametr	Jednotky	Hodnota	
Objem budovy s uvažovaným vnitřním prostředím	m ³	530,0	
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m ²	356,8	
Objemový faktor budovy	m ³ /m ²	0,70	
Celková energeticky vstřídná plocha budovy	m ²	192,0	
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše stávajících konstrukcí	%	19,4	
VÝPOČTOVÉ ZÓNY			
Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může čenit do tří zón. Budova je čeněna na zóny a uvažovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají odlišnou náročnou vnitřní teplostr. dle ČSN 730640 a na zóny navržené. Zónám jsou přiřazeny prvky topného ústředí.			
Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 031-1	Uprava vnitřního prostředí
			Vytápění
			Chlazení
			Návrhová teplota pro vytápění
			°C
			Energ. vstřídná plocha
			m ²
21	rozdělný olej	1.RD - obytné prostory	20
			192,0

Obrázek 3 Písemná část PENB [15]

A.2.4.2 GRAFICKÁ ČÁST

Grafické znázornění průkazu je pro běžného uživatele budovy nejznámější částí průkazu. Na první pohled je velmi snadné určit, do které klasifikační třídy je budova řazena. Dále z něj pak můžeme vyčíst rozdělení dodané energie dle energonositele (např. zemní plyn, elektřina, energie okolního prostředí) a celkovou dodanou energii na jednotlivé technické systémy. Jedná se o vytápění, chlazení, nucené větrání, úpravu vlhkosti, přípravu teplé vody a osvětlení. Tyto jednotlivé kategorie mají obdobně jako celkový průkaz svou klasifikační třídu a lze tedy zjistit, která je pro budovu nejméně příznivá. Díky těmto výsledkům se pak dá předběžně navrhnout opatření právě v této oblasti, čímž by se mohla výsledná klasifikace budovy dostat do úspornější klasifikační třídy.



Obrázek 4 Grafická část PENB [16]

A.3 DOTAČNÍ PROGRAMY

Během úprav stávajícího stavu objektu za účelem zlepšení jeho výsledných energetických hodnot lze čerpat z různých dotačních programů. Právě tyto programy si kladou za cíl snížit finanční zátěž investorům a zároveň dochází k postupné revitalizaci budov, které se stávají méně energeticky náročné. To vede k nižším potřebám energií na vytápění či ohřev vody a celkovému zlepšení stavu budovy.

Každý dotační program má svá vlastní specifika a požadavky. Některé z nich podporují spíše majitele rodinných domů, jiné naopak dotují bytové domy. Existují dále také požadavky na to, kdo může dané dotace pobírat a jaká je výše finanční pomoci při realizaci energetického opatření.

Stejně tak jako celá energetická náročnost budov, tak i dotace jsou velmi aktuální a rozvíjející se oblast. Proto dochází k obměně dotačních programů, které se mohou měnit, upravovat, rušit se či vznikat nové.

Pro svou bakalářskou práci jsem vybrala několik dotačních programů a těm se budu dále věnovat podrobněji. Jedná se o následující programy:

- Nová zelená úsporám
- Nová zelená úsporám light
- Oprav dům po babičce
- Operační program životní prostředí
- Modernizační fond ENERGOV

A.3.1 NOVÉ ZELENÁ ÚSPORÁM

Nejrozšířenější a nejdéle trvající dotační program v České republice je Nová zelená úsporám. Tento program si klade za cíl snižovat energetickou náročnost obytných domů. Kromě rekonstrukce již stávajících domů klade důraz i na výstavbu nových bytových a rodinných domů, které budou nízkoenergetické. Tento program zároveň úzce souvisí s Rámcovou úmluvou OSN o změně klimatu a Pařížskou dohodou z roku 2020. Účel tohoto programu je snižování emisí skleníkových plynů a jiných znečišťujících látek do ovzduší. [17] [18]

Dotační program byl v letech 2014-2021 financován z výnosů z prodeje emisních povolenek (systém EU ETS) a spravován Ministerstvem životního prostředí prostřednictvím Státního fondu životního prostředí ČR. [19]

Čerpání lze využít na různé stavební akce, které zajistí zlepšení zatřídění budovy dle třídy energetické náročnosti. Nejčastěji se dotace využívají na zateplení obálky budovy a výměnu oken a dveří, dále na fotovoltaické systémy, zelené střechy, systémy zachytávající a následně využívající dešťové a odpadní vody a úsporný ohřev vody. V neposlední řadě se dotace z tohoto fondu dají využít na výměnu zdroje tepla za úspornější, jako jsou tepelná čerpadla, kotle na biomasu nebo napojení na CZT. [19]

A.3.2 NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM LIGHT

Nová zelená úsporám Light (NZÚ Light) sice patří do NZÚ, ale má své vlastní konkrétní požadavky, které musí být splněny. Nárok na čerpání mají vlastníci nebo spoluvlastníci rodinných domů, trvale obývaných rekreačních staveb či bytů, nicméně musí splňovat jednu z následujících podmínek. Těmito kritérii je pobírání starobního důchodu nebo invalidního důchodu 3. stupně u všech členů domácnosti nebo pokud žadatel či další členové domácnosti pobírají v době podání žádosti příspěvek na bydlení či na dítě. Žádost pro příjemce starobního důchodu je navíc omezena vlastnictvím pouze posuzované nemovitosti, nesmí mít žádnou jinou nemovitost určenou k bydlení, v opačném případě by dotace nebyla schválena. [20]

Cílem programu je realizace úsporných opatření za účelem snížení energetické náročnosti budovy a díky tomu budou výdaje pro nízkopříjmové domácnosti nižší. [20]

Získanou dotační podporu je možno čerpat před samotnou realizací, během ní či po jejím ukončení. Pokud nemá žadatel dostatečnou finanční rezervu, může dopředu požádat o poskytnutí zálohy. Záleží poté na žadateli, jak se rozhodne tyto prostředky rozdělit na jednotlivá opatření. Z dotací NZÚ Light lze realizovat zateplení obálky budovy, výměnu okenních a dveřních výplní a instalaci solárního systému na ohřev teplé vody. [20]

A.3.3 OPRAV DŮM PO BABIČCE

Dotační program Oprav dům po babičce je určen vlastníkům samostatně stojících rodinných domů, řádkových domů a rekreačních objektů využívaných k trvalému bydlení. Tuto dotaci může využít vlastník nebo stavebník rodinného domu. Je zaměřená na komplexní renovace starších budov, za účelem výrazně snížit výdaje za energie. Vlastník může podat žádost o dotaci před provedením prací, v jejich průběhu i po jejich ukončení. [21]

Základní podmínka pro získání dotačního programu Oprav dům po babičce je zajištění důkladného zateplení budovy, aby po renovaci splňovala požadavky vyhlášky č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov. Zateplení budovy může vlastník doplnit například o instalaci fotovoltiky, dešťovku, zelenou střechu nebo o výměnu zdroje tepla. Ke schválení žádosti je potřeba doložit odborný posudek, který se skládá z projektové dokumentace a energetického hodnocení budovy. Velmi staré budovy, které nejsou vhodné k rekonstrukci, je možné zcela odstranit a na stejném místě postavit nový dům. V tomto případě může vlastník také požádat o dotaci na novostavbu, bude teda začínat na tzv. nulovém standartu. [21]

A.3.4 OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Operační program Životní prostředí (OPŽP) je dotační fond České republiky financován z Fondu soudržnosti (FS) a Evropského fondu pro regionální rozvoj (EFRR). Jeho cílem je ochrana a zlepšování kvality životního prostředí v České republice. V letech 2021-2027 má program k dispozici částku přes 61 miliard korun, kterou rozdělí do několika oblastí a žadatelé tak mají možnost získat podporu na realizaci příslušných opatření. OPŽP nabízí v rámci energetických úspor získat podporu na výstavbu pasivních domů, v oblasti obnovitelných zdrojů energie na instalaci fotovoltaiky a v sekci příroda a znečištění finanční podporu na posilování ochrany a zachování přírody. Kromě těchto výše zmíněných oblastí také podporují adaptaci na změnu klimatu, přístup k vodě a udržitelného hospodaření s ní a oběhové hospodářství. [22] [23]

Žadatelem o dotace mohou být obce, města, organizace státní správy a samosprávy, ale i výzkumné a vědecké ústavy, fyzické osoby a neziskové organizace. Pro podání žádosti je potřebné, aby se žadatel/é seznámili s dokumenty a všemi podmínkami programu, měli připraven elektronický podpis a následně je možné si žádost podat elektronicky. [22] [23]

Výše podpory z programu je individuální v závislosti na jednotlivých oblastech a aktivitách. [23]

A.3.5 MODERNIZAČNÍ FOND – ENERGŮV

Fond ENERGŮV je určený ke snížení energetické náročnosti u památkově chráněných či architektonicky cenných budov veřejného sektoru. Patří zde například zateplení, výměna zdroje vytápění, výstavba nebo rekonstrukce otopné soustavy. Slouží také ke zlepšení kvality vnitřního prostředí veřejných budov, to znamená modernizace vnitřního osvětlení nebo instalace vnějších stínících prvku. Dále dotace zahrnuje zlepšení přizpůsobení veřejných budov na změnu klimatu, tj. technologie pro využití šedých a srážkových vod. O příspěvek mohou požádat obce, kraje, veřejnoprávní instituce, organizační složky státu, církve a náboženské společnosti, státní podniky nebo obchodní společnosti a družstva vlastněné ze 100 % veřejným subjektem. Žádost se podává elektronicky prostřednictvím Agendového informačního systému SFŽP ČR. [24]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BYTOVÉHO DOMU

ENERGY ASSESSMENT OF A RESIDENTIAL BUILDING

B – VÝPOČETNÍ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tereza Mojová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

BRNO 2026

B VÝPOČETNÍ ČÁST

B.1 ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTŘEB A TOKŮ BUDOVY – STÁVAJÍCÍ STAV

B.1.1 SPECIFIKACE ŘEŠENÍ A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ

B.1.1.1 CHARAKTERISTIKA STAVEBNÍHO OBJEKTU

Jedná se o bytový dům v Českém Těšíně. Dům není památkově chráněn ani nepatří do památkově chráněné zóny. Nachází se v řadové zástavbě v rovinném terénu, v blízkosti hraničního přechodu mezi Českou republikou a Polskem.

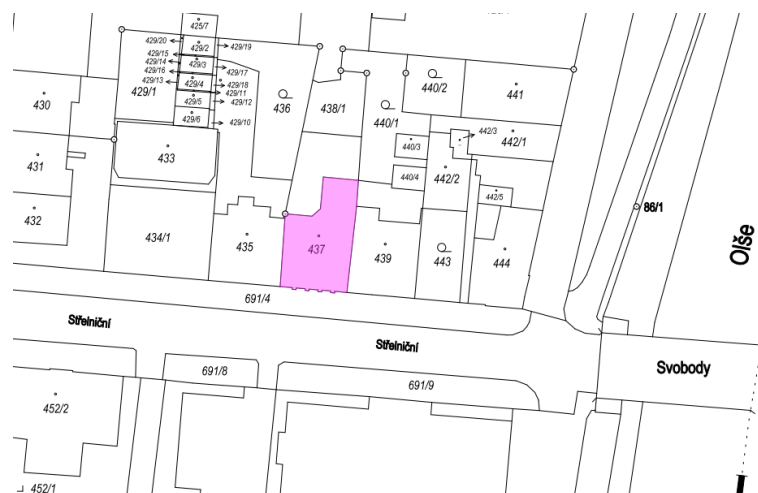
Objekt má 4 nadzemní a 1 podzemní podlaží. V podzemním podlaží se nachází sklepy vlastníků bytů a technická místnost s hlavními uzávěry potrubí. Obytné jsou 3 podlaží, v posledním je pouze střešní prostor. V každém obytném podlaží se nachází 2 bytové jednotky, celkem tedy 6 bytových jednotek v celé budově. Jednotlivá podlaží jsou spojena schodištěm, výtah se v budově nenachází.



Obrázek 5 Posuzovaný objekt - jižní pohled



Obrázek 6 Posuzovaný objekt - severní pohled



Obrázek 7 Katastrální mapa Český Těšín

B.1.1.2 ROZDĚLENÍ OBJEKTŮ DO ZÓN

Objekt je rozdělen celkem do 4 zón

Zóna 1 – Nevytápěný suterén: Jedná se o nevytápěnou zónu v prostorech 1. PP. Návrhová teplota tohoto prostoru je 10°C a čistá podlahová plocha zóny je 147,91 m².

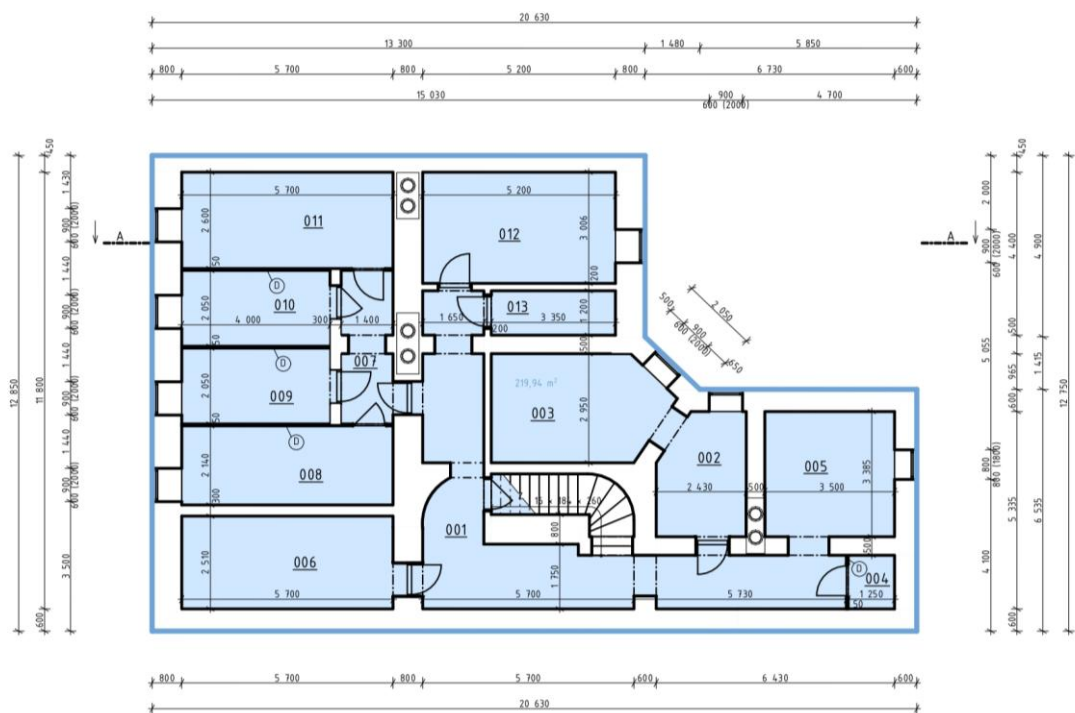
Zóna 2 – Chodba se schodištěm: Tato zóna prochází přes všechny 4 nadzemní podlaží. Její návrhová teplota je 16°C a čistá podlahová plocha 112,78 m².

Zóna 3 – Bytové jednotky: Tato zóna označuje obývané části budovy v 1. až 3. nadzemním podlaží a celkem zahrnuje 6 bytových jednotek. Vnitřní teplota této zóny je 20°C a čistá půdorysná plocha 398,37 m².

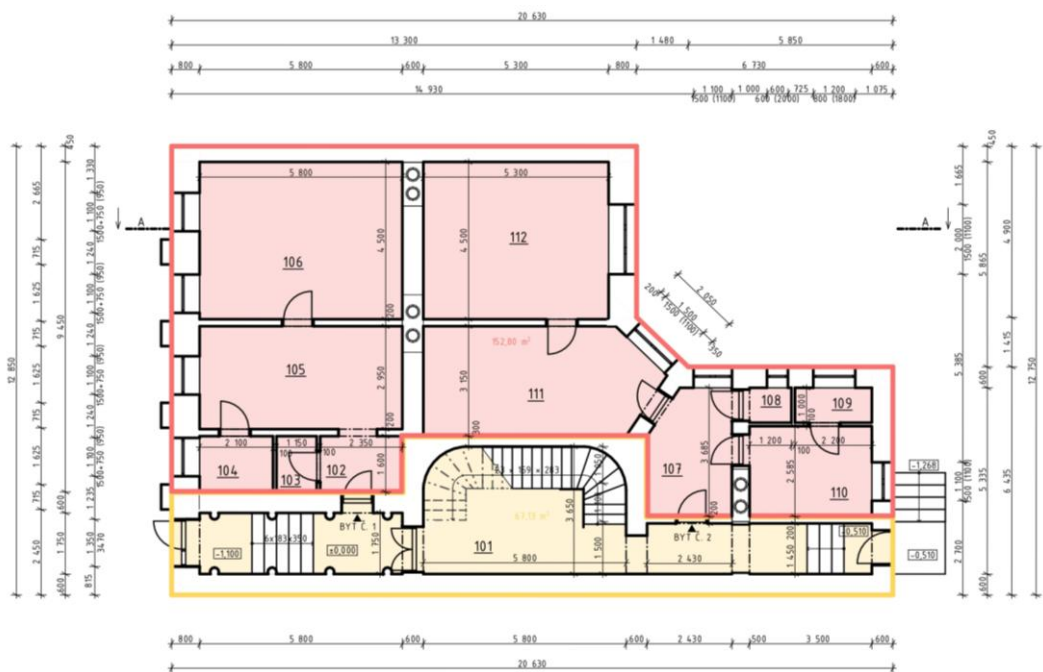
Zóna 4 – Půdní prostor: Nevytápěný půdní prostor má vnitřní teplotu 10°C a jeho čistá podlahová plocha je 151,60 m².

Tabulka 2 Rozdělení objektu do zón

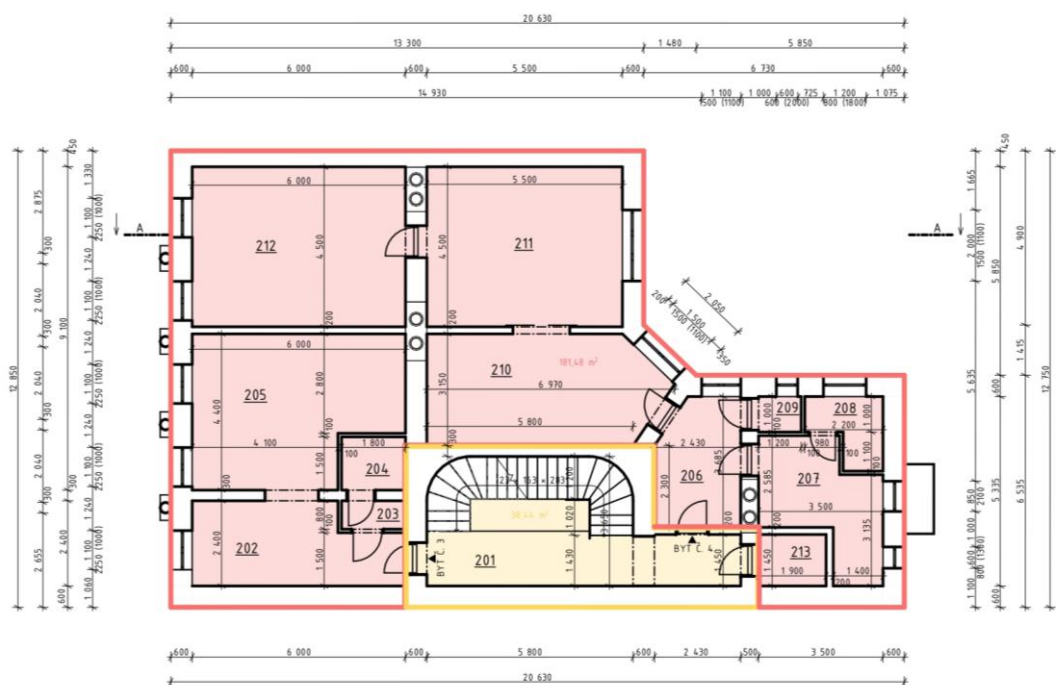
Barevné označení zóny	Číslo a název zóny
	Zóna 1 – Nevytápěný suterén
	Zóna 2 – Chodba se schodištěm
	Zóna 3 – Bytové jednotky
	Zóna 4 – Půdní prostor



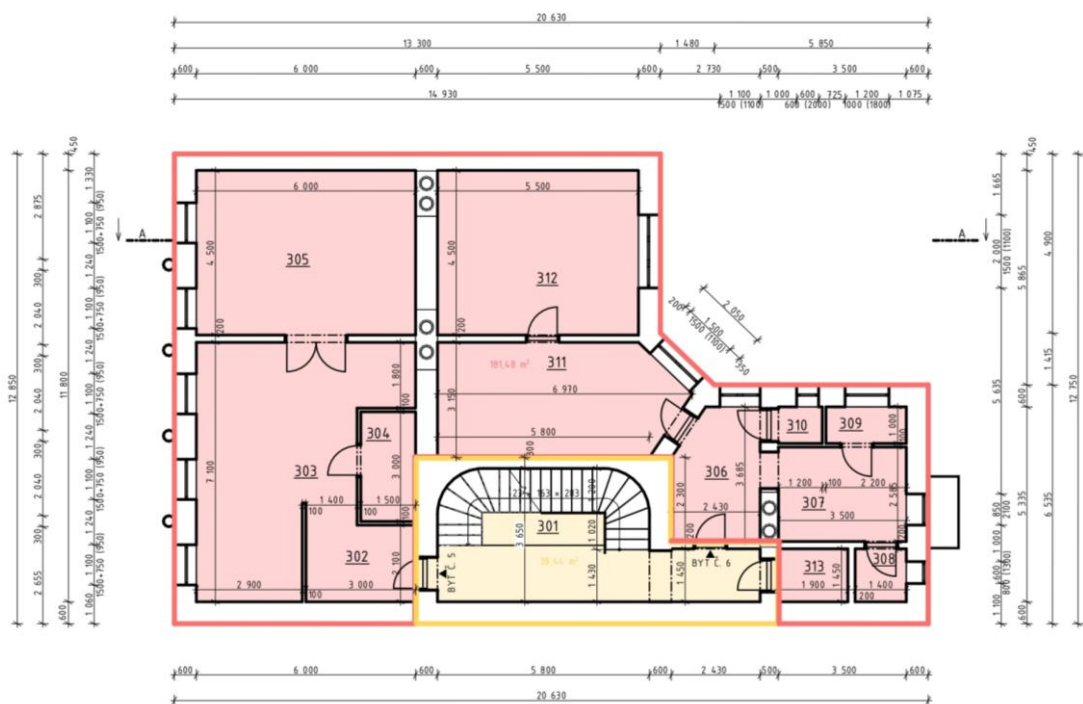
Obrázek 9 Půdorys 1.PP zónování



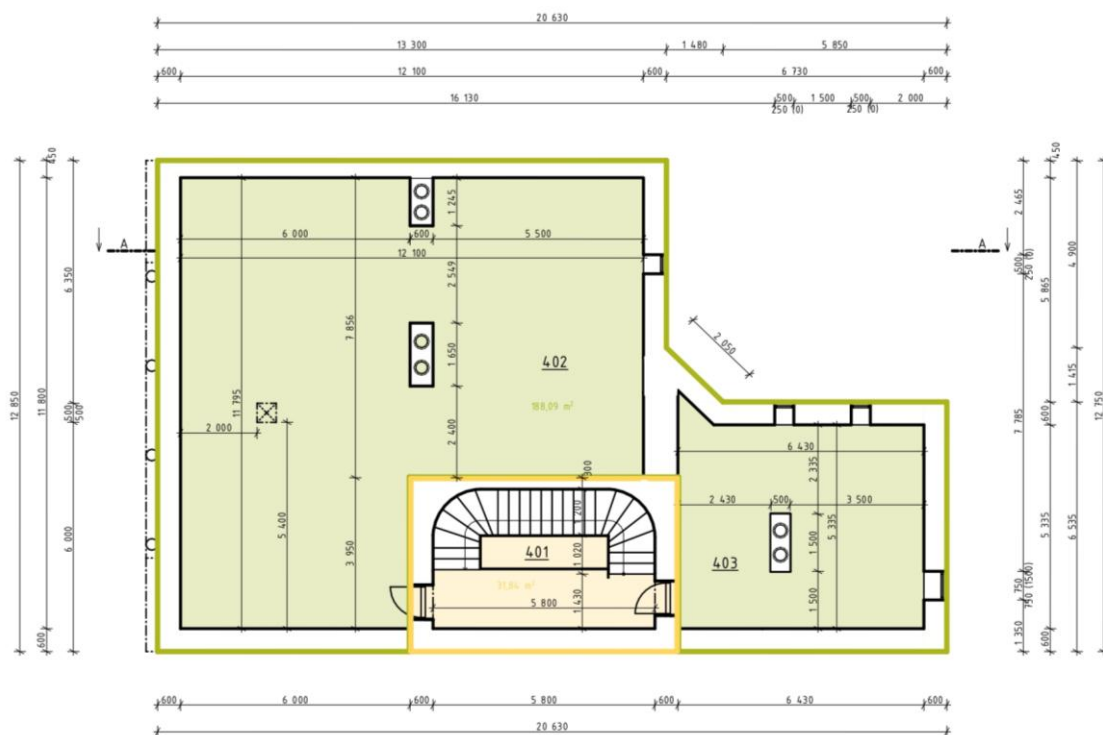
Obrázek 8 Půdorys 1.NP zónování



Obrázek 11 Půdorys 2.NP zónování



Obrázek 10 Půdorys 3.NP zónování



Obrázek 12 Půdorys 4.NP zónování

B.1.1.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ

Původní dokumentace k budově nebyla zachována a bylo nutné vytvořit nejprve pasport budovy. Z něj byly stanoveny skladby konstrukcí dle zkušeností projektanta a obhlídky stavby.

Bytový dům je zděný z cihel pálených, nosné obvodové stěny jsou v tloušťkách 450, 600 a 800 mm, vnitřní příčky jsou také z cihel plných pálených. Stropní konstrukce tvoří ŽB desky. Střešní konstrukce je doplněna o světlík nad schodištěm.

Okna na budově jsou plastové s izolačním dvojsklem a vstupní dveře jsou dřevěné s izolačním dvojsklem. Součinitel prostupu všech výplní je $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Výpis všech skladeb je uveden v příloze P1.

V tabulce 3 je uvedeno porovnání stávajícího součinitele prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou.

Přirážka na tepelné vazby je ve stávajícím stavu uvažována $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tabulka 3 Porovnání součinitelů tepla - stávající stav

Ozn.	Název	Navrho- vaná vnitřní teplota zóny	Součinitel prostupu tepla konstrukce				
			Vypočtený součinitel prostupu tepla U	Požado- vaný sou- činitel pro- stupu tepla U _N	Posouzení	Doporu- čený souči- nitel pro- stupu tepla U _{rec}	Posouzení
OBVODOVÉ STĚNY							
STN-11	Stěna S3a – se- ver 600	16	1,1	0,40	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-12	Stěna S3b – jih 800	16	0,89	0,40	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-15	Stěna S5a – se- ver 600	20	1,10	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-16	Stěna S5b – se- ver 800	20	0,89	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-17	Stěna S5c- jih 600	20	1,10	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-18	Stěna S5d – jih 800	20	0,89	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-19	Stěna S5e – zá- pad 600	20	1,10	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-20	Stěna S5f – se- verozápad 600	20	1,10	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM							
STN-13	Stěna S4a - 600	16	1,00	0,40	NEVYHOVUJE	0,27	NEVYHOVUJE
STN-14	Stěna S4b – 300	16	1,60	0,40	NEVYHOVUJE	0,27	NEVYHOVUJE
VYP-44	Dveře D3 – 800x1970	16	2,50	4,00	VYHOVUJE	3,10	VYHOVUJE
PDL-46	Podlaha PDL1 – podlaha v 1.NP	16	1,30	0,53	NEVYHOVUJE	0,35	NEVYHOVUJE
STR-47	Podlaha PDL2 – strop pod pů- dou	20	0,65	0,53	NEVYHOVUJE	0,35	NEVYHOVUJE
PDL-50	Podlaha PDL3 – podlaha v 1.NP (chodba)	16	1,30	0,53	NEVYHOVUJE	0,35	NEVYHOVUJE
VÝPLŇ OTVORŮ							
VYP-30	Okno 1100x1500	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-31	Okno 1100x1500	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-32	Okno 600x800	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-33	Okno 820x2100	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-34	Okno 2000x1500	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE

VYP-35	Okno 1100x2250	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-36	Okno 600x600	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-37	Okno 1200x1000	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-38	Okno 1500x1500	20	1,20	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-42	Dveře 1350x3470	16	1,20	2,30	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-43	Dveře 900x3070	16	1,20	2,30	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-48	Světelník nad schodištěm	16	4,00	2,00	NEVYHOVUJE	1,20	NEVYHOVUJE

B.1.2 SPECIFIKACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOVY

B.1.2.1 VYTÁPĚNÍ

Každá bytová jednotka má svůj vlastní zdroj tepla. Všechny byty mají nainstalované kondenzační plynové kotle o výkonu 24 kW. Rozvod tepla je v bytech řešen pomocí žebrových radiátorů, které jsou rozmístěny v jednotlivých místnostech.

B.1.2.2 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Stejně jako vytápění, tak i přípravu teplé vody má řešen každý byt individuálně. V koupelnách jsou nainstalovány průtokové ohřivače teplé vody, které jsou napájeny plynovými kotly v bytech.

B.1.2.3 NUCENÉ VĚTRÁNÍ

V celé budově je větrání zajištěno pouze přirozeně bez použití nuceného systému větrání. K výměně vzduchu dochází především otevíráním oken a dveří a infiltrací.

B.1.2.4 CHLAZENÍ

Bytový dům není strojně chlazen a nemá žádný systém strojního chlazení. Nedochází tedy k žádnému strojnímu regulování teplot v letním ani zimním období, a žádný byt nemá nainstalovanou klimatizaci ani jiný systém chlazení. Během letních měsíců si obyvatelé bytů regulují teplotu v bytě pouze pasivně, tedy pomocí žaluzií, záclon či závěsů.

B.1.2.5 ÚPRAVA VLHKOSTI

Úprava vlhkosti v budově je zajištěna občasným větráním okny.

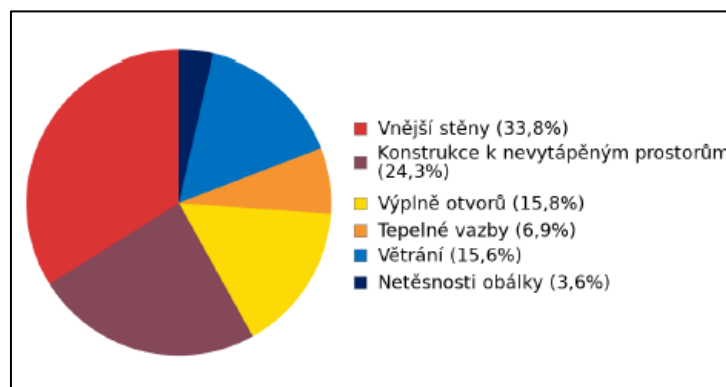
B.1.2.6 OSVĚTLENÍ

Umělé osvětlení je jak v bytech, tak ve společných prostorech řešeno pomocí standardních žárovek.

B.2 ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY – STÁVAJÍCÍ STAV

B.2.1 TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY

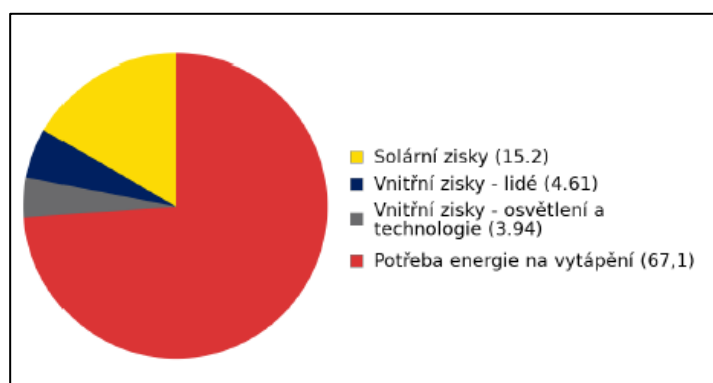
Celkové tepelné ztráty budovy vznikají prostupem tepla přes konstrukce obálky, řízeným větráním a neřízenou infiltrací skrze netěsnosti. Část těchto tepelných ztrát je kompenzovaná využitelnými vnitřními a solárními zisky. Výsledná energetická bilance budovy určuje potřebu tepla na vytápění, kterou je nutné dodat otopnou soustavou.



Graf 1 Bilance ztrát energie

Z grafu je zřejmé, že největší podíl na ztrátách energie mají především vnější stěny, a to 33,8 % z celkové dodané energie. Z celkového hlediska představuje největší ztrátu energie právě prostup tepla obálkou budovy, a to 73,4 MWh/rok, dále pak ztráty větráním 14,2 MWh/rok a ztráty infiltrací 3,31 MWh/rok. Celková ztráta energie budovy je tedy 90,9 MWh/rok.

Abychom zjistili množství požadované energie na vytápění budovy, je nutné od celkových ztrát budovy odečíst využitelné zisky. Solárními zisky získáme 15,2 MWh/rok, vnitřními zisky z osob 4,61 MWh/rok a zisky z osvětlení a technologií pak 3,94 MWh/rok. Celkem tedy využitelnými zisky získáme energii 23,8 MWh/rok.



Graf 2 Bilance potřeby energie na vytápění

Po odečtení využitelných zisků od celkových ztrát energie budovy získáme potřebu energie 70,4 MWh/rok, což představuje potřebu energie na vytápění budovy.

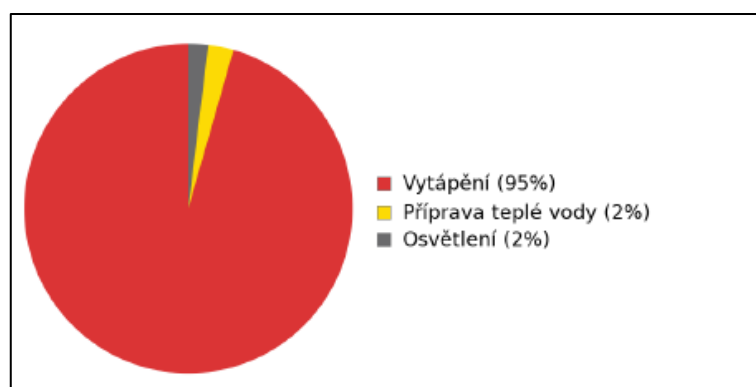
Tabulka 4 Výpočet potřeby energie na vytápění

ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	73.4	Solární zisky	MWh/rok	15.2
Větrání		14.2	Vnitřní zisky - lidé		4.61
Netěsnosti obálky - infiltrace		3.31	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie		3.94
Celkem		90.9	Celkem		23.8
POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ		MWh/rok	67,1	kWh/m².rok	97,1

B.2.2 POTŘEBA ENERGIE PRO JEDNODUCHÉ SYSTÉMY TZB VČETNĚ OSVĚTLENÍ

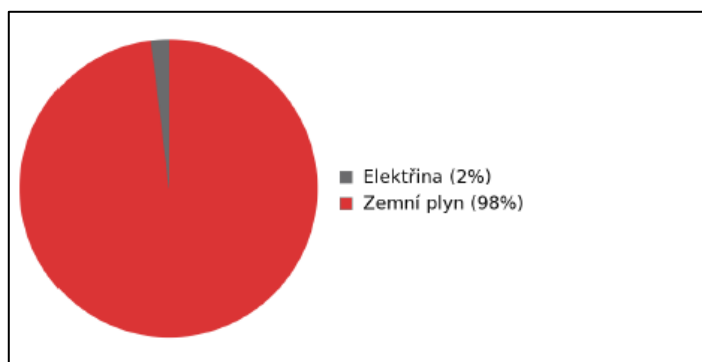
B.2.2.1 ENERGETICKÉ TOKY CELÉHO OBJEKTU

Celková dodaná energie pro budovu v původním stavu je 302,7 MWh/rok. Největší podíl na potřebnou energii má jednoznačně vytápění, a to konkrétně 289,1 MWh/rok. Dále pak energie na přípravu teplé vody je 7,46 MWh/rok a v neposlední řadě potřeba energie na osvětlení vnitřního prostoru budovy 6,21 MWh/rok.



Graf 3 Podíl dodané energie dle účelu

Jelikož je vytápění a příprava teplé vody v budově řešena pomocí plynových kotlů, tedy energonositelem je plyn, je jako primární energie k provozu budovy využíváno 99 % neobnovitelných zdrojů.



Graf 4 Podíl dodané energie dle energonositele

B.2.2.2 POTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ

Největší podíl na potřebě tepla vniká v zimních měsících, kdy je objekt nejvíce vytápěn. Maximálních hodnot dosahuje v lednu, a to 61,3 MWh. Naopak nejmenší, téměř nulová, potřeba je v letních měsících.

B.2.2.3 POTŘEBA ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

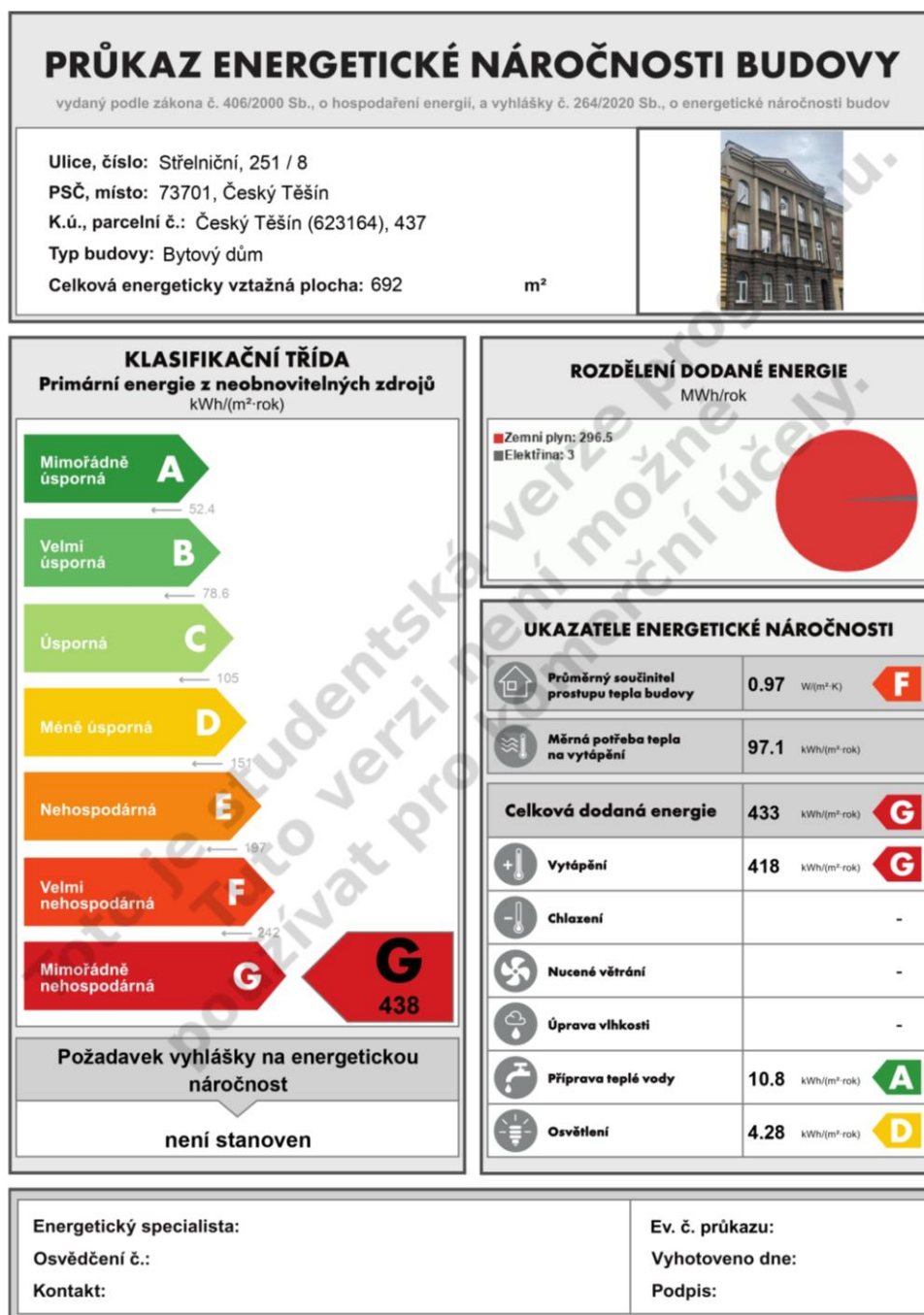
Potřeba energie na přípravu teplé vody je po celý rok konstantní, pohybuje se v rozmezí od 0,57 do 0,63 MWh. Voda je ohřívána lokálně v každé bytové jednotce zvlášť pomocí kondenzačního plynového kotle a průtočného ohřevu.

B.2.2.4 POTŘEBA ENERGIE NA OSVĚTLENÍ

Nejméně energie vyžaduje osvětlení, které se pohybuje v intervalu 0,16-0,34 MWh. Vyšší hodnoty jsou obdobné jako u vytápění v zimním období a létě, kdy jsou dny delší, je logicky potřeba na osvětlení nižší.

B.3 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – STÁVAJÍCÍ STAV

Bytový dům spadá do klasifikační třídy G (mimořádně ne hospodárná) primárně kvůli vysoké spotřebě tepla na vytápění (418 kWh/m². rok, třída G) a celkové dodané energii (433 kWh/m². rok). Dalším podstatným problémem ovlivňující zařazení budovy do třídy G je vysoký průměrný součinitel prostupu tepla (0,97 W/m². K).



GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮKAZU

1

Obrázek 13 Průkaz energetické náročnosti budovy - stávající stav

B.4 NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Aby byla budova méně energeticky náročná, je nutné navrhnout úsporná opatření, díky kterým dojde ke snížení potřebných energií především k vytápění. Hlavními body, na které je potřeba se zaměřit, bude zateplení fasády a podlahy 4. NP, výměna oken a dveří, změna vytápění bytových jednotek a výměna osvětlení.

B.4.1 VARIANTA 1

Cílem této varianty je dosažení klasifikační třídy A. Původní stav obálky budovy byl nevyhovující, jelikož se jedná o památku postavenou na začátku minulého století. Proto bylo navrženo zateplení severní, západní a severozápadní strany. Budova je součástí řadové zástavby, kde se v přiléhajících místech napojení na řešený objekt nachází bytové jednotky. Proto z východní a západní strany v těchto místech nebylo navrženo zateplení. Realizace zateplovacího systému z jižní strany je diskutabilní, protože na dané straně je veřejně přístupný chodník. Pokud by tedy byly zatepleny i tyto stěny, došlo by k zásahu do prostoru veřejné komunikace a zúžil by se prostor pro procházející osoby. Rozhodnutí by záviselo na vyjádření příslušných orgánů, v této variantě zůstanou stěny nezatepleny.

Suterénní stěny vystupující nad rovinu terénu budou zatepleny extrudovaným polystyrenem XPS o tloušťce 160 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/m. K}$.

Ostatní obvodové stěny budou zatepleny minerální vatou o tloušťce 200 mm s $\lambda = 0,039 \text{ W/m. K}$. Stejným materiálem budou zatepleny i stěny ve 4.NP přiléhající k zónám 2 a 4, tloušťka izolace zůstává stejná. Strop nad 3.NP se bude zateplovat v zóně 4, tedy v půdních prostorech. Na stávající skladbu bude přidána minerální vata s $\lambda = 0,039 \text{ W/m. K}$, navíc bude doplněna dřevěným roštem s rozpětím 2 m a šířkou jednotlivých prvků 100 mm. Výška obou nových vrstev bude totožná, tedy 160 mm. Aby byla zachována pochozí plocha, bude skladba doplněna o dřevěný záklop se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,180 \text{ W/m. K}$ o tloušťce 25 mm.

Ostatní podlahové plochy budou ponechány v původním stavu, stejně tak i všechny konstrukce v zóně 1, tedy suterénu. Zateplení podlahy a stěn přiléhajících k zemině by mělo minimální vliv na výpočet PENB, zároveň se jedná o nevytápěnou zónu a došlo by ke snížení světlé výšky, což by zhoršilo pohodlí vlastníků při pohybu v těchto prostorech.

Dále varianta obsahuje také výměnu okenních a dveřních výplní. Okna v budově jsou sice plastová izolační s dvojsklem, nicméně jejich instalace proběhla již před více než 25 lety. Při rekonstrukci by tedy zároveň s revitalizací fasády byla vyměněna všechna okna, aby vlastníci bytů nemuseli v blízké době podstupovat další rekonstrukci v jejich domácnosti. Nová okna budou s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nové dveře, jak 2 v interiéru mezi vytápěnou a nevytápěnou zónou, tak 2 v exteriéru, budou mít součinitel prostupu tepla $U_d = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Světlik nad schodištěm osvětluje celý schodišťový prostor a společné chodby, ale jelikož je pouze z polykarbonátu s kovovou konstrukcí, dochází zde k velkým tepelným prostupům. Proto dojde k jeho výměně za izolační dvojsklo s $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Původní klasické žárovky budou vyměněny za úsporné LED osvětlení.

Vytápění a příprava teplé vody byla původně řešena pomocí plynových kondenzačních kotlů v jednotlivých bytech, tento zdroj bude nahrazen za automatický kotel na peletky. Kotel bude umístěn v suterénu v technické místnosti, napojen na komínové těleso a spolu s ním bude nainstalován i textilní vak o objemu 4000 l. Půdorysné rozměry zásobníku jsou 1500 x 1500 mm a s nastavitelnou výškou 1900-2300 mm. Díky této velikosti bude zajištěn přísun pelet pro kotel bez nutnosti každodenní obsluhy. Aby bylo možné vak plnit, je nutné zajistit přístup do suterénu. Ten bude tvořit okno, které se při dodávce otevře a peletky se tak budou moci nafoukat do zásobníku. Doprava peletek z textilního vaku do kotle bude zajištěn šnekovým dopravníkem. Soustava bude doplněna také akumulčním zásobníkem o objemu 750 l. Podrobné schéma zapojení kotle je v příloze P2.



Obrázek 15 Kotel ATMOS D50P



Obrázek 14 Textilní zásobník na peletky

B.4.2 NÁKLADY NA VARIANTU 1

Náklady stavebních prací a ceny za jednotlivé položky jsou pouze orientační. Pokud by se varianta 1 realizovala, byl by proveden řádný položkový rozpočet dle aktuálních cen na trhu.

Tabulka 5 Ceny materiálů - varianta 1

	Množství		Jednotková cena	Cena (Kč)	
Zateplení suterénního zdiva	16,28	m ²	890	Kč/m ²	14 489
Zateplení stěn	236,3	m ²	1 250	Kč/m ²	295 375
Zateplení podlahy	151,6	m ²	1 060	Kč/m ²	160 696
Výměna oken	66,1	m ²	5 000	Kč/m ²	330 500
Výměna dveří – vnější	2	ks	30 000	ks	60 000
Výměna dveří – vnitřní	2	ks	15 000	ks	30 000
Výměna světlíku	21,2	m ²	10 000	m ²	212 000
Výměna osvětlení	62	ks	500	ks	31 000
Výměna zdroje tepla	1	ks	270 000	Kč	270 000
Celková cena					1 504 060

Tabulka 6 Ceny stavebních prací - varianta 1

	Množství		Jednotková cena	Cena (Kč)	
Zateplení suterénního zdiva	16,28	m ²	550	Kč/m ²	8 954
Zateplení stěn	236,3	m ²	850	Kč/m ²	200 855
Zateplení podlahy	151,6	m ²	610	Kč/m ²	92 476
Výměna oken	66,1	m ²	2 500	Kč/m ²	165 250
Výměna dveří – vnější	2	ks	5 000	ks	10 000
Výměna dveří – vnitřní	2	ks	3 000	ks	6 000
Výměna světlíku	21,2	m ²	5 000	m ²	106 000
Výměna osvětlení	62	ks	500	ks	31 000
Výměna zdroje tepla	1	ks	38 000	Kč	38 000
Celková cena					658 535

B.4.3 VARIANTA 2

Cílem Varianty 2 je navrhnout opatření ke snížení energie za pomoci tepelného čerpadla a fotovoltaických panelů. Aby měl návrh tepelného čerpadla adekvátní přínos, je potřeba kvalitně zateplit obálku budovy. V této variantě bude pro porovnání uvažováno zateplení i obvodové stěny z jižní strany. Tento návrh by musel být odsouhlasen příslušným městským úřadem, stavebním úřadem a dalšími orgány. V tomto případě budu uvažovat případ, kdy tato opatření byla schválena a je možné zateplení na jižní fasádě realizovat.

Obdobně jako u varianty 1, i v této bude provedena výměna výplní stavebních otvorů, zateplení stěn a zateplení stropu mezi vytápěnou a nevytápěnou zónou stejným způsobem.

Výměna klasických žárovek bude stejně jako v předchozí variantě nahrazena LED osvětlením.

Zdrojem vytápění a ohřevu teplé vody bude v tomto případě tepelné čerpadlo vzduch-voda, které bude nainstalováno ze severní strany objektu na terénu, tedy monoblok. Vhodným čerpadlem pro řešenou budovu je tepelné čerpadlo NIBE S2125-20 se systémem vzduch/voda v kombinaci s vnitřním řídicím modulem NIBE SMO S40. Tepelné čerpadlo využívá energii z okolního vzduchu k vytápění a ohřevu vody. Řídicí modul bude sloužit jako bivalentní zdroj při nutnosti pokrytí energie při výrazně nízkých teplotách, kdy tepelné čerpadlo nedokáže pokrýt potřebu tepla. Pokrytí čerpadlem bude přibližně 94% a zbylých 6% potřeby bude pokrývat řídicí modul s elektrokotlem.

Přípravu teplé vody zároveň doplní 20 fotovoltaických panelů Jinko Solar 430 Wp umístěných na střeše budovy. Panely budou orientovány na jih, kde budou uloženy ve 2 řadách u hřebene střechy. Celkově budou panely pokrývat 36,163 m².



Obrázek 17 Tepelné čerpadlo NIBE S2125-20



Obrázek 16 Fotovoltaický panel Jinko Solar 430 Wp

B.4.4 NÁKLADY NA VARIANTU 2

Náklady stavebních prací a ceny za jednotlivé položky jsou pouze orientační. Pokud by se varianta 2 realizovala, byl by proveden řádný položkový rozpočet dle aktuálních cen na trhu.

Tabulka 7 Ceny materiálů - varianta 2

	Množství		Jednotková cena	Cena (Kč)	
Zateplení suterénního zdiva	16,28	m ²	890	Kč/m ²	14 489
Zateplení stěn	236,3	m ²	1 250	Kč/m ²	295 375
Zateplení podlahy	151,6	m ²	1 060	Kč/m ²	160 696
Výměna oken	66,1	m ²	5 000	Kč/m ²	330 500
Výměna dveří – vnější	2	ks	30 000	ks	60 000
Výměna dveří – vnitřní	2	ks	15 000	ks	30 000
Výměna světlíku	21,2	m ²	10 000	m ²	212 000
Výměna osvětlení	62	ks	500	ks	31 000
Výměna zdroje tepla	1	ks	425 000	Kč	425 000
Fotovoltaické panely	20	ks	2 000	Kč/ks	40 000
Celková cena					1 599 060

Tabulka 8 Ceny stavebních prací - varianta 2

	Množství		Jednotková cena	Cena (Kč)	
Zateplení suterénního zdiva	16,28	m ²	550	Kč/m ²	8 954
Zateplení stěn	236,3	m ²	850	Kč/m ²	200 855
Zateplení podlahy	151,6	m ²	610	Kč/m ²	92 476
Výměna oken	66,1	m ²	2 500	Kč/m ²	165 250
Výměna dveří – vnější	2	ks	5 000	ks	10 000
Výměna dveří – vnitřní	2	ks	3 000	ks	6 000
Výměna světlíku	21,2	m ²	5 000	m ²	106 000
Výměna osvětlení	62	ks	500	ks	31 000
Výměna zdroje tepla	1	ks	53 000	Kč	53 000
Montáž fotovoltaických panelů	1	ks	300 000	Kč	300 000
Celková cena					973 535

B.5 ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTŘEB A TOKŮ BUDOVY PRO NAVRŽENÁ OPATŘENÍ

B.5.1 SPECIFIKACE ŘEŠENÍ A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ

B.5.1.1 ROZDĚLENÍ OBJEKTŮ DO ZÓN

Dělení objektu do zón zůstává stejné, nedochází k žádné změně vůči původnímu stavu.

B.5.1.2 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ

Zateplením konstrukcí se změnila součinitele prostupu tepla. Nově vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 9 a 10. Pro porovnání bylo u varianty 2 navrženo zateplení i jižní fasády.

U konstrukcí, které nebyly zateplený, zůstává součinitel U stejný. Tyto konstrukce by neměly výrazný vliv na výsledky v PENB, jsou příliš ekonomicky náročné na rekonstrukci nebo nejsou technicky proveditelné.

Tabulka 9 Porovnání součinitelů prostupu tepla - varianta 1

Ozn.	Název	Navrho- vaná vnitřní teplota zóny	Součinitel prostupu tepla konstrukce				
			Vypočtený součinitel prostupu tepla U	Požado- vaný sou- činitel pro- stupu tepla U _N	Posouzení	Doporu- čený souči- nitel pro- stupu tepla U _{rec}	Posouzení
OBVODOVÉ STĚNY							
STN-11	Stěna S3a – se- ver 600	16	0,17	0,40	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-12	Stěna S3b – jih 800	16	0,89	0,40	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-15	Stěna S5a – se- ver 600	20	0,17	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-16	Stěna S5b – se- ver 800	20	0,16	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-17	Stěna S5c- jih 600	20	1,1	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-18	Stěna S5d – jih 800	20	0,89	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-19	Stěna S5e – zá- pad 600	20	0,17	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-20	Stěna S5f – se- verozápad 600	20	0,17	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM							
STN-13	Stěna S4a - 600	16	0,16	0,40	VYHOVUJE	0,27	VYHOVUJE
STN-14	Stěna S4b – 300	16	0,17	0,40	VYHOVUJE	0,27	VYHOVUJE
VYP-44	Dveře D3 – 800x1970	16	2,5	4,00	VYHOVUJE	3,10	VYHOVUJE

PDL-46	Podlaha PDL1 – podlaha v 1.NP	16	1,3	0,53	NEVYHOVUJE	0,35	NEVYHOVUJE
STR-47	Podlaha PDL2 – strop pod půdou	20	0,17	0,53	VYHOVUJE	0,35	VYHOVUJE
PDL-50	Podlaha PDL3 – podlaha v 1.NP (chodba)	16	1,3	0,53	NEVYHOVUJE	0,35	NEVYHOVUJE
VÝPLNĚ OTVORŮ							
VYP-30	Okno 1100x1500	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-31	Okno 1100x1500	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-32	Okno 600x800	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-33	Okno 820x2100	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-34	Okno 2000x1500	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-35	Okno 1100x2250	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-36	Okno 600x600	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-37	Okno 1200x1000	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-38	Okno 1500x1500	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-42	Dveře 1350x3470	16	1,0	2,30	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-43	Dveře 900x3070	16	1,0	2,30	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-48	Světlík nad schodištěm	16	1,2	2,00	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE

Tabulka 10 Porovnání součinitelů prostupu tepla - varianta 2

Tabulka 16: Vypočtený součinitel prostupu tepla – varianta 2							
Ozn.	Název	Navrho- vaná vnitřní teplota zóny	Součinitel prostupu tepla konstrukce				
			Vypočtený součinitel prostupu tepla U	Požado- vaný sou- činitel pro- stupu tepla U _N	Posouzení	Doporu- čený souči- nitel pro- stupu tepla U _{rec}	Posouzení
OBVODOVÉ STĚNY							
STN-11	Stěna S3a – se- ver 600	16	0,17	0,40	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-12	Stěna S3b – jih 800	16	0,89	0,40	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-15	Stěna S5a – se- ver 600	20	0,17	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-16	Stěna S5b – se- ver 800	20	0,16	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE

STN-17	Stěna S5c- jih 600	20	1,1	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-18	Stěna S5d – jih 800	20	0,89	0,30	NEVYHOVUJE	0,25	NEVYHOVUJE
STN-19	Stěna S5e – západ 600	20	0,17	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
STN-20	Stěna S5f – severozápad 600	20	0,17	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM							
STN-13	Stěna S4a - 600	16	0,16	0,40	VYHOVUJE	0,27	VYHOVUJE
STN-14	Stěna S4b – 300	16	0,17	0,40	VYHOVUJE	0,27	VYHOVUJE
VYP-44	Dveře D3 – 800x1970	16	2,5	4,00	VYHOVUJE	3,10	VYHOVUJE
PDL-46	Podlaha PDL1 – podlaha v 1.NP	16	1,3	0,40	NEVYHOVUJE	0,35	NEVYHOVUJE
STR-47	Podlaha PDL2 – strop pod půdou	20	0,17	0,30	VYHOVUJE	0,35	VYHOVUJE
PDL-50	Podlaha PDL3 – podlaha v 1.NP (chodba)	16	1,3	0,40	NEVYHOVUJE	0,35	NEVYHOVUJE
VÝPLNĚ OTVORŮ							
VYP-30	Okno 1100x1500	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-31	Okno 1100x1500	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-32	Okno 600x800	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-33	Okno 820x2100	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-34	Okno 2000x1500	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-35	Okno 1100x2250	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-36	Okno 600x600	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-37	Okno 1200x1000	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-38	Okno 1500x1500	20	0,8	1,50	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-42	Dveře 1350x3470	16	1,0	2,30	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-43	Dveře 900x3070	16	1,0	2,30	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE
VYP-48	Světlík nad schodištěm	16	1,2	2,00	VYHOVUJE	1,20	VYHOVUJE

B.6 SPECIFIKACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOVY

B.6.1 VYTÁPĚNÍ

- **VARIANTA 1:** Místo původních 6 plynových kotlů je v suterénu instalován kotel na peletky se šnekovým podavačem.
- **VARIANTA 2:** Nově navrženým zdrojem tepla je tepelné čerpadlo NIBE 2125-20 vzduch/voda s vnitřní řídicí jednotkou NIBE SMO 40 o výkonu 20 kW.

B.6.2 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

- **VARIANTA 1:** Místo původních 6 plynových kotlů je v suterénu instalován kotel na peletky se šnekovým podavačem
- **VARIANTA 2:** Nově navrženým zdrojem ohřevu teplé je tepelné čerpadlo NIBE 2125-20 vzduch/voda s vnitřní řídicí jednotkou NIBE SMO 40 o výkonu 20 kW. To je doplněno o 20 ks fotovoltaických panelů.

B.6.3 NUCENÉ VĚTRÁNÍ

V celé budově je větrání i nadále zajištěno pouze přirozeně bez použití nuceného systému větrání. K výměně vzduchu dochází především otevíráním oken a dveří a infiltrací.

B.6.4 CHLAZENÍ

Bytový dům není strojně chlazen a nemá žádný systém strojního chlazení. Nedochází tedy k žádnému strojnímu regulování teplot v letním ani zimním období, a žádný byt nemá nainstalovanou klimatizaci ani jiný systém chlazení. Během letních měsíců si obyvatelé bytů regulují teplotu v bytě pouze pasivně, tedy pomocí žaluzií, záclon či závěsů.

B.6.5 ÚPRAVA VLHKOSTI

Úprava vlhkosti v budově zůstane nezměněna, je zajištěna občasným větráním okny.

B.6.6 OSVĚTLENÍ

V obou případech budou klasické žárovky nahrazeny úspornějším LED osvětlením.

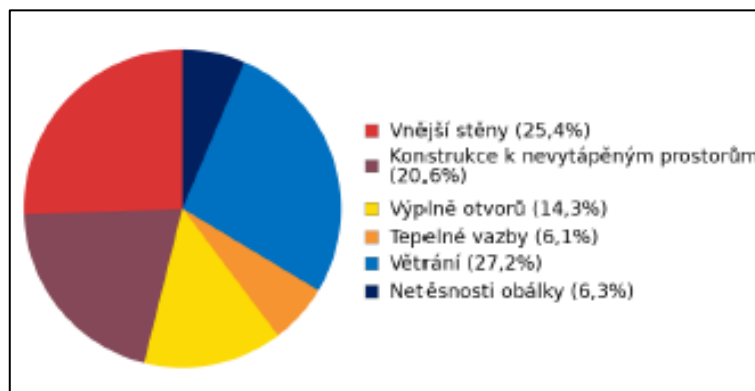
B.7 ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY

B.7.1 TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY

Celkové tepelné ztráty budovy budou v tomto případě odlišné, a to kvůli zateplení jižní fasády ve variantě 2.

B.7.1.1 VARIANTA 1

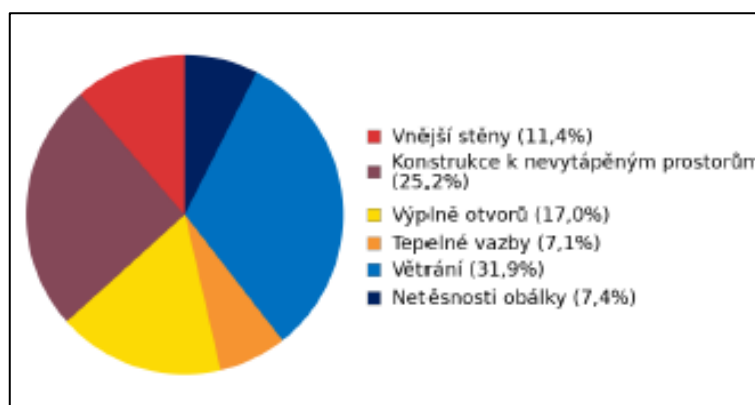
Varianta 1 obsahuje zateplení stěn ze severní, západní a severozápadní strany, dále pak zateplení stropu mezi zónami bytů a nevytápěné půdy a výměnu okenních a dveřních výplní. Rekonstrukce těchto konstrukcí mající vliv na obálku budovy přispěly ke snížení prostupu tepla obálkou budovy. Ve stávajícím stavu činí tyto ztráty 73,4 MWh/rok, při výše zmíněných opatřeních se hodnoty sníží na 33,7 MWh/rok, tedy o více než polovinu.



Graf 5 Balance ztrát energie - varianta 1

B.7.1.2 VARIANTA 2

Včetně všech opatření zrealizovaných ve variantě 1 je zde navíc zateplena jižní fasáda. Její skutečná realizace by byla přípustná pouze se schválením od městského a stavebního úřadu, pro porovnání budeme uvažovat, že tato stavba povolena byla. V takovém případě by ztráty energie prostupem obálky budovy činily 26,1 MWh/rok. Ve srovnání s variantou 1 tedy dojde o snížení o 7,6 MWh/rok. V obou variantách zároveň dojde k mírnému zmenšení ztrát větráním a infiltrací, a to díky výměně oken a dveří.



Graf 6 Balance ztrát energie - varianta 2

B.7.2 POTŘEBA ENERGIE PRO JEDNODUCHÉ SYSTÉMY TZB VČETNĚ OSVĚTLENÍ

B.7.2.1 ENERGETICKÉ TOKY CELÉHO OBJEKTU

Ve srovnání se stávajícím stavem dojde v obou variantách k úspoře celkové dodané energie. Největší množství energie i nadále připadá na vytápění.

Tabulka 11 Srovnání potřeb energie

	Vytápění (MWh/rok)	Příprava TV (MWh/rok)	Osvětlení (MWh/rok)	Celkem (MWh/rok)
Stávající stav	289,1	7,46	2,96	299,5
Varianta 1	166,8	10,2	1,78	178,8
Varianta 2	140,6	9,37	1,78	151,8

B.7.2.2 POTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ

Ve stávajícím stavu je spotřeba energie na vytápění 289,1 MWh/rok. V obou navržených variantách se stále jedná o nejrozsáhlejší položku dodané energie, ale její množství se výrazně zmenšilo. Varianta 1, kotel na peletky, ušetří 42% dodané energie a varianta 2, tedy tepelné čerpadlo, dokonce až 51 %. Lze tedy říci, že obě navržené varianty sníží potřebu energie na vytápění zhruba na polovinu.

B.7.2.3 POTŘEBA ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

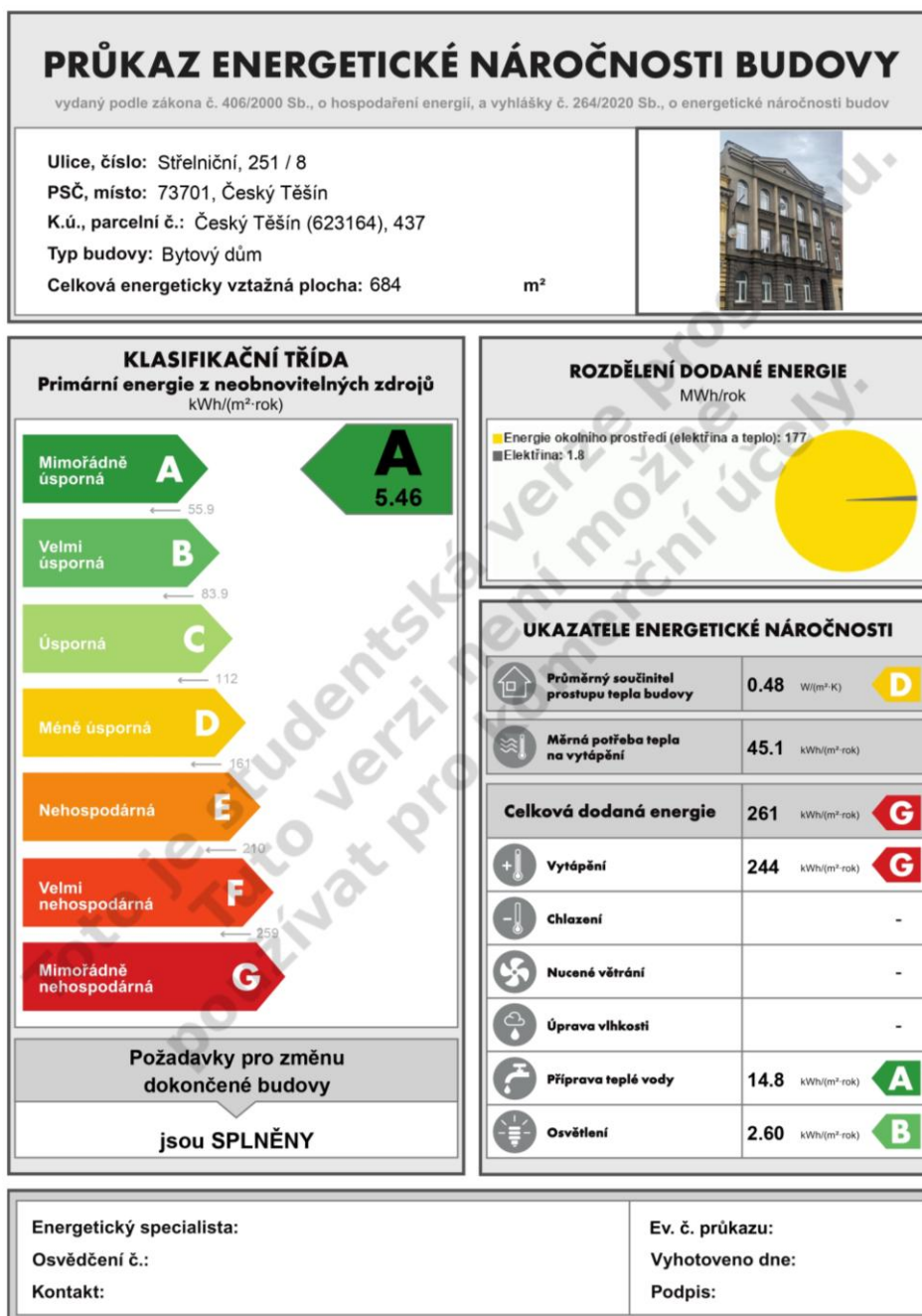
Ve stávajícím stavu je příprava teplé vody ze všech 3 variant nejméně energeticky náročná. Ostatní hodnoty se od sebe ovšem neliší nijak závratně, průměrně se pohybují kolem 10 MWh/rok).

B.7.2.4 POTŘEBA ENERGIE NA OSVĚTLENÍ

Ve stávajícím stavu byly v budově nainstalovány standardní žárovky. V obou navržených variantách byly tyto žárovky nahrazeny za úsporné LED osvětlení. Potřeba na osvětlení netvořila v celkových potřebách energie převratnou sumu, ale i přesto se snížila z původních 2,96 MWh/rok na téměř poloviční hodnotu 1,78 MWh/rok.

B.8 PRŮKAZY ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY PRO NAVRŽENÁ OPATŘENÍ

B.8.1.1 VARIANTA 1



GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮKAZU

1

Obrázek 18 Průkaz energetické náročnosti budovy - varianta 1

B.8.1.2 VARIANTA 2

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Střelníční, 251 / 8
PSČ, místo: 73701, Český Těšín
K.ú., parcelní č.: Český Těšín (623164), 437
Typ budovy: Bytový dům
Celková energeticky vztažná plocha: 684 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů kWh/(m²·rok)

Mimořádně úsporná	A	56.2
Velmi úsporná	B	84.3
Úsporná	C	112
Méně úsporná	D	162
Nehospodárná	E	211
Velmi nehospodárná	F	260
Mimořádně nehospodárná	G	

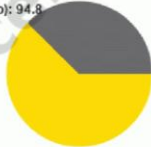
E 172

Požadavky pro změnu dokončené budovy
jsou **SPLNĚNY**

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ Energie okolního prostředí (elektrina a teplo): 94.8
■ Elektrina: 56.9



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.38 W/(m ² ·K)	C
Měrná potřeba tepla na vytápění	35.2 kWh/(m ² ·rok)	
Celková dodaná energie	222 kWh/(m ² ·rok)	G
Vytápění	205 kWh/(m ² ·rok)	G
Chlazení	-	
Nucené větrání	-	
Úprava vlhkosti	-	
Příprava teplé vody	13.7 kWh/(m ² ·rok)	A
Osvětlení	2.60 kWh/(m ² ·rok)	B

Energetický specialista:
Osvědčení č.:
Kontakt:

Ev. č. průkazu:
Vyhотовeno dne:
Podpis:

GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮKAZU

1

Obrázek 19 Průkaz energetické náročnosti budovy - varianta 2

B.9 EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT

B.9.1 POROVNÁNÍ VSTUPNÍCH NÁKLADŮ

Obě varianty byly přibližně vyčísleny, zvláště za cenu materiálů a zvláště za cenu prací. V ceně materiálů jsou zahrnuta daná opatření (např. zateplení obvodových stěn – minerální vlna) spolu s doplňkovým materiálem (u zateplení např. kotvící prvky) a v ceně stavebních prací i několik profesí (např. fotovoltaické panely – projektová dokumentace, montáž, revize, elektroinstalace).

Tabulka 12 Porovnání vstupních nákladů

	Cena materiálů (Kč)	Cena stavebních prací (Kč)	Cena celkem (Kč)
Varianta 1	1 504 060	658 535	2 162 595
Varianta 2	1 599 060	973 535	2 572 595

B.9.2 POROVNÁNÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

Pro porovnání provozních nákladů jsem si zvolila variantu 1, výměnu tepelného zdroje za kotel na peletky. Ta bude srovnána s aktuálním způsobem provozu budovy.

B.9.2.1 STÁVAJÍCÍ STAV

Pokud chceme zjistit, jaké jsou provozní základy stávající budovy, musíme z protokolu PENB vzít roční spotřebu plynu. K výpočtu pak také budeme potřebovat cenu za plyn a elektřinu, roční sumy za plynoměry a jističe a v neposlední řadě se započítává i servisní prohlídka, která se provádí jednou ročně. Náklady na provoz stávajícího vztahu zjistíme tak, že roční potřebu energie vynásobíme příslušným energonositelem a k tomu připočítáme uvedené roční poplatky vynásobené počtem bytů. Cenu plynu budeme v tomto případě uvažovat 2,5 Kč/. Výpočet provedeme následovně:

Roční spotřeba energie (plyn) 289,1 MWh/rok

Cena plynu 2,5 Kč/kWh

Suma za plynoměr 2 400 Kč/rok

Suma za jistič 2 000 Kč/rok

Roční servisní prohlídka kotle + revize komína 2 500 Kč/rok

$$N = 289\,100 \times 2,5 + 6 \times (2\,400 + 2\,000 + 2\,500) = 764\,150 \text{ Kč}$$

Po provedení výpočtu tedy získáme částku 764 150 Kč, což představuje náklady na vytápění ve stávajícím stavu budovy.

B.9.2.2 VARIANTA 1

Při výpočtu provozních nákladů se vychází z roční dodané energie, výhřevnosti pelet, účinnosti kotle a ceny pelet. Celková dodaná energie je 166,8 MWh/rok, výhřevnost pelet se pohybuje okolo 17 MJ/kg, což odpovídá zhruba 4,7 kWh/kg. Účinnost zvoleného kotle je 92 % a cenu pelet budu v tomto případě uvažovat 9 Kč.

Roční dodaná energie	166,8 MWh/rok
----------------------	---------------

Účinnost zdroje	92 %
-----------------	------

Výhřevnost pelet	4,7 kWh/kg
------------------	------------

Spotřebu pelet poté určíme z následujícího vzorce:

$$S = 166\,800 / (0,92 \times 4,7) = 38\,575 \text{ kg} \Rightarrow 38,6 \text{ t}$$

Potřebné množství pak přenásobíme cenou pelet, kterou budeme uvažovat 9 000Kč/t.

$$N = 38,6 \times 9\,000 = 347\,400 \text{ Kč}$$

Celkové náklady na roční provoz jsou tedy 347 400 Kč ročně.

B.9.3 NÁVRATNOST INVESTICE

Pokud by byla varianta 1 zrealizována, návratnost zjistíme následujícím výpočtem:

Aktuální provozní náklady:	764 150 Kč/rok
----------------------------	----------------

Náklady na provoz kotle na peletky:	347 400 Kč/rok
-------------------------------------	----------------

Roční úspora:	$764\,150 - 347\,400 = 416\,750 \text{ Kč}$
---------------	---

Náklady na pořízení kotle na peletky:	2 162 595 Kč
---------------------------------------	--------------

Návratnost:	$2\,162\,595 / 416\,750 = 5,2 \text{ roku}$
-------------	---

V této variantě nebylo uvažováno s žádnými dotacemi. Životnost TZB systémů se uvažuje 15 let, tedy za necelých 6 let bude investice zaplacená a dalších 9 let bude šetřit energie i finance vlastníků.

B.10 VYHODNOCENÍ

I přes navržení v dnešní době velmi oblíbeného a populárního čerpadla vzduch-voda, je v tomto případě lepší volbou umístit do budovy kotel na peletky. Jeho náklady na pořízení jsou menší než při pořízení tepelného čerpadla, přibližně o 410 000 Kč. Náklady na provoz byly spočítány pouze pro stávající stav a variantu 1, protože podle vyhlášky č. 264/2020 Sb. §6 při větší změně dokončené stavby je nutné se při rekonstrukci bytového domu, který je ve třídě G, dostat minimálně do třídy C. Z tohoto důvodu nebyly provedeny další bližší výpočty k variantě 2, protože by nesplnily vyhlášku a tedy by ani nemohla být zrealizována. Tepelné čerpadlo tedy není schopno dosáhnout lepší třídy než E, i když bylo navrženo v kombinaci s fotovoltaickými panely.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BYTOVÉHO DOMU

ENERGY ASSESSMENT OF A RESIDENTIAL BUILDING

C- PENB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tereza Mojová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

BRNO 2026

C PROJEKT – PENB

C.1 STÁVAJÍCÍ STAV

Průkaz energetické náročnosti budovy stávajícího stavu je v příloze P3.

C.2 NAVRŽENÁ OPATŘENÍ – VARIANTA 1

Průkaz energetické náročnosti budovy pro variantu 1 je v příloze P4.

C.3 NAVRŽENÁ OPATŘENÍ – VARIANTA 2

Průkaz energetické náročnosti budovy pro variantu 1 je v příloze P5.

D ZÁVĚR

V teoretické části jsem se věnovala základním pojmům spojeným s energetickou náročností budov. Poté jsem popsala jednotlivé dotační programy a vypsala požadavky na jejich čerpání.

Ve výpočtové části jsem analyzovala budovu. Budova byla rozdělena do zón podle způsobu užívání a určena jejich velikost. Dále jsem popsala stavebně konstrukční řešení, stanovila součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce a specifikovala energetické systémy budovy. Z těchto vstupních informací jsem provedla energetické posouzení stávajícího stavu budovy. Tento posudek vyšel do klasifikační třídy G, proto jsem navrhla dvě varianty na snížení potřeby energie. V obou variantách jsem uvažovala zateplení obvodových stěn a stěn mezi vytápěnou chodbou a nevytápěnou půdou, zateplení stropu mezi vytápěnými byty a nevytápěnou půdou, výměnu oken, dveří a střešního světlíku v chodbě a výměnu osvětlení za úspornější LED světla. V jedné variantě jsem pak navrhla kotel na peletky, v druhé tepelné čerpadlo v kombinaci s fotovoltaickými panely. Následně jsem obě varianty vyhodnotila a porovнала.

Do poslední části jsem vložila tři průkazy PENB – jeden pro stávající stav a další dva pro navržené úsporné varianty. Díky navrženým opatřením se podařilo dostat budovu z původní klasifikační třídy G (mimořádně nevhodná) do kategorie A (mimořádně úsporná).

E POUŽITÉ ZDROJE

- [1] *Energetická náročnost budov*. Praha: CZ Biom - České sdružení pro biomasu, [2007] [cit. 2026-05-29]. Knihovna pro šetrné budovy a obnovitelné zdroje energie. Dostupné z: https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/energeticka_narocnost_budov.pdf
- [2] Co znamená energetická náročnost. *EPrůkaz.cz* [online]. Praha: oekoplan Czech Republic [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://www.eprukaz.cz/poradna/pojmy-z-oblasti-penb/energeticka-narocnost/>
- [3] Energetický štítek domu. *PANFITINKA.CZ* [online]. Olomouc: panfitinka.cz, 9. 11. 2016 [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://www.panfitinka.cz/post/energeticky-stitek-domu-penb>
- [4] ČESKO. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Energetický audit a posudek. *Mpo.gov.cz* [online]. 19. 1. 2021 [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://mpo.gov.cz/cz/energetika/uspory-energie/uspory-v-praxi/energeticky-audit-a-posudek/energeticky-audit-a-posudek--277420/>
- [5] ČESKO. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Ing. Jan Škoda. *Mpo-enex.cz: Seznam energetických specialistů* [online]. [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://www.mpo-enex.cz/experti/ExpertList.aspx?idSpec=1559>
- [6] Energetická náročnost budov – definice pojmů. *TZB-info* [online]. Topinfo [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/239-energeticka-narocnost-budov-definice-pojmu>
- [7] Energetický audit. *Ddenergo.cz* [online]. Brno: DD ENERGO [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://www.ddenergo.cz/sluzby/energeticky-audit/>
- [8] Obálka budovy. *Slovník – Sdružení EPS ČR* [online]. Praha: Sdružení EPS ČR [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://epscr.cz/slovník/obalka-budovy/>
- [9] Obálka budovy. *eProjektant: Slovník pojmů* [online]. [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://www.e-projektant.eu/spovnik-pojmu/obalka-budovy>
- [10] TYWONIAK, Jan. Metodika hodnocení nízkoenergetických rodinných domů. *TZB-info* [online]. Topinfo, 22. 9. 2008 [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/5088-metodika-hodnoceni-nizkoenergetickych-rodinnych-domu>
- [11] *PENB.cz* [online]. Železný Brod: Milan Kaska [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://penb.cz/>

- [12] ČESKO. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Průkaz energetické náročnosti budov. *Mpo.gov.cz* [online]. [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://mpo.gov.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/prukaz-energeticke-narocnosti-budov/prukaz-energeticke-narocnosti-budov--119528/>
- [13] Jak číst energetický průkaz. *Budovyprukaz.cz* [online]. [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://budovyprukaz.cz/energeticky-stitek/jak-cist-prukaz/>
- [14] ČESKO. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Průkaz energetické náročnosti budovy. *Mpo.gov.cz* [online]. 19. 1. 2021 [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://mpo.gov.cz/cz/energetika/uspory-energie/uspory-v-praxi/prukaz-energeticke-narocnosti-budov/prukaz-energeticke-narocnosti-budovy--277417/>
- [15] Modul HODINOVÝ VÝPOČET. *DEKSOFT* [online]. Praha: DEKPROJEKT [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/programy/energetika/hodinovy-vypocet>
- [16] Co je PENB a k čemu slouží?. *Pubec.cz* [online]. Plzeň: PUBEC, 29. 11. 2021 [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://www.pubec.cz/blog/clanek/co-je-penb-a-k-cemu-slouzi>
- [17] ČESKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Základní informace. *Nová zelená úsporám* [online]. Praha: Státní fond životního prostředí ČR [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/zakladni-informace/>
- [18] Dotace Nová zelená úsporám. *PENB.cz* [online]. Železný Brod: Milan Kaska [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://penb.cz/dotace-nova-zelena-usporam/>
- [19] ČESKO. STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Nová zelená úsporám. *Sfzp.cz* [online]. [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://sfzp.gov.cz/dotace-a-pujcky/nova-zelena-usporam/>
- [20] ČESKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Jak na to v NZÚ Light. *Nová zelená úsporám* [online]. Praha: Státní fond životního prostředí ČR, 3. 6. 2024 [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/jak-na-to/jak-na-to-v-nzu-light/>
- [21] ČESKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Oprav dům po babičce. *Nová zelená úsporám* [online]. Praha: Státní fond životního prostředí ČR [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/oprav-dum/>
- [22] Operační program Životní prostředí. *ePrůkaz.cz: Poradna* [online]. Brno: INKAPO [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://www.eprukaz.cz/poradna/pojmy-z-oblasti-penb/operacni-program-zivotni-prostredi/>
- [23] ČESKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Operační program Životní prostředí* [online]. Praha: Státní fond životního prostředí ČR [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://opzp.cz/>

- [24] ČESKO. STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Výzva RES+ č. 4/2022 – Komunální FVE pro větší obce (energetická společenství). *Sfzp.cz* [online]. 17. 8. 2022 [cit. 2026-05-29]. Dostupné z: <https://sfzp.gov.cz/dotace-a-pujcky/modernizacni-fund/vyzvy/detail-vyzvy/?id=47>

F SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

TZB	Technická zařízení budov
VZT	Vzduchotechnika
FT	Fotovoltaika
ČR	Česká republika
PENB	Průkaz energetické náročnosti budov
SFPI	Úsporné bytové domy
OSN	Organizace spojených národů
CZT	Centralizované zásobování teplem
NZÚ	Nová zelená úsporám
OPŽP	Operační program Životní prostředí
FS	Fondu soudržnosti
EFRR	Evropského fondu pro regionální rozvoj
PP	Podzemní podlaží
NP	Nadzemní podlaží
ŽB	Železobeton
XPS	Extrudovaný polyester
LED	Light-Emitting Diode = elektroluminiscenční dioda
ČSN	České technické normy
např.	například
tzv.	takzvaně
č.	číslo
tj.	to je

G SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek 1 Třída energetické náročnosti budovy [3]	14
Obrázek 2 Hranice obálky budovy [10]	15
Obrázek 3 Písemná část PENB [15]	17
Obrázek 4 Grafická část PENB [16]	17
Obrázek 5 Posuzovaný objekt - jižní pohled	22
Obrázek 6 Posuzovaný objekt - severní pohled	22
Obrázek 7 Katastrální mapa Český Těšín	23
Obrázek 8 Půdorys 1.NP zónování	24
Obrázek 9 Půdorys 1.PP zónování	24
Obrázek 10 Půdorys 3.NP zónování	25
Obrázek 11 Půdorys 2.NP zónování	25
Obrázek 12 Půdorys 4.NP zónování	26
Obrázek 13 Průkaz energetické náročnosti budovy - stávající stav	32
Obrázek 14 Textilní zásobník na peletky	34
Obrázek 15 Kotel ATMOS D50P	34
Obrázek 16 Fotovoltaický panel Jinko Solar 430 Wp	36
Obrázek 17 Tepelné čerpadlo NIBE S2150-20	36
Obrázek 18 Průkaz energetické náročnosti budovy - varianta 1	44
Obrázek 19 Průkaz energetické náročnosti budovy - varianta 2	45

Tabulky

Tabulka 1 Struktura písemné části	16
Tabulka 2 Rozdělení objektu do zón	23
Tabulka 3 Porovnání součinitelů tepla - stávající stav	27
Tabulka 4 Výpočet potřeby energie na vytápění	30
Tabulka 5 Ceny materiálů - varianta 1	35
Tabulka 6 Ceny stavebních prací - varianta 1	35
Tabulka 7 Ceny materiálů - varianta 2	37
Tabulka 8 Ceny stavebních prací - varianta 2	37
Tabulka 9 Porovnání součinitelů prostupu tepla - varianta 1	38
Tabulka 10 Porovnání součinitelů prostupu tepla - varianta 2	39
Tabulka 11 Srovnání potřeb energie	43
Tabulka 12 Porovnání vstupních nákladů	46

Grafy

Graf 1 Bilance ztrát energie	29
Graf 2 Bilance potřeby energie na vytápění	29
Graf 3 Podíl dodané energie dle účelu	30
Graf 4 Podíl dodané energie dle energonositele	31

Graf 5 Bilance ztrát energie - varianta 1	42
Graf 6 Bilance ztrát energie - varianta 2	42

PŘÍLOHY

P1 SKLADBY KONSTRUKCÍ

P2 SCHÉMA ZAPOJENÍ KOTLE NA PELETKY

P3 PENB STÁVAJÍCÍ STAV

P4 PENB VARIANTA 1

P5 PENB VARIANTA 2

P6 VÝKRESY STÁVAJÍCÍHO STAVU

P6.01 PŮDORYS 1.PP – STÁVAJÍCÍ STAV

P6.02 PŮDORYS 1.NP – STÁVAJÍCÍ STAV

P6.03 PŮDORYS 2.PP – STÁVAJÍCÍ STAV

P6.04 PŮDORYS 3.PP – STÁVAJÍCÍ STAV

P6.05 PŮDORYS 4.PP – STÁVAJÍCÍ STAV

P6.06 ŘEZ A-A – STÁVAJÍCÍ STAV

P6.07 POHLEDY – PŮVODNÍ STAV

P7 VÝKRESY NAVRHOVANÉHO STAVU

P7.01 PŮDORYS 1.PP – NAVRHOVANÝ STAV

P7.02 PŮDORYS 1.NP – NAVRHOVANÝ STAV

P7.03 PŮDORYS 2.PP – NAVRHOVANÝ STAV

P7.04 PŮDORYS 3.PP – NAVRHOVANÝ STAV

P7.05 PŮDORYS 4.PP – NAVRHOVANÝ STAV

P7.06 ŘEZ A-A – NAVRHOVANÝ STAV

P7.07 POHLEDY – NAVRHOVANÝ STAV

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VYSOKOŠKOLSKÉ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 29. 5. 2026

podpis autora