

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB



**ENERGETICKY EFEKTIVNÍ RENOVACE MĚSTSKÉHO
BYTOVÉHO DOMU V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ENERGY-EFFICIENT RENOVATION OF A RESIDENTIAL HOUSE
IN ČESKÉ BUDĚJOVICE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce:

Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.

Autor práce:

Ing. arch. Barbora Drahorádová

2019



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Drahorádová</u>	Jméno: <u>Barbora</u>	Osobní číslo: <u>412713</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra konstrukcí pozemních staveb K124</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Energeticky efektivní renovace městského bytového domu v Českých Budějovicích


Název diplomové práce anglicky: Energy-efficient renovation of a residential house in České Budějovice


Pokyny pro vypracování:
Práce se bude zabývat návrhem renovace obytného domu na základě zadané architektonické koncepce dispozičních a hmotových úprav. Bude provedeno posouzení energetické náročnosti budovy, ve variantách budou navržena vhodná opatření pro energeticky úspornou renovaci z hlediska tepelně-technických a vlhkostních parametrů stavebních konstrukcí, energetických zdrojů, nakládání s energiemi a koncepce TZB - zejména vytápění a větrání. Varianty opatření budou porovnávány dle dosažené kvality vnitřního prostředí, energetických úspor a nákladů na realizaci opatření a provoz.
Bude vyhodnocena možnost získání prostředků z dotačního programu.

Seznam doporučené literatury:
Gabriel, Ingo - Ladener, Heinz: Od staré stavby k nízkoenergetickému a pasivnímu domu
Tywoniak, Jan - kol.: Nízkoenergetické domy 1, 2, 3

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 10.10.2018 Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku



Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

10.10.2018
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Barbora Drahorádová

Název diplomové práce: Energeticky efektivní renovace městského bytového domu v Českých Budějovicích

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 60 %

Formulace úkolů: posouzení energetické náročnosti budovy
návrh vhodných opatření energeticky úsporné renovace ve variantách
porovnání variant
3 charakteristické detaily

Podpis vedoucího DP:  Datum: 19.12.2018

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: TZB podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

Formulace úkolů: koncepce TZB (vytápění a větrání) ve variantách dle hloubky renovace
schémata koncepce vytápění a větrání
vypracování PENB

Podpis konzultanta:  Datum: 17.12.2018

3. Část: ODK podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

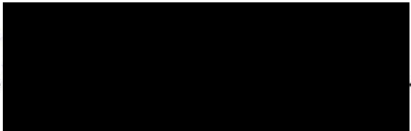
Formulace úkolů: Posouzení chřivého hromu na slávaní' skladbu
stěhy a na mostu skladbu stěhy.

Podpis konzultanta:  Datum: 4.12.2018

4. Část: BZK podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Iva Broukalová, Ph.D.

Formulace úkolů: Ověření únosnosti zdiva

Podpis konzultanta:  Datum: 4.12.2018

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou sou
(Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijn

nové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci.
spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Energeticky efektivní renovace městského bytového domu v Českých Budějovicích“ vypracovala samostatně pod odborným vedením Ing. Kateřiny Mertenové, Ph.D. s použitím literatury a podkladů uvedených v příloženém seznamu.

V Praze, dne: 6. 1. 2019

Podpis: _____

Barbora Drahorádová

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí diplomové práce Ing. Kateřině Mertenové, Ph.D. za vedení celé práce, za připomínky a rady během konzultací. Dále bych chtěla poděkovat za poskytnuté konzultace doc. Ing. Martině Eliášové, CSc., Ing. Ivě Broukalové, Ph.D. a Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D. Velké poděkování patří také celé mé rodině, příteli a přátelům, kteří mne po celou dobu studia podporovali.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá návrhem energeticky efektivní renovace bytového domu v Českých Budějovicích, který byl postaven kolem roku 1900. Cílem je navrhnout energeticky úsporná opatření, která zlepší kvalitu stavby tak, že bude splňovat normové požadavky a zároveň se přiblíží ke standardu energeticky úsporných budov. Po zhodnocení stávajícího stavu a energetické náročnosti jsou navrženy varianty opatření pro obálku a technické zařízení budovy. Kombinace jednotlivých variant jsou mezi sebou porovnávány dle energetických úspor, kvality vnitřního prostředí a orientačních nákladů na realizaci a provoz. Součástí je prověření možnosti získání finančních prostředků z dotačního programu. Práce ukazuje možné cesty renovace a může být majiteli budovy nápomocná jako podklad při samotném rozhodování o renovaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

renovace, bytový dům, energeticky úsporná opatření, energetická náročnost budovy

ANNOTATION

Diploma thesis deals with a proposal of energy efficient refurbishment of an apartment building in Ceske Budejovice which has been built around the year 1900. The goal is to provide a sustainable solution for better performance quality so the building complies with current building regulations and approaches the energy efficient building standard. After an analysis of the existing condition and energy intensity, I have designed options for energy frames and building services. The combination of separate options is compared between themselves according to energy savings, quality of the internal microclimate and estimated costs for the delivery and maintenance. The thesis shows possible ways of refurbishment and can serve as a basis for the realization.

KEYWORDS

refurbishment, apartment building, energy efficiency, sustainable solutions, energy frame

OBSAH

ÚVOD	9
ENERGETICKY EFEKTIVNÍ RENOVACE	10
REŠERŠE	12
REKONSTRUKCE SECESNÍ VILY V PODĚBRADECH NA ÚSPORNÝ DŮM	12
PŘESTAVBA MĚSTSKÉHO DOMU B14 NA ENERGETICKY AUTONOMNÍ OBJEKT	14
1 INFORMACE O OBJEKTU	16
1.1 UMÍSTĚNÍ OBJEKTU.....	16
1.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	17
1.3 HISTORIE	22
1.3.1 PŘEHLED STAVEBNÍCH ÚPRAV [2],[3].....	22
1.4 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ.....	25
1.5 TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ.....	27
1.6 PRŮZKUM A ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU	29
2 ENERGETICKÉ POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO OBJEKTU	31
2.1 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVOY (PENB)	31
2.2 NÁKLADOVĚ-OPTIMÁLNÍ ÚROVEŇ	32
2.3 VSTUPNÍ PARAMETRY	33
2.4 ZÓNOVÁNÍ OBJEKTU	33
2.5 VYHODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI STÁVAJÍCÍ BUDOVOY	36
3 STUDIE DISPOZIČNÍCH ZMĚN	38
3.1 DVORNÍ PŘÍSTAVEK.....	38
3.2 ULIČNÍ OBJEKT (HLAVNÍ BUDOVA).....	38
4 NÁVRH VARIANT OPATŘENÍ	41
3.1 VARIANTY ÚPRAV OBÁLKY BUDOVOY	43
3.1.1 STUDIE DISPOZIČNÍ ZMĚNY PŘÍSTAVKU	49
3.1.2 VARIANTA 1	51
3.1.1 VARIANTA 2	55
3.1.2 VARIANTA 3	59
3.2 VARIANTY TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVOY	61
3.2.1 STUDIE DISPOZIČNÍ ZMĚNY PŘÍSTAVKU	63
3.2.2 VARIANTA 1	63

3.2.3	VARIANTA 2	64
3.2.4	VARIANTA 3	65
5	POSOUZENÍ VARIANT	70
5.1	ENERGETICKÉ POSOUZENÍ	70
5.2	POROVNÁNÍ DLE KVALITY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	74
5.2.1	PŘÍVOD ČERSTVÉHO VZDUCHU DO MÍSTNOSTÍ.....	75
5.3	VYHODNOCENÍ INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADŮ	76
5.3.1	ORIENTAČNÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY	76
5.3.2	INVESTIČNÍ NÁKLADY NA ZDROJ TEPLA.....	77
5.3.3	PROVOZNÍ NÁKLADY.....	78
6	DOTACE.....	79
6.1	IROP – Integrovaný regionální operační program	79
ZÁVĚR		83
SEZNAM PŘÍLOH.....		85
Příloha 1:	Detail obvodové stěny u základu – přístavek	85
Příloha 2:	Detail zateplení spoje vnitřní a vnější stěny – půdorysný řez.....	85
Příloha 3:	Detail zateplení ostění – postupná výměna oken	85
Příloha 5:	Vybrané skladby.....	85
SEZNAM PŘÍLOH V SAMOSTATNÝCH DESKÁCH.....		85
Příloha 6:	Statický výpočet - Posouzení krovu na stávající skladbu střechy	85
Příloha 7:	Statický výpočet - Posouzení krovu na novou skladbu střechy	85
Příloha 8:	Statický výpočet - Ověření únosnosti zdiva	85
Příloha 9:	Protokoly ze softwaru Energie.....	85
Příloha 10:	Protokoly ze softwaru Teplo	85
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		85
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ		87
SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ		90
SEZNAM OBRÁZKŮ		90
SEZNAM TABULEK		92
SEZNAM GRAFŮ		92

ÚVOD

V současné době stále více roste zájem o kvalitní a energeticky co možná nejúspornější bydlení. Při výstavbě nových budov je nízká energetická náročnost lépe dosažitelná. Velmi výrazných úspor lze však také dosáhnout i u renovací starších objektů.

Diplomová práce se zabývá energeticky efektivní renovací bytového domu postaveného kolem roku 1900 v Českých Budějovicích. Řešený dům i přes zachovalý stav nevyhovuje současným požadavkům na moderní bydlení a současným energetickým standardům. Cílem práce je nejdříve posoudit energetickou náročnost stávajícího stavu objektu. Na základě výsledků poté navrhnout energeticky úsporná opatření, která zvýší kvalitu budovy tak, aby splňovala normové požadavky a zároveň se přiblížila k úsporným budovám. Kombinace variant opatření bude následně porovnána a vyhodnocena na základě předem zvolených hodnotících parametrů.

Při renovaci jakékoliv budovy je třeba nejprve posoudit její celkový stav. První část práce je tedy věnována seznámení s řešeným objektem, jeho historii a zhodnocení stávajícího stavu. Následuje posouzení energetické náročnosti a vyhodnocení dle platné legislativy. Na základě zjištěných informací a výsledků jsou navržena opatření, která vedou ke snížení energetické náročnosti daného objektu. Varianty opatření se týkají návrhu úprav obálky budovy a jejího technického zařízení. Variantně je řešeno zateplení jednotlivých konstrukcí a výměna oken. Opatření TZB je zaměřeno na koncepci vytápění, přípravy teplé vody a větrání.

Objekt je energeticky zhodnocen se všemi nově navrženými opatřeními. Kombinace variant opatření jsou mezi sebou porovnány dle energetických úspor, kvality vnitřního prostředí a orientačních nákladů na realizaci a provoz. Ekonomické hodnocení je nedílnou součástí u všech energetických projektů. V této práci je pouze orientační.

Součástí je prověření získání finančních prostředků z dotačního programu. Tato práce ukazuje možné cesty renovace a současnému majiteli domu může být nápomocná jako podklad při samotném rozhodování o renovaci a využití dotace.

V příloze v samostatných deskách jsou přiloženy statické výpočty posouzení stávajícího krovu a ověření únosnosti zdiva.

ENERGETICKY EFEKTIVNÍ RENOVAČE

Současným trendem je stále větší snaha o úsporu energií. Vedou k tomu stále rostoucí ceny energií, ale i současné předpisy. Energeticky úsporné renovace umožňují dosáhnout významné úspory celkové spotřeby energie, vedou ke zlepšení komfortu bydlení a užívání budov. Úpravami se také zvyšuje hodnota a životnost samotného domu. Dům se tak stává více atraktivním pro současné i další nájemníky. Úsporou energie dochází k nižší potřebě využití fosilních paliv, které vede ke snížení lokálního znečištění. Ve městech renovace budov představuje jednu z možností, jak v zastavěném území zvýšit trvale udržitelný rozvoj.



Obr. 1 Přínosy energeticky úsporných renovací [6]

„Obnova budov obecně, a zejména na pasivní standard, s sebou nese řadu problémů v různých oblastech. Množství koncepčních a technických predispozic si vyžaduje komplexní přístup a často i složitější řešení detailů. Základem je kvalitní koncept renovace, případně i více variant s celkovým zhodnocením přínosu a úspor.“[7] Při renovaci je třeba pojmout stavbu jako jeden celek. Všechna navržená opatření se musí vzájemně a vhodně doplňovat. Není však nejdůležitější dosáhnout hranice pasivního standardu (spotřeba energie na vytápění 15kWh/(m²rok)), ale mělo by se dosáhnout co možná nejvyšších ekonomicky odůvodnitelných energetických úspor ve srovnání s původním stavem řešeného objektu.

Rozsah možných energetických úspor závisí do jisté míry na velikosti a kompaktnosti řešené budovy. „Abychom renovaci mohli označit za vysoce efektivní, pak navržená renovační opatření musejí být tak energicky efektivní, aby tepelné ztráty snížily až o 90 %.“ [8].

Jednou z bariér pro realizaci energeticky úsporné renovace jsou vysoké vstupní investiční náklady. Se snížením vstupních investic mohou výrazně pomoci dotační programy.

Z dlouhodobého hlediska je komplexní renovace vždy ekonomicky výhodnější ve srovnání s dílčími opatřeními. Většina renovací se často omezuje právě jen na provedení dílčích tepelněizolačních opatření, jako je například zateplení obvodového pláště, výměna oken nebo modernizace vytápění. Jednotlivá opatření se často z úsporných důvodů provádí po etapách a jejich smysluplnost závisí na tom, jestli byla před tím stanovena celková koncepce renovace. Proto je třeba si před samotnou renovací ujasnit způsob, jak renovace proběhne a určit si cíle jakých chceme dosáhnout.

CÍLE OBNOVY BYTOVÉHO DOMU

- Odstranění stávajících nedostatků
- Snížení energetické náročnosti a spotřeby energie
- Zlepšení komfortu obyvatel domu a zvýšení pohodlí bydlení
- Zlepšení vzhledu budovy
- Prodloužení životnosti domu

Často se při renovacích zapomíná na kvalitu vnitřního prostředí, především na kvalitu vzduchu. Výměnou oken a zateplením dochází k utěsnění vnitřního prostoru a výměna vzduchu probíhá pouze tehdy, kdy se otevřou okna. Tento způsob větrání je velmi často nedostačující a v interiéru dochází k hromadění vlhkosti. Vlhkost pak kondenzuje v místnosti na každém povrchu s nízkou teplotou (v rozích místnosti, na oknech, ostěních). Způsobuje vznik plísní a může i ohrozit zdraví obyvatel domu. Řešením je buď velmi časté a intenzivní větrání, které na druhé straně snižuje efektivitu zateplení stavby (ztráta tepla větráním). Vhodnějším řešením je instalace systému nuceného větrání s rekuperací tepla z odpadního vzduchu. Systém neustále zajišťuje přísun čerstvého vzduchu a zároveň odvětrává použitý vzduch společně s nadměrnou vlhkostí.

Všechna navržená opatření by měla být provedena v nejvyšší možné kvalitě. Důraz by měl být kladen na co možná nejdelší životnost domu.

U objektů renovovaných na pasivní standard by měly být dodrženy tyto zásady:

- Kvalitní a spojitá vrstva tepelné izolace
- Správné osazení oken, nejlépe do vrstvy izolace
- Vyloučení tepelných mostů a vazeb
- Precizně navržená a hlavně provedená vzduchotěsnicí vrstva
- Optimalizované vytápění se zdrojem tepla
- Řízené větrání s rekuperací tepla

REŠERŠE

REKONSTRUKCE SECESNÍ VILY V PODĚBRADECH NA ÚSPORNÝ DŮM

- Poděbrady (Česká republika), 2014

- autor: Ing. Tomáš Vanický

Renovace secesní vily je ukázkou, že i historicky cenný dům v památkové zóně je možné upravit do pasivního standardu a to bez porušení cenné fasády. Secesní vila z roku 1907 v Poděbradech byla původně obytný dům, v rámci přestavby je upravena na polyfunkční dům. Dodržením principů pasivních staveb byl vytvořen dům se zdravým vnitřním prostředím a s nízkými náklady na provoz.

Zateplení domu je provedeno v kombinaci moderních hi-tech izolací s tradičními stavebními materiály. Kombinovány byly pálené cihly, panely z lisované slámy a několik typů izolací. Pro zateplení z vnitřní strany stěn byl použit aerogelový materiál (skladba vnitřního zateplení - magnéziové deska, parotěsná vrstva a 2cm aerogelové izolace). Tam kde byla fasáda poměrně jednoduchá byl proveden kontaktní zateplovací systém minerální vatou (160mm). Na vnější zateplovací systém byly pomocí extrudovaného polystyrenu navráceny původní plastické zdobné prvky štítů. Tam, kde bylo potřeba, byly použity těsnicí pásy tak jako

u novostaveb pasivních domů. Okna byla nahrazenou novou tvarovou kopií původních oken (dvojskla a trojskla).

Každé podlaží má z důvodu rozdílného způsobu užívání svou VZT jednotku se zpětným získáváním tepla. Vytápění komerčních prostorů zajišťují dva plynové kondenzační kotle zapojené do kaskády. Pro vytápění a přípravu TUV bylo pro byt instalováno tepelné čerpadlo vzduch-voda.

Zateplením, výměnou oken a instalací nuceného větrání s rekuperací tepla se podařilo snížit spotřebu tepla domu na tak nízkou hodnotu, kterou nedosahuje ani 90% nových staveb. Dům byl podroben testu vzduchotěsnosti. Po několika nutných opravách z prvního měření se hodnota celkové obálky dostala pod hodnotu nižší než 0,6. [9]



Obr. 2 Secesní vila před renovací [9]



Obr. 3 Secesní vila po renovaci [9]

Výsledky renovace

- zvýšení vnitřního komfortu, tepelná pohoda v interiéru
- Třída energetické náročnosti domu B (před renovací třída energetické náročnosti G)
- Snížení spotřeby energie na vytápění ze 185 kWh/m² na 65 kWh/m²a za rok

PŘESTAVBA MĚSTSKÉHO DOMU B14 NA ENERGETICKY AUTONOMNÍ OBJEKT

- Wels (Rakousko), 2011

- autoři: Arch. Dipl.-Ing. Heinz Plöderl, PAUAT Architekten, Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.,
Ing. arch. Bc. Martin Augustin, Ph.D

„Přestavba a přístavba objektu je realizována jako pilotní projekt rekonstrukce běžného městského domu ve stávající husté zástavbě na energeticky autonomní a bez produkce emisí z provozu stavby.“ [10]

Městský dům s byty a kancelářskými prostory byl postaven v běžném stavebním standardu v 60. letech 20. století. Potýkal se s běžnými problémy, jako je průvan, plísňe nebo teplotní diskomfort spojený s vysokými náklady na provoz. Jeho přestavba a přístavba ukazuje možnosti použití moderních technologií a stavebních materiálů, které umožňují výraznou redukci energetické náročnosti budovy.

Cílem renovace bylo kromě zlepšení užitného komfortu a tepelně technických parametrů budovy, také snížení potřeby všech energií o 90%, co největší energetická soběstačnost a úspora emisí. Pro dosažení požadovaných parametrů byly použity různé stavební materiály tak, aby byly využity jejich přednosti a nedostatky byly potlačeny. K zateplení byly použity různé druhy izolací i jejich kombinace – EPS dalmatin, EPS grafit, XPS, vakuové izolace, PIR pěny, purenit, šterk z pěnoskla nebo celulóza. Použití různých druhů izolací zajistilo celistvost a požadované tepelně technické vlastnosti obálky objektu.

Budova v husté zástavbě využívá dostupných obnovitelných zdrojů energie přímo na pozemku. *„Pro úpravu vzduchu ve vzduchotechnické jednotce (předchlazení, předehřev) a pro aktivaci těžkých konstrukcí (podlahové konstrukce či stropy) je využito potenciálu podzemní vody.“ [10]* Na provoz objektu se využívá elektrická energie vyrobená FV články umístěnými na střeše a na přilehlých garážích. Přebytky jsou k pozdějšímu využití ukládány na místě. Ohřev vody v objektu zajišťuje odpadní teplo a fototermické panely. Návrh a poté samotná realizace zahrnovala také inovativní technologie jako je vodíkový článek pro ukládání přebytků z fotovoltaických článků nebo použití okenních výplní se selektivním zasklením (s redukováním rámem).



Obr. 4 městský dům B14 před renovací [10]

Očekávané výsledky renovace:

- Vytvoření komfortního prostředí ve srovnání s původním stavem i s běžnými stavbami
- O 95% snížení potřeby tepla na vytápění (ze 150 kWh/(m²a) na 7 kWh/(m²a))
- O 90% snížení celkové potřeby energie
- O 95% snížení emisí CO² (při vytápění a chlazení)
- Snížení potřeby primární energie na max. 100kWh/(m²a)
- Perspektivní energetická nezávislost



Obr. 5, Obr. 6 Zrenovovaný městský dům B14 [11]

1 INFORMACE O OBJEKTU

1.1 UMÍSTĚNÍ OBJEKTU

Řešený bytový dům se nachází v jižních Čechách, ve statutárním městě České Budějovice. Dle administrativního rozdělení města je součástí městské části České Budějovice 3. Podnebí v této části České republiky je mírně teplé, vlhké s mírnou zimou. Dlouhodobý lednový průměr je $-1,8^{\circ}\text{C}$.

Budova se nachází na adrese: Jeremiášova 1927/14, České Budějovice 3, 370 01 České Budějovice. Leží na pozemku p. č. 4542 v katastrálním území České Budějovice 3 [622052]. Tato část města je nedaleko centra a nabízí svým obyvatelům dobrou občanskou vybavenost.

I když dům leží nedaleko centra města, není součástí městské památkové rezervace a není zapsán ani jako nemovitá kulturní památka.



Obr. 7 Katastrální mapa s vyznačením řešeného objektu [12]

1.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Řešený městský dům se skládá z uličního objektu (hlavní budovy) a dvorního přístavku. Slouží primárně pro účely bytového bydlení. V přízemí hlavní budovy se mimo bytů nachází také nebytové prostory k pronájmu, které slouží jako kanceláře. Hlavní budova disponuje třemi nadzemními podlažími, obytným podkrovím a malým suterénem. Nachází se v řadové uliční zástavbě mezi dvěma městskými domy, které mají dvě nadzemní podlaží. K uličnímu objektu byl později ve dvoře dostaven dvoupatrový přístavek, kde se dnes nachází také byty.



Obr. 8 Pohled z Jeremiášovi ulice [5]

Obr. 9 Pohled ze dvora [5]

V domě je celkem 12 bytových jednotek a jedna nebytová jednotka v přízemí hlavní budovy. K domu patří dvorek se zahradou, kterou mohou využívat všichni nájemníci. Součástí dvorku je také zděný přístřešek na jízdní kola a popelnice, který je naproti přístavku.

Objekt má z Jeremiášovi ulice dva vstupy. Hlavní vstup pro všechny obyvatele domu do společné chodby a jeden vstup do prostor bývalé kanceláře, kde je dnes byt. Tento vstup není v současné době využíván a je zarděn.

1.NP uličního objektu slouží jako vstupní podlaží z Jeremiášovi ulice. Nabízí nebytové prostory o ploše 65,70 m², kde jsou v současné době kanceláře firmy Finpos s.r.o. Do kanceláří je možné vstoupit dvěma vstupy - jedním ze vstupní chodby domu a druhým ze společných prostor schodiště. Zaměstnanci kanceláře využívají samostatné WC na chodbě budovy, které zde zůstalo

z minulosti. V prostorách bývalé kanceláře v 1.NP hlavní budovy je byt o velikosti 1+kk. Ve dvorním přístavku se nachází v přízemí 1 byt s dispozicí 3+1 a malá dílna.

Ve 2.NP jsou celkem 4 byty, v hlavní budově 3 byty 1+1, 1+1, 3+1 s terasou a v přístavku 1 byt s dispozicí 3+kk . Opět je na mezipodestě pozůstatek z minulosti - samostatné WC s umyvadlem, které je dnes využíváno jako komora.

3.NP hlavní budovy nabízí 3 byty o dispozicích 3+1, 1+kk a 1+1. Na mezipodestě mezi 2.NP a 3.NP je komora o velikosti 6,3m². Tato komora slouží nájemníci z bytu č. 7 jako prádelna.

V podkroví hlavní budovy jsou další 3 byty s dispozicí 2+kk, 1+kk a 2+kk.

	Uliční objekt (hlavní budova)		Dvorní přístavek	
1NP	nebytové prostory	65,70 m ²	byt 02 - 3+1	57,70 m ²
	byt 01 - 1+kk	33,90 m ²	dílna	7,40 m ²
	technická místnost	29,70 m ²		
2NP	byt 04 - 3+1 + terasa	66,00 m ²	byt 03 - 3+kk	48,60 m ²
	byt 05 - 1+1	43,40 m ²		
	byt 06 - 1+1	36,10 m ²		
3NP	byt 07 - 1+1	30,80 m ²		
	byt 08 - 3+1	78,20 m ²		
	byt 09 - 1+kk	37,50 m ²		
obytné podkroví	byt 10 - 2+kk	47,00 m ²		
	byt 11 - 1+kk	21,60 m ²		
	byt 12 - 2+kk	43,40 m ²		

Tab. 1 Velikosti bytů v domě - užitné plochy

Jednotlivá podlaží jsou mezi sebou propojena vnitřním kamenným schodištěm s jedním východem do Jeremiášovi ulice a druhým východem do prostorů vnitřního dvora. Uliční objekt je částečně podsklepen. V suterénu se nachází malý sklep, který mají v pronájmu nájemníci domu a slouží jim jako skladiště.

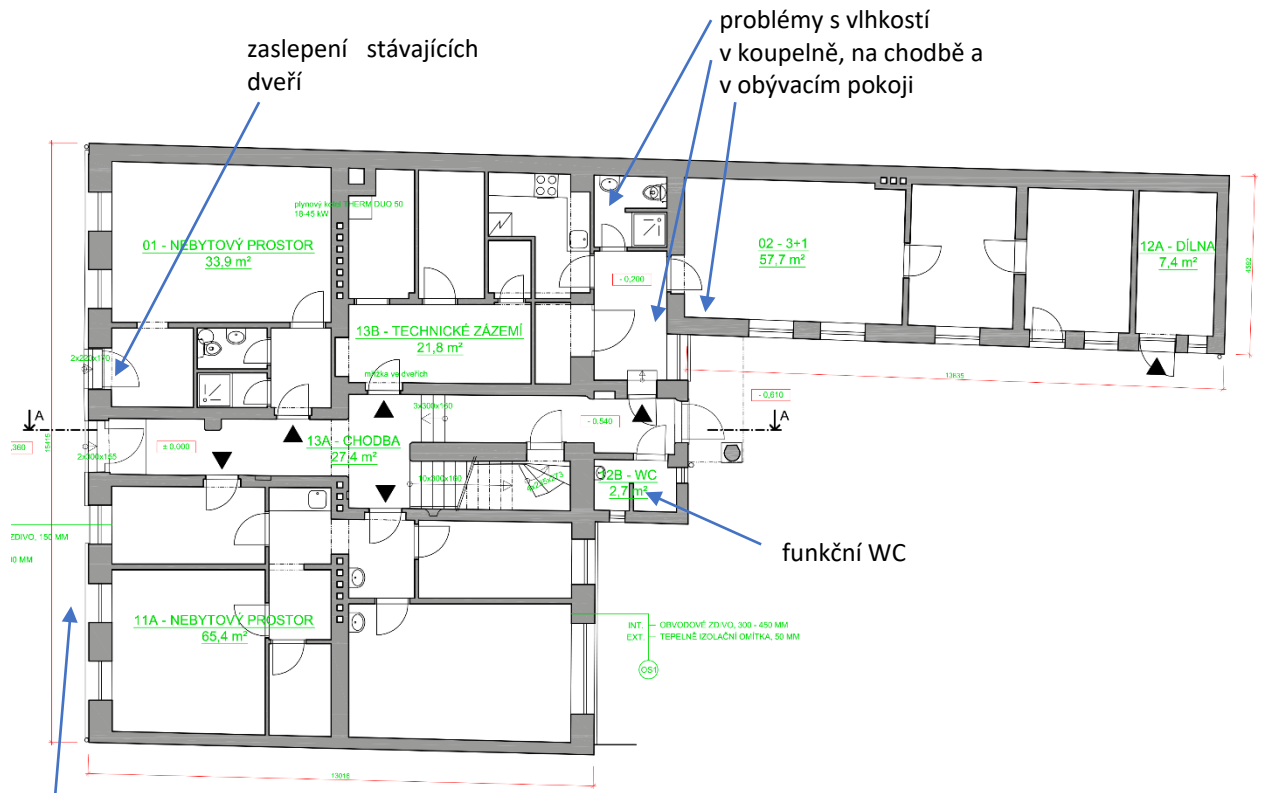


Obr. 10 Vnitřní schodiště s úložnými prostory [5]

Obr. 11 Sklep s velmi malou světlou výškou [5]

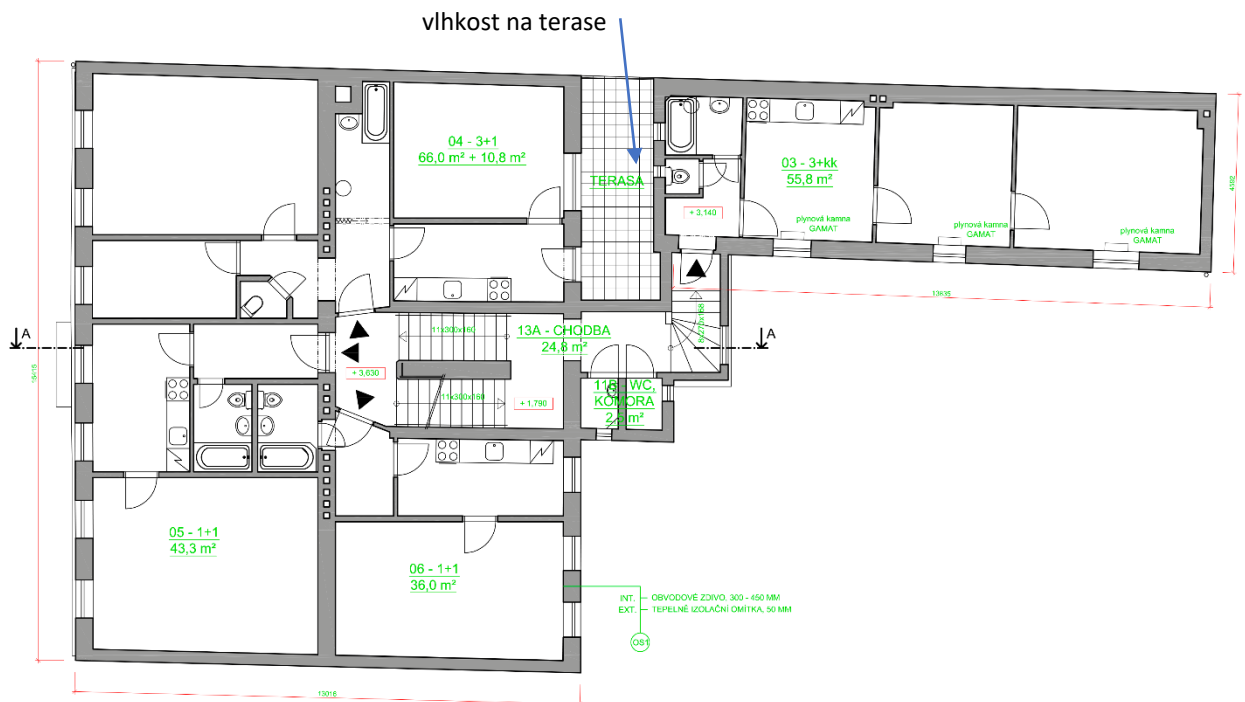
Dům je více než 100 let starý a nemá bohužel dochované žádné původní výkresy, podle kterých byl postaven, ani žádné historické fotografie. Bývalý majitel nechal zpracovat pasport domu, jako zjednodušenou dokumentaci, dokumentující současný stav domu v roce 2010, za účelem zápisu bytových jednotek do katastru nemovitostí.

Jako podklad pro vypracování práce byly použity podklady pro optimalizaci bytového domu a návrh změny dispozice z roku 2017 (autor: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.) [1]. Dalšími podklady byly dokumenty ze složky bytového domu Jeremiášova 1927/14 [2] poskytnuté archivem Stavebního úřadu České Budějovice a dokumenty, které měl k dispozici současný majitel domu. [3] Ve složce z archivu i od majitele jsou primárně zaznamenány pozdější klientské změny v dispozicích bytů. Nejstarší část dokumentace pochází z roku 1981.



reklamní potisk na oknech

Obr. 12 Stávající půdorys 1NP, autor: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D., 10/2017 [1]



Obr. 13 Stávající půdorys 2NP, autor: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D., 10/2017 [1]

Obr. 14 Stávající půdorys 3NP, autor: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D., 10/2017 [1]

Obr. 15 Stávající půdorys podkroví, autor: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D., 10/2017 [1]

1.3 HISTORIE

Uliční budova bytového domu byla postavena přibližně v roce 1900. Byla užívána primárně k bydlení s výjimkou zařízení pekárny (prodejna, provozovna, pec) v přízemí. Dvoupatrový přístavek ve dvoře byl k budově přistaven později, přibližně v 60. letech 20. století. Přízemí přístavku bylo nejdříve užíváno jako hospodářské příslušenství bytů a patro k bydlení.

Dostupné informace o stavebních úpravách víme z dochovaných výkresů a dokumentů ve složce archivu Stavebního úřadu nebo z dokumentů, které vlastní majitel domu. První zmínky o úpravách domu jsou známy z roku 1981, kdy se postupně začaly zřizovat koupelny v jednotlivých bytech. Přehled jednotlivých stavebních úprav je sepsán v následující podkapitole.

Za posledních deset let proběhlo v domě několik úprav a rekonstrukcí samotných bytů. V etapách proběhla výměna oken za plastová okna a bylo zřízeno plynové vytápění. Dům dostal novou krytinu z kanadského šindele a přístavek živičnou krytinu. V posledních třech letech proběhla také oprava fasády a úprava rozvodů vody.

1.3.1 PŘEHLED STAVEBNÍCH ÚPRAV [2],[3]

08/1981 – ze dvou malých bytů vzniká jeden velký byt pro čtyřčlennou rodinu, zřízení koupelny, odbouráním parapetu vzniká otvor pro vsazení balkonových dveří s vchodem na terasu

11/1981 – nebytové prostory v přízemí využívá Stavební geologie Praha. Pro nedostatek kapacity v okolních sítích nebytové prostory vytápí lokálním topením na tuhá paliva. Tuhé palivo je uskladněno ve sklepních prostorách.

06/1982 – zřízení koupelny a WC v bytě 3+1 ve 3NP, včetně rekonstrukce a rozšíření plynového odběrného zařízení o plynový sporák Mora 260, průtokový ohříváč vody WG125 a 3 plynová topidla Gamat 4000. Plynová topidla Gamat byla odvětrána přes zeď z pozinku. V koupelně byla provedena příprava pro následné připojení plynového topidla Mora 713.

11/1982 – zavedení plynu do bytu paní Zdeny Kočové, rozvod plynu po bytě s osazením spotřebičů (investor Bytový podnik České Budějovice). Plynové topidlo GAMAT 4000 pod oknem v obytné místnosti, v kuchyni plynový sporák MORA 218 a plynový průtokový ohříváč vody WG 125 (pro ohřev vody u kuchyňské linky).

07/1983 – stavební úpravy administrativních prostor (kanceláří) v přízemí domu. Při kolaudaci drobné závady, které byly následně odstraněny majitelem – zamáčení stropu hygienických zařízení a kanceláře.

11/1988 – adaptace a modernizace dvou bytových jednotek o velikosti 1+1, vybourání všech oken a dveří, vybourání podlah až na záklop, parketové podlahy ve dvou místnostech ponechány. Místo násypu se do podlah vložily perlitové matrace.

10/1990 – zrušen byt 1+1 v 1NP, úprava na kanceláře (adaptace nebytových prostorů pro Stavební geologii (2 kanceláře 25,4m², archiv 3,90 m² s předsíní a instalacemi)), nový vstupní otvor (proražen do nosné zdi), zazdění dveřních otvorů. Bytová jednotka vykazovala značnou spodní vlhkost a její celkový technický stav byl na tolik závadný, že i po stavebních úpravách, které by vyžadovaly značné náklady, by jednotka dle Odboru výstavby, územního plánování a architektury Měst NV, nesplňovala potřebné požadavky pro trvalé obývání. Zdravotní nevhodnost bytu (vlhkost) vyplynula z posudku hygienika. Podlahy byly vytrhány a nahrazeny novými, dále byly nové rozvody elektriky, kanalizace a vody.

11/1990 – stavební úpravy bytu ve 3NP (1+1) – dispoziční přeřešení bytu, tak aby byla součástí bytu koupelna s WC, šatna a kuchyňská linka. Do nosných konstrukcí domu nebylo zasahováno. Izolační obklad štítové stěny, na vybroušené prkenné podlahy položena hobra a koberec, v koupelně dlažba na betonové lože s vloženou sítí. V návrhu byl navržen také malý krb (odvod spalin opatřen uzávěrem).

05/1992 – půdní nástavba bytu – propojení bytu s částí půdního prostoru dřevěným jednoramenným schodištěm.

12/1993 – půdní vestavba v nevyužívaném prostoru – ateliér se skladem kancelářských potřeb, 4 nová střešní okna o velikosti 80/110cm s dřevěnými rámy a s dvojitým sklem, podlaha ateliéru dřevotřískové desky tl. 20mm na betonovém podkladu, obvodové zdivo je stávající cihelné tl. 25cm se štukovou omítkou, strop tvoří dřevěný podhled z palubek, skelná/čedičová vata, minerální rohož a lepenka A600, ve střešní části je strop tvořen dřevěným podhledem, foukanou pěnou Ekoizol tl. 120cm, lepenkou A400, dřevěnými nosníky/stropnicemi s rákosovou rohoží, eternitová střecha.

02/1994 – stavební úpravy bytu ve 3NP s rozšířením do podkroví a provozovna projekčního ateliéru v prostoru půdy, vznik bytu o velikosti 2+1

11/1996 – přestavba ateliéru v půdní vestavbě, vznik obytného podkroví - zateplené minerální vlnou, se sádkokartonovými podhledy a střešními okny Velux

05/1997 – zateplení omítky 50mm ze dvora a štítů - severní štít 50 m², z ulice 150 m², nátěr rámu oken a nové oplechování, výměna oken u samostatných WC, sanační omítka u země

08/1997 – nová střešní krytina, 2 nová střešní okna Velux 78x118 GZL 0000

08/1999 – oprava fasády, úprava bytů na zkvalitnění bytového fondu – dovybavení bytů hygienickým zařízením (některé byty využívají stále WC na chodbách)

09/1999 – v nebytových prostorách v 1NP stavební úpravy, zateplení podlahy 30 mm polystyrenem

03/2000 – obnova původních dveří do kanceláře z chodby v přízemí, vchodové dveře v nosné příčce, vybourání otvoru 2200 x 1000mm z chodby v přízemí, osazení 2 ocelových překladů I 180 dl. 1200, úprava ostění, ocelové zárubně

03/2001 – stavební úpravy bytů v 1, 2 a 3NP

05/2001 - úpravy bytů ve 2 a 3NP - nové WC v bytech, zrušení 2 WC na mezipodestě

07/2001 – úprava bytu v 1NP – zazdění bočního vstupu z technické místnosti, **v přístavku proběhla elektroosmóza stěn**

08/2001 – vestavba WC do bytu 3+1 v 2NP, propojení 2 bytů v 3NP

08/2002 – vestavba WC do bytů ve 2 a 3NP, změna užívání části 1NP – nebytové prostory (kanceláře) ve dvorním traktu a dvorním objektu se mění na byt o kuchyni, 3 pokojích s příslušenstvím, vytápění bez stavebních úprav – stávající etážové teplovodní topení

01/2003 – oprava komínů a komínové lávky, stavební úpravy bytu č. 8 ve 3NP, výměna dveří a oprava odvětrání, oprava dlažeb v kanceláři v přízemí

10/2004 – modernizace topení, napojení bytů č. 5, č. 6 v 2NP a bytů č. 7 a č. 8 v 3NP na plynový kotel (odstranění Gamat topidel), výměna oken a dveří v 1NP, výměna také 2 oken s vitrinou – odsekán parapet na tloušťku 150 mm, zatepleno polystyrenem tl. 100 mm a přízdívka 80 mm

05/2005 – nový plynový kotel THERM DUO 50, otopná tělesa Radik, měděné rozvody, izolace, odvod spalin komínovou vložkou ohebnou průměru 150 mm

11/2005 – v 1NP nová vzorková prodejny A-SPEKTRUM, v 1NP modernizace topení a výměna oken a dveří, obnovení vstupu do nebytového prostoru z ulice Jeremiášova, nová dlažba

2006 – další výměna oken za plastová okna (7 oken)

2007 – další výměna oken za plastová okna (22 oken)

01/2007 – zateplení štítu nad střechou sousedního objektu izolací o tl. 8cm

11/2007 – půdní vestavby 3 bytových jednotek – 3 malometrážní byty napojené na stávající rozvody kanalizace, vodovodu a elektroinstalace, vytápění elektricky, ohřev vody průtokovými ohřívači, střešní oka kyvný systém VELUX

11/2007 – rozšíření podkrovního bytu o půdní prostor, ve kterém bude umístěna koupelna s WC, pokoj a šatna, obvodové stěny a nízké příčky v této části bytu jsou sádkartonové s tepelnou izolací z minerální vlny. Na podlahu budou poleženy dřevotřískové desky, **SDK pohled s parozábranou a vatou 200mm**

02/2009 – zateplení střechy a štítu, vnitřní zateplení jižního štítu minerální vlnou tl. 200 mm

03/2009 – plynoinstalace pro bytové prostory v podkroví, rozvod plynu je proveden z ocelových trubek se svařovanými spoji, zrušení tři podokenní topidla, nově byl napojen kotel Ú. T. JUNKERS ZWC 28 – 1MFA EUROMAX / provedení turbo/ s koaxiálním přívodem vzduchu a odtahem spalin přes střechu domu

08/2009 – úpravy a opravy na fasádě

09/2009 – vybourání dveří z chodby do kanceláře v 1NP, vybourání otvoru v nosném zdivu tl.300mm, osazení dveří 800/1970mm v ocelové zárubni (otvírané do kanceláře)

12/2009 – další stavební úpravy v podkroví, rozšíření podkrovního bytu

2009 -2010 – další nová plastová okna

1.4 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ

Konstrukční systém je stěnový tvořený z nosných obvodových a vnitřních stěn. Svislé nosné konstrukce jsou zděné - nehořlavé. Obvodové zdivo má tloušťku 300 – 600 mm. Veškeré původní obvodové zdivo (tl. 450mm), střední nosné zdivo (tl. 300mm, 600mm) a příčky

(tl. 150mm) jsou provedeny z plných pálených cihel na vápenocementovou maltu (jak je uvedeno v jednom z dochovaných výkresů - Adaptace bytu – původní stav – pro manžele Jiřího a Blanku Slukovi). [2] Nenosné příčky z roku 1988 jsou vyzděny z podélně děrovaných cihel – příčkovek na cementovou maltu MC 50. V podkroví jsou obvodové stěny široké 250mm a příčky tvoří SDK.

Zastropení 1NP je původní nehořlavé (zděné). Ostatní vodorovné konstrukce jsou tvořeny dřevěnými trámovými stropy s omítnutým podhledem. V jednom z výkresů dokumentující stavební úpravy je uvedeno, že místo násypu se do podlah vložily perlitové matrace a na ně byla uložena nová skladba podlahy s betonovou mazaninou a keramickou dlažbou nebo PVC. Sonda skladeb jednotlivých stropů nebyla však nikdy provedena.

Podlaha přízemí je provedena z betonové mazaniny. O samotném založení budovy nejsou dochovány žádné záznamy. Ve starých budovách nebyla izolace proti vlhkosti velmi často provedena, nebo vlivem času docházelo k jejímu znehodnocení a degradaci. Vnitřní schodiště je původní kamenné.

Okenní konstrukce jsou dvojího typu. Většina oken je plastových, jejich výměna proběhla v několika etapách. Na budově nalezneme i původní dřevěná okna.

- Nová okna – 5 -ti komorová okna CONTOUR 7.0, $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, $U=1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Okna z roku 2005 - $U=1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Dřevěná střešní okna (izolační dvojskla z roku 1993 a 1997) - $U=1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Střešní okna z roku 2009 (izolační dvojskla) - $U=1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Okno sklep $U = 2,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$



Obr. 16 Původní dřevěné okno, na poslední mezipodestě [5]

Uliční objekt má sedlovou střechu s původním dřevěným krovem. Posouzení únosnosti stávajícího krovu je v příloze v samostatných deskách.

Na půdě je viditelná minerální vlna mezi krokvemi a asfaltové šindele na bedněni. V bytech minerální vlnu mezi krokvemi zakrývá SDK podhled s parozábranou a vatou 200mm. [2]



Obr. 17, Obr. 18 Půda, komínová stěna uprostřed krovu [5]

1.5 TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ

Bytový dům je zásobován elektrickou energií, studenou vodou a zemním plynem. Plynoměry jsou osazeny na chodbách před vchodem do bytů.

VYTÁPĚNÍ: Dům je vytápěn primárně 2 centrálními plynovými kotly. Plynový kotel umístěný v přízemí vytápí nebytové prostory a byty v prvních dvou nadzemních podlažích a jeden byt ve 3NP. Plynový kotel umístěný v podkroví vytápí zbylé dva byty ve 3NP a všechny tři byty v podkroví. Byt 04 ve 2NP má svůj vlastní plynový kotel a byt 03 ve 2NP v přístavku vytápí lokální plynová topidla Gamat (VAW - „vafky“). Otopná tělesa v ostatních bytech jsou desková.

- **Plynový kotel THERM DUO 50** – umístěný v 1NP, účinnost 90%, výkon 18-45 kW
 - vytápí nebytové prostory, byt 01 a 02 v 1NP, byty 05 a 06 ve 2NP a byt 08 ve 3NP
 - rozvody jsou izolovány pomocí TUBOLIT DG tl. 12 mm a 9 mm

- Jednovrstvé komínové těleso je vyvločkováno AL pevnou vložkou průměru 130 mm, dl. 10 mm (čištění komínu je zajištěno ze střechy)
- Přívod vzduchu ke kotli je řešen rozšířením průduchu ve dveřích (přívod přes sklepní místnost a chodbu)
- Systém topení teplovodní 70/45°C, radiátory Korado – RADIK
- **Plynový kotel Junkers ZWC 28 – 1MFA EUROMAX** - umístěný v podkroví
 - realizace 03/2009, revize leden 2011
 - **vytápí byt 07 a 09 ve 3NP a byt 10, 11 a 12 v podkroví**
 - provedení turbo, s koaxiálním přívodem vzduchu a odtahem spalin přes střechu domu, kouřovod pro turbokotle z AL 60/125, opatřený hlavicí výdechu spalin a přisávání
 - regulátor Junkers TA 211 E/C1
 - rozvody v podlaze
 - **otopná tělesa Korado Radik**
- **vlastní plynový kotel** – umístěný ve 2NP v bytě 04
 - vytápí pouze 1 byt – **byt 04**
- **lokální plynová topidla Gamat (WAV – „vafky“)** – byt 02 ve 2NP v přístavku
 - odtah spalin i přisávání vzduchu přes venkovní zeď



Obr. 19 Plynový kotel v 1NP [5]

Obr. 20 Lokální topidlo WAV v bytě v přístavku ve 2NP [4]

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY: Ve větší části domu je příprava teplé vody zajištěna pomocí lokálních elektrických bojlerů. Elektrické bojlerů jsou umístěny v jednotlivých bytech v koupelnách. Typy a velikost se liší dle velikosti bytu. Bytům v podkroví zajišťuje TUV plynový kotel umístěný v podkroví.

VĚTRÁNÍ: Výměnu vzduchu v domě zajišťuje pouze přirozené větrání. U starších budov dochází k přirozenému větrání také skrze spáry a netěsnosti. Kuchyně (v bytech, které jsme navštívily) neměly digestoř. Koupelny bytů nebyly také nijak odvětrávány.

OSVĚTLENÍ: Osvětlení není nijak komplexně řešeno. V bytech mají nájemníci kombinaci úsporných žárovkových a zářivkových svítidel. V prostorách firmy používají úsporná zářivková svítidla.

1.6 PRŮZKUM A ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

Na první pohled je objekt v zachovalém stavu. Je průběžně udržován a jeho technický stav je dobrý, kromě přístavku z 60. let 20. století, přízemí a suterénu domu. Přístavek byl postaven bez hydroizolace a jsou na něm vidět známky vlhkosti. V roce 2001 v něm proběhla elektroosmóza stěn a asi před 2 lety byla provedena drenáž podél 2 stran fasády. Pro přesnější určení vlhkosti konstrukcí by bylo nutné provést laboratorní průzkum, který nebyl součástí diplomové práce.

Bohužel nebylo možné navštívit v domě všechny byty a důkladně prozkoumat všechny problémy domu. Viditelná vlhkost byla v uliční budově v 1NP u vstupu na dvorek a ve sklípku. S vlhkostí bojují také nájemníci z bytu 02 v přízemí v přístavku a z bytu v hlavní budově ve 3NP. Problémem s vlhkostí se potýká také soukromá terasa bytu ve 2NP.

Byty, které byly navštíveny, nemají nijak řešené odvětrání koupelen a kuchyní. V kuchyních chyběly také digestoře na odtah spalin při vaření.

Majitel zmiňuje jako další problém střechu, která je místy děravá a zatéká do ní. U střechy nejsou také dobře řešeny detaily. Střešními okny zatéká.

Jedním nedostatkem objektu je chybějící výtah. Pro zajištění pohodlnějšího přístupu do bytů je výtah navržen v dispozičních úpravách.

FOTOGRAFIE STÁVAJÍCÍHO STAVU (Další fotografie na přiloženém CD)



Obr. 21 Vlhkost v bytě 02 v přízemí v přístavku [4], Obr. 22 Vlhkost u východu do dvora [5]



Obr. 23 Vlhkost na soukromé terase [4]

Obr. 24 Detail střešního okna na půdě [5]

Obr. 25 Soklová část přístavku [5]



2 ENERGETICKÉ POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO OBJEKTU

Před samotným návrhem jednotlivých opatření renovace je potřeba vyhodnotit energetickou náročnost stávající budovy.

Energetická náročnost budovy (ENB) nám sděluje, jaké množství energie je potřebné pro provoz celé budovy. Dle nové směrnice vydané v květnu 2018 – 3. směrnice o energetické náročnosti budov pod označením 2018/844/EU je ENB „určena na základě vypočtené či skutečné spotřeby energie a odráží typickou spotřebu energie pro vytápění prostor, chlazení prostor, přípravu teplé vody, větrání, zabudované osvětlení a jiné technické systémy budov.“ [13]

ENB dokládá průkaz energetické náročnosti budovy (PENB).

2.1 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY (PENB)

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) hodnotí budovu komplexně na základě celkové dodané energie do budovy. Kvalita budovy je hodnocena pouze pomocí teoretického výpočtu, kde je eliminován uživatelský vliv na spotřebu. Celkovou dodanou energii PENB vyčísluje při standardním provozu a řadí budovu do klasifikačních tříd energetické náročnosti (A-G). Hodnocená budova by měla dosáhnout klasifikační třídy A-C, ostatní třídy se v mnoha případech berou jako nevyhovující.

PENB se skládá ze dvou částí – grafického znázornění a protokolu. Protokol uvádí informace o budově po stránce stavební i po stránce jednotlivých technických systémů, které jsou v dané budově užívány. V grafickém znázornění je pak budova zařazena do klasifikační stupnice energetických tříd (A-G).

Vypracování PENB je od 1. 4. 2013 povinné, neboť nabyla účinnosti Vyhláška o energetické náročnosti budov č. 78/2013 Sb. Platnost průkazu je 10 let. V případě větší změny budovy je nutné nechat zpracovat PENB dříve. Průkaz je vyžadován také některými dotačními programy, které se zaměřují na úspory energie. Jedním takovým dotačním programem je i Integrovaný regionální operační program (IROP), kterému se budeme věnovat později v kapitole 6 Dotace.

2.2 NÁKLADOVĚ-OPTIMÁLNÍ ÚROVEŇ

Novostavby a stejně tak i renovované budovy musí plnit tzv. nákladově-optimální úroveň. „Nákladově optimální úrovní se rozumí stanovené požadavky na energetickou náročnost budov nebo jejich stavebních nebo technických prvků, která vede k nejnižším nákladům na investice v oblasti užití energií, na údržbu, provoz a likvidaci budov nebo jejich prvků v průběhu odhadovaného ekonomického životního cyklu.“ [14]

Požadavky na energetickou náročnost budovy stanovené na nákladově optimální úrovni jsou uvedeny ve vyhlášce č. 78/2013 Sb. (Vyhláška o energetické náročnosti budov).

V České republice je hodnocení ENB prováděno na základě bilančního hodnocení. Hodnocený objekt je porovnáván se svou tzv. referenční budovou. „Referenční budova je výpočtově definovaná budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejích konstrukcí a technických systémů budovy.“ [14]

Pro nové budovy platí, že hodnoty ukazatelů energetické náročnosti nesmí být vyšší než hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro referenční budovu. Při větší změně dokončené budovy (případ renovace řešeného domu) musí být dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. splněno písmeno a), b) nebo c) § 6. Pro přehlednost byla zpracována tabulka požadavků pro splnění energetické náročnosti budovy z § 6 Vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Ukazatelé energetické náročnosti budovy	nová budova	větší změna dokončené budovy		
		a)	b)	c)
celková primární energie za rok				
neobnovitelná primární energie za rok	x	x		
celková dodaná energie za rok	x		x	
dílčí dodané energie pro technické systémy				
průměrný součinitel prostupu tepla	x	x	x	
součinitele prostupu tepla jednotlivých měněných konstrukcí				x
účinnost měněných technických systémů				x

Tab. 2 Požadavky pro splnění energetické náročnosti budovy z § 6 Vyhlášky č. 78/2013 Sb. [15]

2.3 VSTUPNÍ PARAMETRY

Výpočet ENB je proveden pomocí programu Energie 2017 z balíčku Svoboda Software. Celé výstupy z programu jsou součástí příloh v samostatných deskách. V Programu Energie 2017 byl výpočet proveden měsíční metodou podle vyhlášky MPO ČR Č. 78/2013 Sb. s použitím okrajových podmínek podle TNI 730331.

VSTUPNÍ ÚDAJE O BUDOVĚ

• Počet uživatelů	40
• Počet zón ¹	3 - byty, kanceláře, komunikace
• Objem budovy ²	3 224,6 m ³
• Celková plocha obálky budovy	1269,2 m ²
• Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,39 m ² /m ³
• Celková energeticky vztažná plocha ³	975,3 m ²

Objemový faktor vyjadřuje poměr mezi plochou všech obalových konstrukcí a obestavěného prostoru. Jeho hodnota stanovuje hospodárnost objektu. Čím je budova kompaktnější, tím je její faktor tvaru nižší a energie je tak využívána efektivněji.

2.4 ZÓNOVÁNÍ OBJEKTU

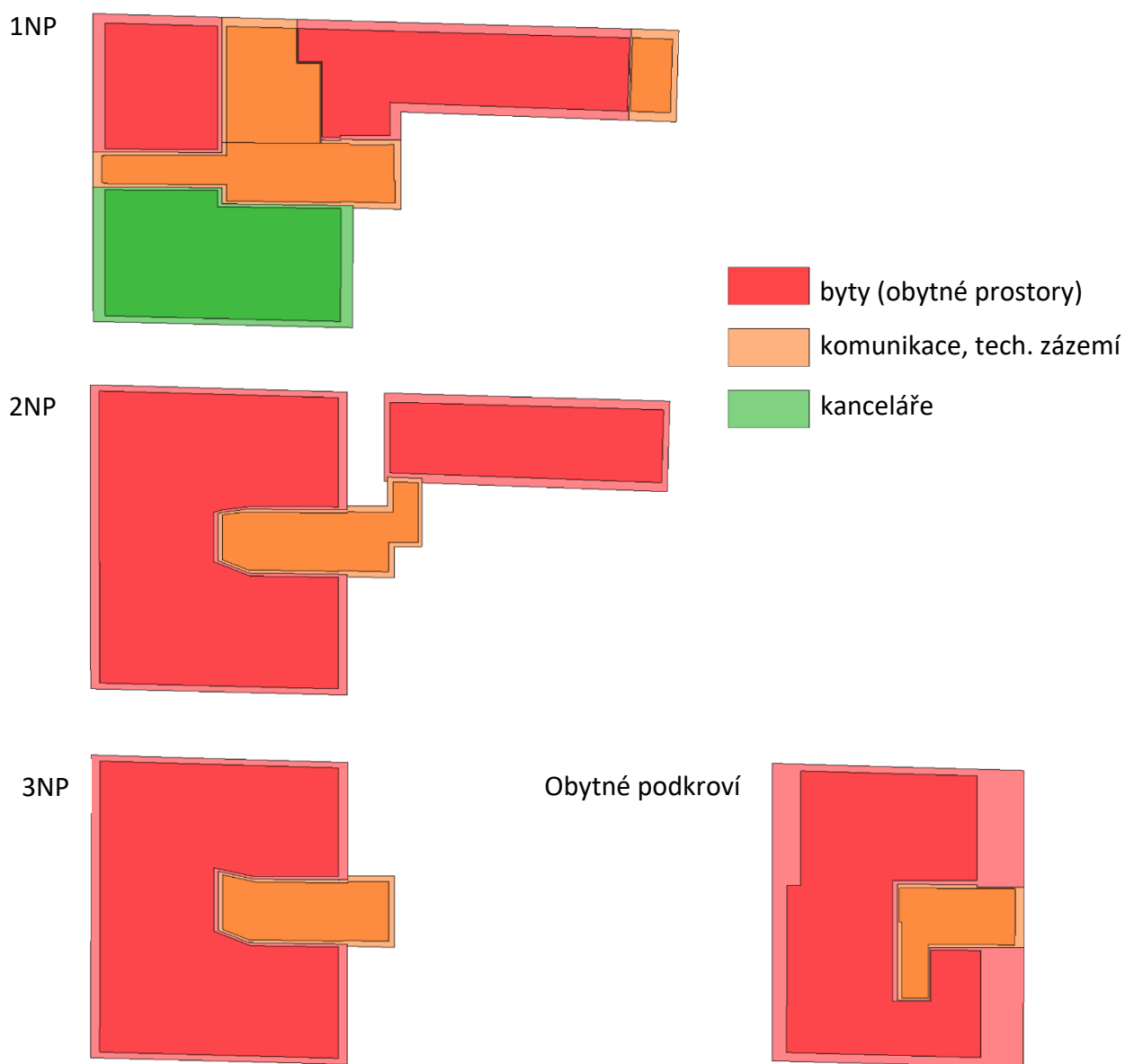
Uvažujeme rozdělení budovy na tři zóny – byty (obytné prostory), kanceláře a chodbu s technickým zázemím. Zónu může tvořit celá budova nebo jen její ucelená část. V této budově tvoří zóny ucelené části, které mají podobné vlastnosti vnitřního prostředí, režim užívání a skladbu technických systémů.

¹ **Zóna** - celá budova nebo její ucelená část s podobnými vlastnostmi vnitřního prostředí, režimem užívání a skladbou technických systémů [17]

² **Objem budovy** – objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy [17]

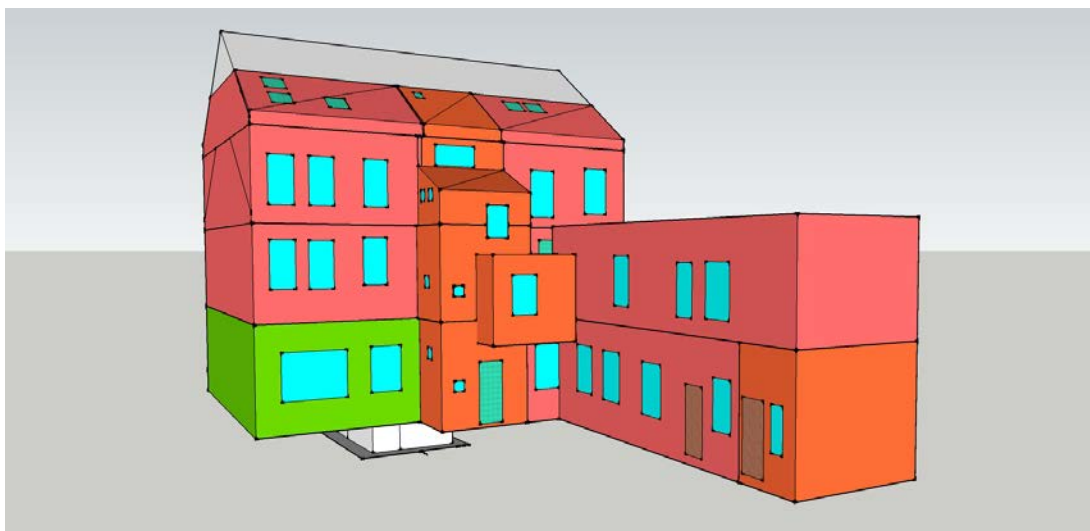
³ **Celková energeticky vztažná plocha budovy** - vnější půdorysná plocha všech prostorů s upravovaným vnitřním prostředím v celé budově, vymezená vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy [17]

V bytech (zóna 1) a v kancelářích (zóna 2) je uvažována stejná teplota 20°C. Tyto zóny se od sebe liší režimem užívání. Kanceláře jsou využívány pouze ve všední dny přibližně od 8:30 do 17:30 hodin. Ve večerních hodinách a o víkendech nejsou tyto prostory nijak využívány. Poslední zónu tvoří komunikace a technická místnost, kde je teplota 16°C. Sklep a půda patří mezi nevytápěné zóny.



Obr. 26 Zónování objektu – půdorysy jednotlivých podlaží

Pro výpočet ENB byl vytvořen výpočtový 3D model domu. Barevně jsou rozlišeny jednotlivé zóny. Bílá značí nevytápěné zóny – sklep a půda. Tento model usnadňuje výpočet objemů a ploch, které je potřeba znát pro výpočet ENB. Je z něj možné také vyčíst rozměry ploch jednotlivých fasád, které budou zateplené a nově omítnuté.



Obr. 27 Výpočtový 3D model bytového domu vytvořený v programu SketchUp

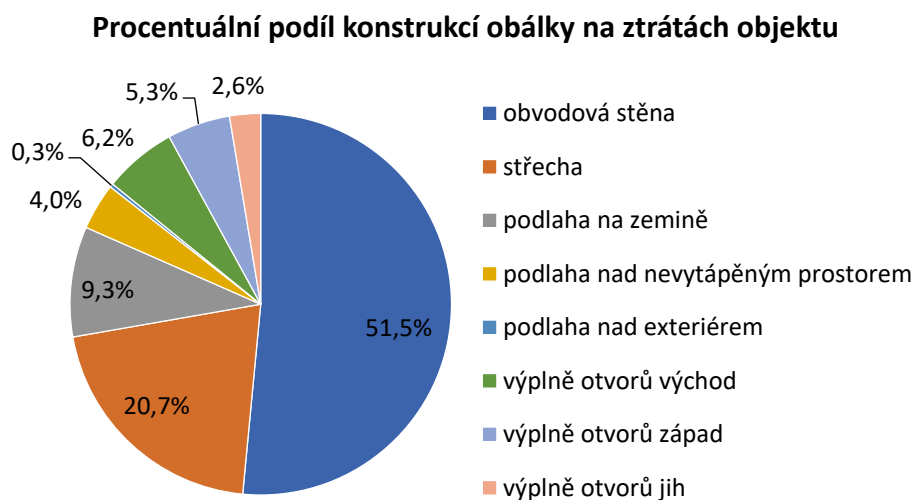
Vstupní data pro energetický výpočet			
ZÓNA 1 - BYTY (OBYTNÉ PROSTORY)			
Z1	celkový obestavěný objem z vnějších rozměrů	m ³	2313,94
	objem vzduchu v zóně tvoří z celkového objemu zóny	%	72,31
	celková podlahová plocha z vnějších rozměrů	m ²	721,80
	vnitřní celková podlahová plocha	m ²	583,50
ZÓNA 2 - KANCELÁŘE			
Z2	celkový obestavěný objem z vnějších rozměrů	m ³	337,70
	objem vzduchu v zóně tvoří z celkového objemu zóny	%	64,69
	celková podlahová plocha z vnějších rozměrů	m ²	83,90
	vnitřní celková podlahová plocha	m ²	70,70
ZÓNA 3 - KOMUNIKACE, TECHNICKÉ ZÁZEMÍ			
Z3	celkový obestavěný objem z vnějších rozměrů	m ³	572,91
	objem vzduchu v zóně tvoří z celkového objemu zóny	%	67,27
	celková podlahová plocha z vnějších rozměrů	m ²	169,60
	vnitřní celková podlahová plocha	m ²	141,05

Tab. 3 Vstupní data pro energetický výpočet

2.5 VYHODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI STÁVAJÍCÍ BUDOVY

Klasifikace budovy dle energetické náročnosti E (nehospodárná)

Měrné ztráty prostupem tepla $H_{T,j} = 1\,329,9 \text{ W/K}$



Graf 1 Podíl konstrukcí obálky budovy na tepelných ztrátách objektu

Průměrný součinitel prostupu tepla

$$U_{em} = 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{em, R, N, 20} = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou řešené budovy je více než o polovinu vyšší než u referenční budovy. Nesplňuje tedy požadavek normy ČSN 73 0540-2: $U_{em} \leq U_{em, N, 20}$. U_{em} výrazně ovlivňuje potřebu energie na vytápění a tím i celou dodanou energii do budovy.

Měrná dodaná energie

$$E_{P,A} = 227 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$E_{P,A,R} = 147 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

Dílčí dodané energie jsou v budově zastoupeny systémem vytápění, ohřevem vody a osvětlením. Nejhuře je na tom systém vytápění s $200 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Lépe hodnocené dílčí dodané energie jsou na ohřev vody $19 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ a na osvětlení $8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Měrná neobnovitelná primární energie

$$E_{p,NA} = 298 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$E_{pN,A,R} = 172 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

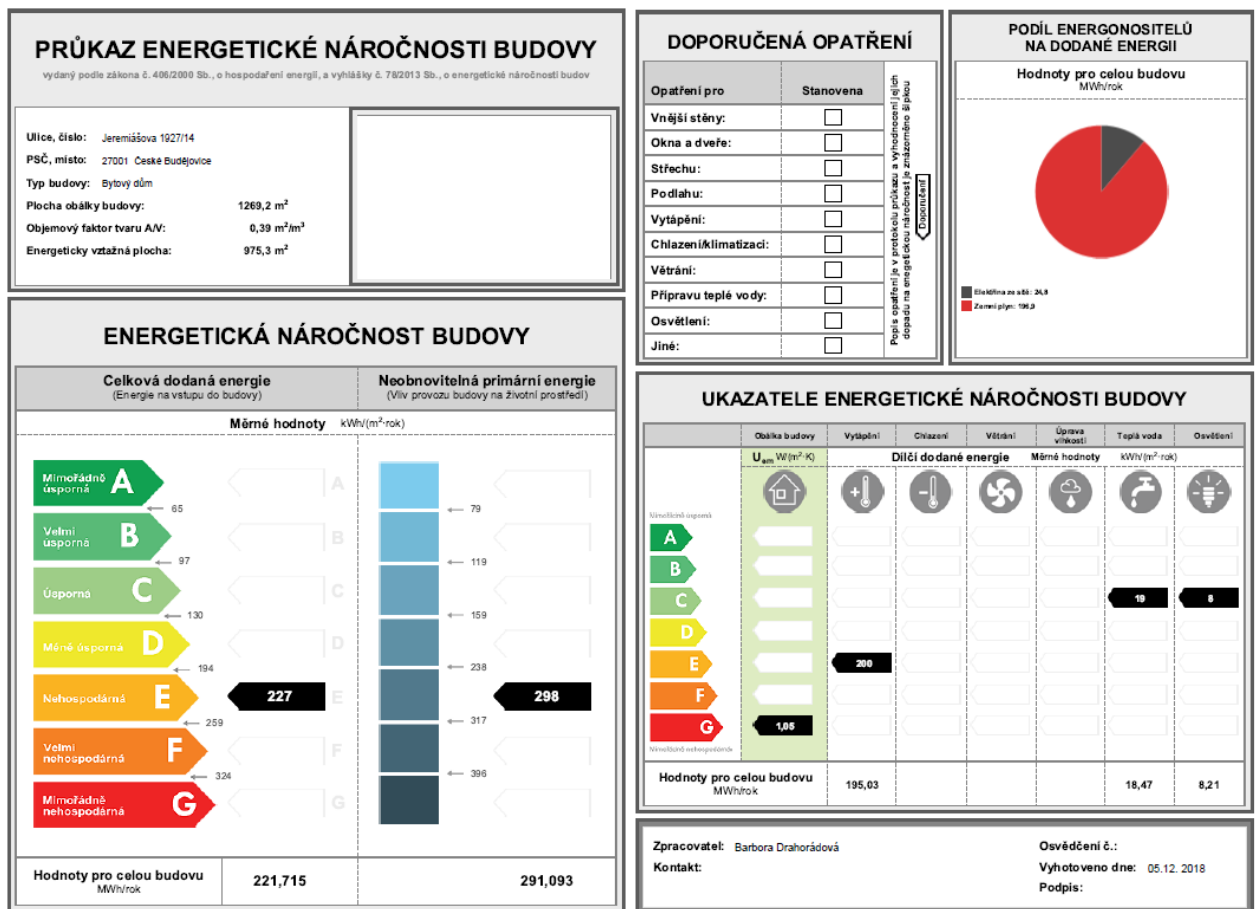
Při posuzování energetické náročnosti budov je hlavním ukazatelem neobnovitelná primární energie. Její množství udává vliv provozu budovy na životní prostředí. Pro dosažení pasivního standardu je třeba snížit její hodnotu pod 60 kWh/m²a. Pro snížení hodnoty je třeba snížit potřebu tepla na vytápění. Toho můžeme docílit například zkvalitněním obálky budovy nebo použitím zdroje energie s nízkým faktorem energetické přeměny (tepelné čerpadlo).

Měrná potřeba tepla na vytápění

$$e_A = 200 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$e_{A,ref} = 118 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

Celý výstup výsledků je znázorněn ve výstupu PENB, který je součástí příloh v samostatných deskách.



Obr. 28 Výřez grafického znázornění PENB stávajícího stavu

3 STUDIE DISPOZIČNÍCH ZMĚN

Diplomová práce navazuje na studii dispozičních změn z roku 2017.[1] V rámci této studie je navrženo několik úprav týkajících se uliční budovy, dvorního přístavku a návrhu výtahu.

Realizace navržených dispozičních změn nemusí probíhat zároveň. V první etapě je možné provést změny u přístavku, který je ve špatném stavu. Později pak mohou proběhnout navržené úpravy u uličního objektu. Změna dispozic uličního objektu je ale závislá na zavedení kanalizace do pravé části budovy. Bez ní není možné navržené úpravy dispozice provést.

3.1 DVORNÍ PŘÍSTAVEK

Stavebními úpravami vznikají v přístavku na místě 2 větších bytů 3 menší byty. Byt 2+1 a mezonetový byt 2+1 v přízemí mají vlastní terasu orientovanou do dvora. Okna na terasu jsou stíněna kromě vnitřních žaluzií také pergolou nad terasou. Ve 2NP je stavebními úpravami upravena dispozice bytu 03, byt je zmenšen na dispozici 2+kk.

Nově navržené byty je třeba posoudit, zda splňují požadavky na proslunění dle platné legislativy. Požadavky na proslunění bytů jsou uvedeny v ČSN 73 4301 Obytné budovy. *„Byt je prosluněn, je-li součet ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu ploch všech jeho obytných místností.“* [18] Toto posouzení není součástí diplomové práce.

3.2 ULIČNÍ OBJEKT (HLAVNÍ BUDOVA)

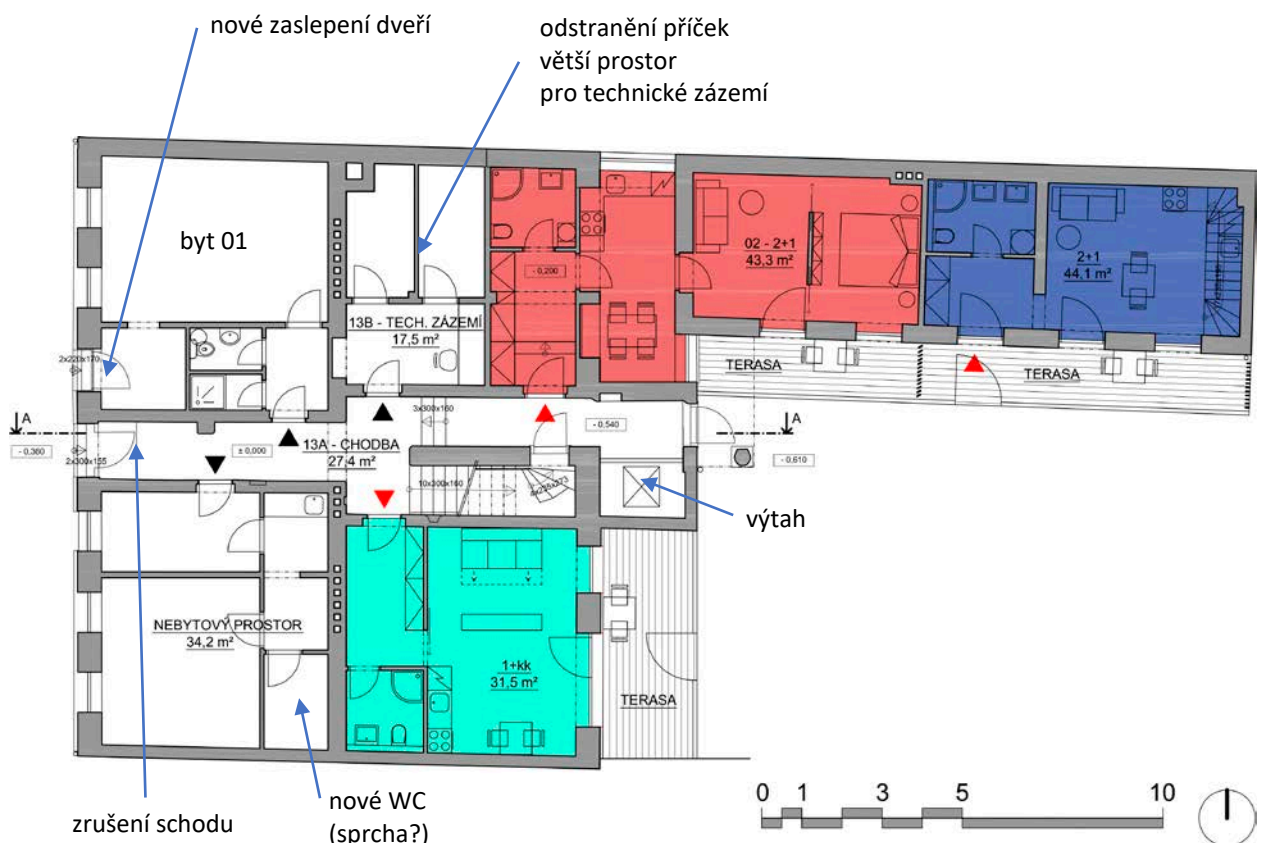
Dispoziční změny v hlavní budově je vhodné provést v době, kdy se bude zasahovat do úprav kanalizace. Kanalizaci je nutné zavést do pravé části budovy, kde jsou dnes nebytové prostory bez hygienického zařízení. Pro zavedení kanalizace je nutné překopat chodbu i podlahy v nebytových prostorách. Tento velký zákrok je vhodné využít pro realizaci nové vodorovné hydroizolace a zateplení podlahy v celém přízemí. Je to také velká příležitost pro vnější zateplení stěn suterénu.

V 1NP je navržené zmenšení nebytových prostor z 65,4 m² na 34,2 m². V části orientované do dvora je navržen nový byt 1+kk s terasou. Okna na terasu jsou opět stíněna kromě vnitřních žaluzií také pergolou nad terasou.

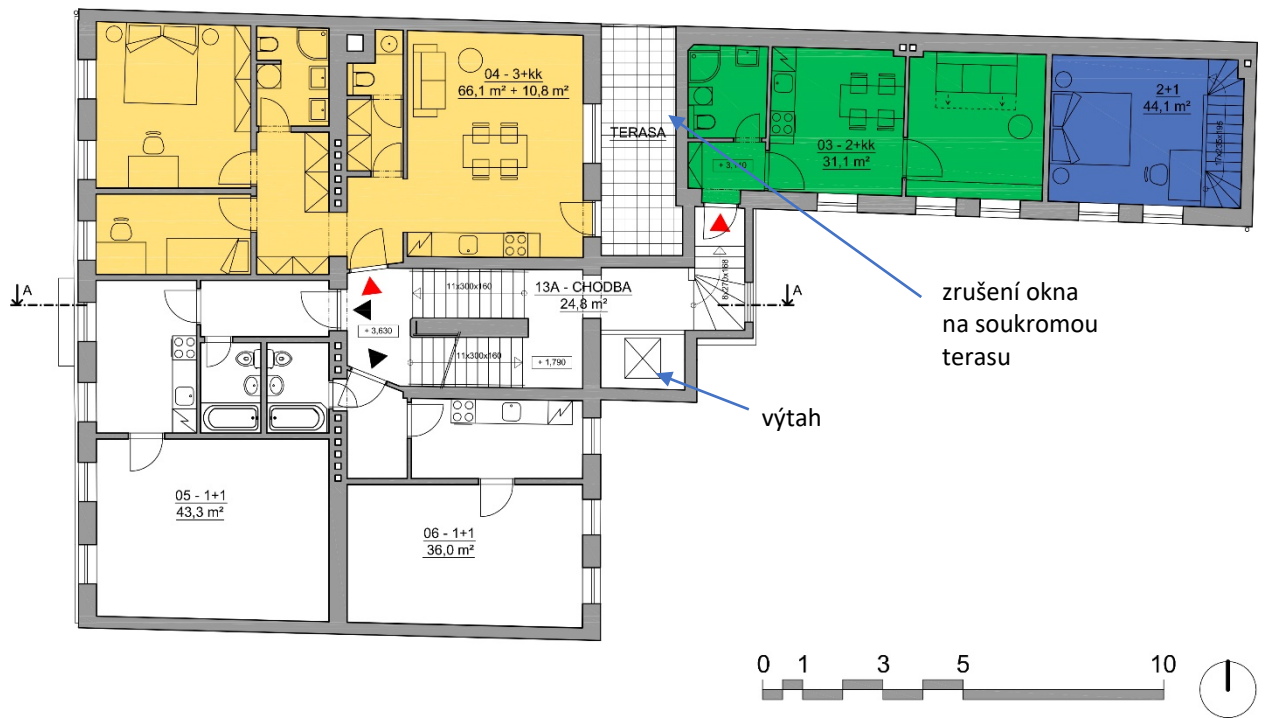
Majitel si přeje zachovat možnost mít v přízemí místo bytu 01 znovu nebytové prostory (jako tomu bylo v minulosti) přístupné vlastním vchodem z Jeremiášovi ulice. Dveře tak dále zůstanou pro potřeby bydlení zaslepeny a v případě nové nebytové funkce budou moci být opět používány. Stávající zaslepení dveří nevypadá z ulice příliš atraktivně a je třeba ho udělat nové.

Pro větší pohodlí lidí je navržen výtah v prostorách, kde byla na patrech samostatná WC anebo komora. Návrh výtahu je také závislý na zavedení kanalizace do pravé části budovy z důvodu využívání toalet v 1NP zaměstnanci firmy. Instalace výtahu bohužel neposkytne plnou bezbariérovost, ale i tak zkvalitní bytový fond.

Pro výtah bude dozděna šachta z betonových bednicích tvárnic. Mají vyšší únosnost a jejich velkou výhodou je rychlost výstavby. Typ výtahu by měl vhodný do stávajících budov, měl by být s malou prohlubní a hlavou šachty.



Obr. 29 Návrh změny dispozice 1NP, autor: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D., 10/2017 [1]



Obr. 30 Návrh změny dispozice 2NP, autor: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D., 10/2017 [1]

V rámci studie z roku 2017 nebyly ve zbývajících podlažích navrženy žádné dispoziční změny bytů. Jedinou změnou je již zmíněná výtahová šachta, která je na poslední mezipodestě dozděna.



Obr. 31 Návrh změny dispozice Podélný řez, autor: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D., 10/2017 [1]

4 NÁVRH VARIANT OPATŘENÍ

Při návrhu opatření by se nemělo zapomínat na novou Evropskou směrnici o energetické náročnosti budov a její dlouhodobou strategii. „Velký důraz je kladen na stávající budovy, které by se v dlouhodobém horizontu měly formou renovací stát budovami s téměř nulovou spotřebou energie. U větších renovací stávajících budov se doporučuje řešení zaměřit nejen na využití technicky a ekonomicky proveditelných vysoce účinných technických systémů, ale současně věnovat pozornost otázkám zdravého vnitřního prostředí, požární bezpečnosti a rizikům spojených s intenzivní seismickou aktivitou.“ [13]

Opatření navržená v diplomové práci reagují na zjištěné skutečnosti a energetické posouzení stávajícího stavu budovy. Vzhledem k tomu, že je budova v současné době v nevhodném stavu, je důležité se zaměřit na zlepšení její obálky. Obálka odpovídá době realizace na přelomu století a vykazuje velké tepelné ztráty zejména z důvodu nedostatečné tepelné izolace. Cílem práce je navrhnout taková opatření, která budovu upraví tak, aby splňovala normové požadavky a zároveň se přiblížila k úsporným budovám.

Nejdříve jsou uvedena opatření, na které by se při renovaci nemělo zapomenout. Jedním z nich je sanace vlhkého zdiva a podlahy. Před jakýmkoli zateplováním je třeba odstranit příčiny vlhkosti. Vlhkost zhoršuje mimo jiné tepelně izolační vlastnosti izolantů (zejména nasákavých materiálů).

Pro navržení sanačních opatření je nutné nejdříve určit příčinu vlhkosti na základě průzkumu a analýzy. Sanační opatření se pak vždy navrhnou na míru konkrétnímu domu, obvykle v kombinaci několika sanačních metod. Tento návrh nebyl součástí diplomové práce. Jsou zde jen stručně popsány možné příčiny a řešení.

MOŽNÉ PŘÍČINY ZVÝŠENÉ VLHKOSTI VE ZDIVU ŘEŠENÉHO DOMU

- Vzlínající zemní vlhkost
- Špatně vyřešené odtoky dešťové vody ze střech
- Chybí hydroizolace / špatně provedená hydroizolace proti zemní vlhkosti
- Špatně provedená drenáž kolem objektu
- Zvýšená spodní voda?

ODSTRANĚNÍ PŘÍČIN

- Provést geologický průzkum (zjistit mocnost zeminy)
- Zjistit propustnost podloží
- Zjistit hladinu spodní vody
- Vyčištění všech žlabů a svodů, zkontrolování dostatečné dimenze
- Napojení všech svodů na kanalizaci
- Nový drenážní systém, kolem objektu kačírek
- Dodatečné odizolování
- Úprava vnitřního prostředí budovy, zajištění přirozeného nebo nuceného větrání

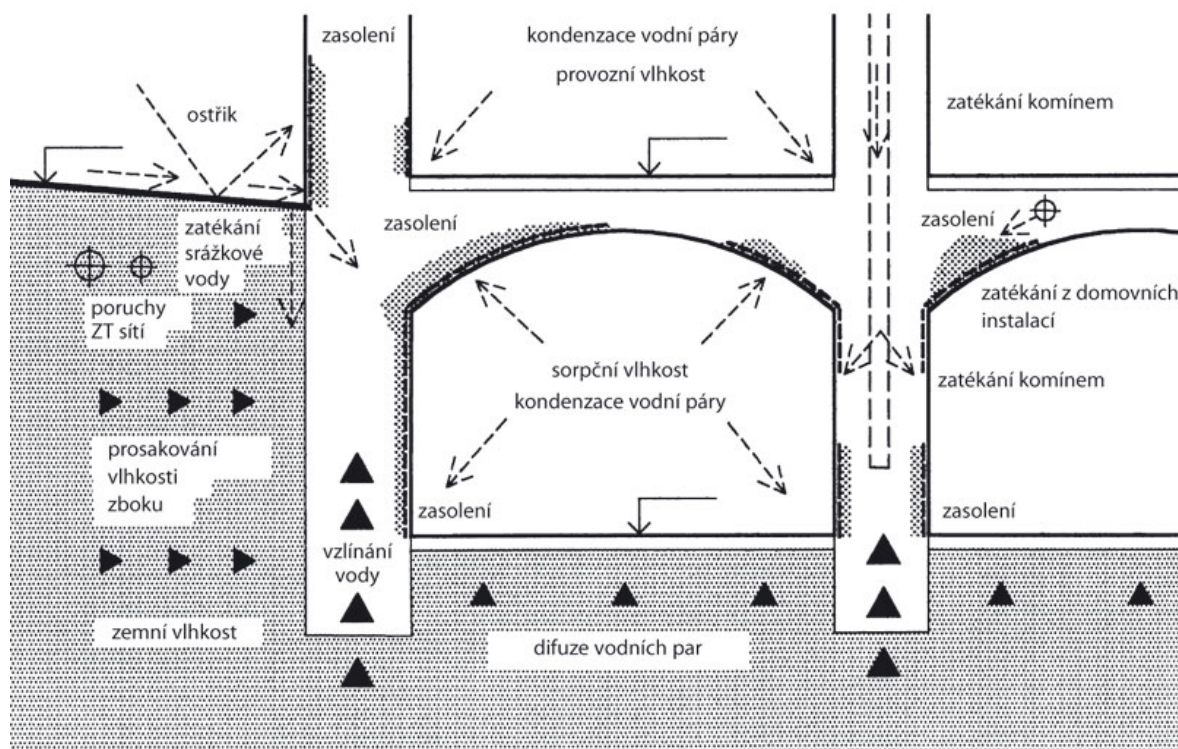
S největším množstvím vlhkosti se potýkáme u přístavku. U obvodových stěn by bylo vhodné odkopat základy, nechat je vysušit a následně provést dodatečné svislé hydroizolace. Obvodový plášť je třeba obnažit až na patu domu (základovou spáru).

Sanační práce by spočívaly tedy také v novém drenážním systému. Drenážní systém odvodňuje odtečením vodu, která se hromadí okolo obvodového zdiva. Důležité je vhodné zaústění drenážní hadice, která odvádí nahromaděnou vodu. Musí být pořád ve spádu. Pokud není vyústěna do kanalizace, musí být vyústěna do drenážní jámy nebo trativodní jámy v dostatečné vzdálenosti od objektu. V tomto případě v dostatečné vzdálenosti do zahrady na dvorku.

Jednou ze sanačních metod, která by mohla být použita pro odstranění vlhkosti, je injektáž zdiva. Injektážní látka vytváří clonu, která odpuzuje vodu a nedovolí vlhkosti, aby vzlínala výše do zdiva. Výhodou injektáže je, že může zaizolovat jakoukoliv svislou zeď i když je přístupná pouze z jedné strany. Tímto způsobem je možné ošetřit jakoukoliv vlhkou zeď (do vlhkosti zdiva 50%). Sklon, počet vrtů, průměr a osová vzdálenost mezi nimi závisí na vlhkosti daného zdiva a druhu injektážního prostředku. U budov s cihelným zdivem se používá beztlaková injektáž.

Injektážní metodu bych doporučila více než například metodu podřezávání zdiva, která spočívá ve vytvoření spáry (strojově nebo ručně), do které je vložena dodatečná hydroizolace. Injektážní metoda má mnoho výhod. Je méně invazivní a nemusí ani narušit interiér budovy. Podřezání zdiva je velkým zásahem pro celý objekt a mohlo by narušit únosnost.

Injektáž by mohla být provedena také pro vysušení suterénu nebo i jiných obvodových stěn, kde je problém s vlhkostí. U stěn suterénu je třeba nezapomenout ověřit vlhkost zdiva. Zdivo s velmi vysokou vlhkostí má kapiláry a póry zaplněné vodou a nelze tak do nich vpravit dostatek injektážního materiálu. Injektážní metodě by tedy muselo předcházet vysušování.



Obr. 32 Možné příčiny vlhkostních poruch suterénního zdiva [19]

Dalším důležitým opatřením je oprava hydroizolačního souvrství soukromé terasy, kde je dnes problém s vlhkostí.

Mělo by být provedeno také odvětrání hygienických místností a kuchyní v každém bytě. V kuchyních vznikají škodliviny v podobě oděrů a vlhkosti. Při vaření na plynovém sporáku navíc vzniká spalováním oxid uhlíčitý. V kuchyních je tedy třeba doplnit sporáky o digestoře.

3.1 VARIANTY ÚPRAV OBÁLKY BUDOVY

Jednou z cest, která vede k úspoře energie je zlepšení kvality obálky budovy. Dle zákona 406/2000 Sb. O hospodaření energií § 2 Základní pojmy je obálka budovy "soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy nebo zóny, které jsou vystaveny

přílehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch, přílehlá zemina, vnitřní vzduch v přílehlém nevytápěném prostoru, sousední nevytápěné budově nebo sousední zóně budovy vytápěné na nižší vnitřní návrhovou teplotu".[20]

U tohoto bytového domu se obálka budovy skládá z těchto konstrukcí – výplně otvorů (okna, dveře), obvodové stěny, podlaha na zemině, suterénní stěna, podlaha suterénu a střecha.

Největší část obálky domu tvoří obvodové stěny, které mají důležitý vliv na energetický výpočet. Velmi významným prvkem jsou také okna a dveře. Přes prosklené části výplní otvorů vnikají do objektu solární zisky, které snižují potřebu tepla na vytápění.

Popis konstrukce	Součinitel prostoru tepla $W/(m^2K)$		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{n,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
stěna vnější - těžká	0,30	0,25	0,18 - 0,12
střecha plochá a šikmá se sklonem 45° včetně	0,24	0,16	0,15 - 0,10
strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez TI)	0,30	0,20	0,15 - 0,10
podlaha a stěna vytápěného prostoru přílehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 - 0,15
strop a stěna z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 - 0,20
stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70	0,50
výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše	1,50	1,20	0,80 - 0,60
šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°	1,47	1,10	0,90
dveře z vytápěného do venkovního prostředí	1,70	1,20	0,90

Tab. 4 Vybrané normové hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Přes obálku budov dochází také k tepelným ztrátám objektu. Netěsnostmi v obálce uniká teplo prouděním a přes konstrukce prostupem. Zateplením můžeme tepelné ztráty prostupem tepla značně zredukovat. Proto je při návrhu variant obálky důležité myslet na eliminaci tepelných mostů a vazeb. Tepelné mosty jsou místa, odkud může unikat teplo z interiéru. Tato místa zvyšují spotřebu energie na vytápění domu a také zvyšují riziko poškození konstrukce.

„K odstranění tepelných mostů musí být tepelně izolační vrstva provedena dokonale bez mezer a pečlivě napojena na pronikající stavební díly. Procházející a vyčnívající stavební díly (například balkonové desky) je nutno rovněž ze všech stran opatřit izolací.“ [21]

Tepelná izolace udržuje v budově tepelnou pohodu a příjemné klima. V zimě brání úniku tepla a v horkých dnech v létě naopak brání přehřívání interiéru. Kompletní zateplení objektu však vyžaduje i změnu režimu větrání. Teplotní úniky současné obálky budovy by bylo možné odhalit pomocí termokamer. Na termogramu jsou viditelné nejen tepelné ztráty, ale i vlhkost a netěsnost budovy. Tato analýza pomocí termokamery nebyla součástí diplomové práce.

Vedle zamezení vzniku tepelných mostů je dalším důležitým aspektem vzduchotěsnost budovy. Vzduchotěsníci vrstva zabraňuje pronikání vzduchu konstrukcemi – brání neřízené výměně vzduchu mezi exteriérem a interiérem. Utěsnění budovy není možné zanedbat. Pokud by bylo zanedbáno, úspěch izolačních opatření by nebyl 100%.

Vzduchotěsníci vrstva je velmi často i zároveň parotěsnou vrstvou, která brání poruchám při kondenzaci vodní páry. V domech, kde je navrženo řízené větrání se zpětným získáváním tepla, je tato vrstva naprosto nezbytná. Vzduchotěsnou vrstvou může být vnitřní omítka, zdivo, OSB desky krovu, nebo vzduchotěsníci okenní pásy. Důležité je vyřešit všechna napojení jednotlivých částí vzduchotěsníci vrstvy, tak aby byla vrstva všude spojitá. Například u omítky je třeba nutné omítat i na místa, které nejsou ve finále vidět (u podlahy nebo například za SDK předstěnami). Existují různé druhy těsnících pásek a tmelů pro zaručení spojitosti vzduchotěsníci vrstvy.

Netěsnosti je možné vysledovat pomocí testu vzduchotěsnosti (blower-door-test). Pro pasivní domy s nuceným větráním se zpětným získáváním tepla je hraniční hodnota $n_{50,N} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. To znamená, že se za hodinu v budově nesmí vyměnit více než 60% celkového objemu budovy při stejném tlaku 50MPa (tlak při síle větru asi 9m/s).

NÁVRH VARIANT ÚPRAV OBÁLKY BUDOVY

Celkem jsou navrženy 4 varianty úprav obálky budovy.

Studie dispoziční změny přístavku - úprava přístavku, uliční objekt beze změny

Dvorní přístavek je ve špatném stavu a je třeba ho primárně zrenovovat. Při návrhu studie a změně celé dispozice je navržen tak, aby provedené práce nebylo nutné opakovat v blízké době znovu.

Varianty úprav obálky uličního objektu – již upravený přístavek (viz Studie dispoziční změny v přístavku), dispoziční úpravy v uliční budově, nový výtah

U dalších variant je uvažován již nově upravený a zateplený přístavek a navržené změny v uliční budově. V rámci dispozičních změn v hlavní budově proběhne zavedení kanalizace do pravé části budovy a bude osazen nový výtah. V přízemí hlavní budovy budou nebytové prostory zmenšeny a v části orientované do dvora vznikne nový byt. Okna nového bytu se vymění ve všech variantách za větší okna (izolační trojskla).

- **Varianta 1**
- **Varianta 2**
- **Varianta 3**

Shrnutí navržených variant je uvedeno v následující tabulce Tab. 5 Varianty úprav obálky budovy. Pro větší přehlednost jsou zvýrazněny šedou barvou změny oproti předchozí variantě. Po tabulce následuje popis jednotlivých variant.

	OKNA, DVEŘE		PODLAHA NA ZEMINĚ		OBVODOVÉ STĚNY		STŘECHA		SUTERÉN
	ULIČNÍ OBJEKT (HLAVNÍ BUDOVA)	DVORNÍ PŘÍSTAVEK	ULIČNÍ OBJEKT (HLAVNÍ BUDOVA)	DVORNÍ PŘÍSTAVEK	ULIČNÍ OBJEKT (HLAVNÍ BUDOVA)	DVORNÍ PŘÍSTAVEK	ULIČNÍ OBJEKT (HLAVNÍ BUDOVA)	DVORNÍ PŘÍSTAVEK	ULIČNÍ OBJEKT
STUDIE DISPOZIČNÍ ZMĚNY PŘÍSTAVKU	beze změny	všechna okna nová izolační trojskla (kombinace otevíracích a fixních)	beze změny	nová podlaha HI a TI	beze změny	vnější zateplení, provětrávaná fasáda do dvora	beze změny	zateplení střechy a terasy, nová HI a odvodnění	beze změny
VARIANTA 1	ponechání plastových oken (dvojskla), výměna starých dřevěných oken a střešních oken, kterými zatéká za izolační trojskla	viz studie dispoziční změny přístavku	beze změny	viz studie dispoziční změny přístavku	zateplení z interiéru, tepelně izolační omítka, obvodové stěny v podkroví nejsou zatepleny	viz studie dispoziční změny přístavku	zateplení stávající skladby střechy, přidání nadkrokevní TI, nová střešní krytina	viz studie dispoziční změny přístavku	vysušení, odvodnění sklepu i celého domu
VARIANTA 2	výměna všech oken za nová okna s izolačními trojskly (pevné x fixní), dveře nové tepelně izolované	viz studie dispoziční změny přístavku	nová podlaha včetně zateplení a hydroizolace, $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$	viz studie dispoziční změny přístavku	vnější zateplení tepelnou izolací na doporučené hodnoty $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	viz studie dispoziční změny přístavku	nová skladba střechy, na pasivní hodnoty $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$	viz studie dispoziční změny přístavku	vysušení, zaizolování stěn zvenku, HI
VARIANTA 3	viz varianta 2	viz studie dispoziční změny přístavku	nová podlaha včetně zateplení a hydroizolace, $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$	viz studie dispoziční změny přístavku	vnější zateplení tepelnou izolací na pasivní hodnoty $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	viz studie dispoziční změny přístavku	viz varianta 2	viz studie dispoziční změny přístavku	viz varianta 2

Tab. 5 Varianty úprav obálky budovy

Zateplení obálky domu by mělo být vždy řešeno komplexně. Mělo být provedeno v co nejvyšší možné kvalitě s důrazem na co možná nejdelší životnost domu. V tloušťce ani v ceně izolantu bychom tedy šetřit úplně neměli. Větší tloušťka materiálu se na celkových nákladech projeví velmi málo. „Práce vynaložená na izolaci stavebního dílu je – v určitých mezích – téměř nezávislá na tloušťce izolace.“ [21]

Existuje velké množství materiálů od pěnových izolací, izolací z umělých vláken až po tepelné izolace z rostlinných a živočišných surovin. V první řadě by jako kritérium volby měla být vhodnost izolace pro příslušné použití. Z tohoto důvodu byly sestaveny tabulky s nejčastěji používanými tepelnými izolacemi, které jsou vhodné pro daný typ zateplení. Pro porovnávání izolací jsou uvedeny deklarované hodnoty součinitele tepelné vodivosti a difuzního odporu.

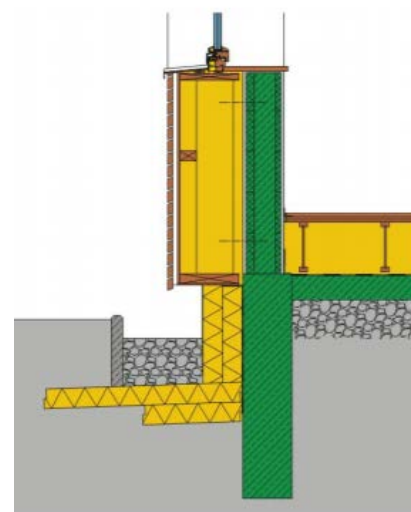
Součástí zateplení všech obvodových stěn je i zateplení soklové části a základů. Pokud by tato část nebyla zateplena, vznikal by tam výrazný tepelný most a docházelo by k promrzání základů a části terénu pod stavbou. Tepelná izolace soklu by měla odolávat mechanickému poškození a vodě, která se bude u soklu po dešti nebo při tání sněhu hromadit.

Teplená izolace vhodná pro zateplení soklu a spodní stavby	Součinitel tepelné vodivosti λ_D [W/(mK)]	Difuzní odpor μ [-]	Vlastnosti, výhody nevýhody
XPS (extrudovaný polystyrén)	0,029 - 0,038	100 - 200	dlouhodobě je schopen odolávat kontaktu s vodou, dlouhá životnost, dobrá odolnost vůči tlaku
pěnové sklo	0,040 - 0,050	70 000 parotěsné	drahé, parotěsné, nenasákavé, velká tlaková únosnost - ZÁKLADY, SPODNÍ STAVBA
štěrka z pěnového skla	0,075 - 0,090	parotěsná zrna, zásyp jako celek prodyšný	při zakládání domu na izolaci, vysoká únosnost, nenasákavost
EPS perimetr (jen sokl)	0,034	50 - 150	desky minimálně nasákavé a mrazuvzdorné, styk s vlhkostí, ne tlaková voda, ne vysoká spodní voda
Purenit	0,08	10	styk zdiva v základové spáře, vysoké zatížení zdiva v tlaku

*) Hodnota součinitele tepelné vodivosti se mění s různou objemovou hmotností a tloušťkou. Čím nižší je jeho hodnota, tím lepší tepelněizolační vlastnosti má daný materiál. Hodnoty jsou stanovené výrobcí TI. [29], [30] Nízký difuzní odpor znamená výbornou průchodnost pro vodní páry.

Tab. 6 Teplená izolace vhodná pro zateplení soklu a spodní stavby

Pro izolování základů je možné využít technologii s německým názvem SCHIRMDÄMMUNG (tepelný štít). Podzemní tepelná izolace nejde vertikálně dolů podél zdi, ale jde mírně skloněná do dálky směrem od domu. Brání průniku zimního chladu do půdy. Tepelnou izolaci tvoří dva pásy XPS, přičemž druhý pás může být tenčí. Izolace by měla sahát od zdi domu dále než 1m, ideálně 2m. Výhodou tohoto řešení je, že se nemusí kolem zdí kopat do hloubky.



Obr. 33 Ukázka izolování základů – SCHIRMDÄMMUNG [15]

3.1.1 STUDIE DISPOZIČNÍ ZMĚNY PŘÍSTAVKU

Jak již bylo řečeno, studie dispozičních změn se týká pouze úprav dvorního přístavku, který je ve špatném stavu. Hlavní budova do ulice je v této fázi dispozičních úprav beze změny. Změny v hlavní budově jsou uvažovány v následujících variantách opatření (varianta 1, varianta 2 a varianta 3), kde se předpokládá zavedení kanalizace do zbylé části uličního objektu.

OKNA, DVEŘE: Při úpravě dispozic dochází ke zvětšení oken na jižní fasádě. Nová okna jsou navržena jako izolační trojskla. Součinitel prostupu tepla celého okna (izolační trojskla) je uvažován $U_w = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$ (např. okna Slavona Progression). Nové vchodové dveře do bytů jsou tepelně izolované.

Počet a rozměry nových oken a dveří:

- Dveře 1150 x 2610 – 3ks
- Okna 1150 x 2610 – 2ks
- Okna 1000 x 2140 – 5ks

PODLAHA NA ZEMINĚ: Odstranění původní podlahy, navržena nová podlaha s hydroizolací a tepelnou izolací. Provedení injektáže stěn jako sanačního opatření proti vlhkosti. Nová skladba podlahy je navržena na doporučené hodnoty $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V roce 1996 byl proveden radonový průzkum. Objekt vyhovuje požadavku vyhlášky č. 76/91 Sb. a při stavebních úpravách nevyžaduje provedení protiradonového opatření.

PULTOVÁ STŘECHA: Střechy jsou nejslabším místem z hlediska tepelných ztrát a zisků povrchu budovy. Teplo z interiéru uniká střechou více než stěnami. Střecha je také nejvíce ochlazovanou plochou. Nevětrané ploché střechy by měly být opatřeny izolační vrstvou. Součástí renovace střechy je úprava okapových žlabů, klempířské práce a nová střešní krytina.

PLOCHÁ STŘECHA (SOUKROMÁ TERASA): Doplnění hydroizolace, zateplení, nový svod ze střechy.

3.1.2 VARIANTA 1

OKNA, DVEŘE: Plastová okna (dvojskla) jsou ponechána. Stará dřevěná okna a střešní okna, kterými zatéká, jsou vyměněna za nová okna (izolační trojskla). $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

PODLAHA NA ZEMINĚ: Beze změny.

OBVODOVÉ STĚNY: Pokud by budova byla památkově chráněná nebo měla výraznou a kvalitní fasádu, bylo by jediným možným řešením zateplení obvodových stěn z interiéru. Aplikování TI z vnitřní strany se používá méně často, ale u některých budov bývá jediným možným východiskem. Z tohoto důvodu je také tato varianta uvažována. Pokud to je možné, vždy je lepší zvolit zateplení z exteriéru. Vnitřní zateplení je technicky náročnější a bývá u něj velké riziko kondenzace vodní páry. Tímto zákrokem se také snižuje obytná plocha bytů.

VÝHODY A NEVÝHODY ZATEPLENÍ Z INTERIÉRU

+ jediné možné řešení v památkové zóně	- zmenšení vnitřního prostoru
+ zachování dobového rázu domu a jeho fasády	- technicky náročnější
+ zateplení tam, kde to zvenku nejde	- riziko kondenzace vodní páry
+ u velmi tlustého zdiva se zkrátí doba vytopení místností	- méně účinné

V níže uvedené tabulce jsou uvedeny nejčastěji používané tepelné izolace vhodné pro vnitřní zateplení obvodových stěn. Pro porovnání jsou opět uvedeny jejich orientační vlastnosti (hodnoty součinitele tepelné vodivosti a difuzního odporu).

Teplená izolace vhodná pro vnitřní zateplení obvodových stěn	Součinitel tepelné vodivosti λ_D [W/(mK)]	Difuzní odpor μ [-]	Poznámka
dřevovláknitá deska měkká	0,038 - 0,05	1	tepelně-akumulační schopnosti, difuzní propustnost, tlumí hluk
vakuové izolační panely (VIP)	0,006 - 0,008	> 100 000	vysoká cena, tenká vrstva, řešení komplikovaných detailů
desky na bázi tvrzené fenolické pěny	0,018 - 0,022	35	vysoká tepelně-izolační schopnost, úspora v tloušťce izolantu, drahé
PIR (polyizokyanurátová pěna)	0,021 - 0,023	35 - 56	nepřijímá žádnou vlhkost díky uzavřené struktuře
PUR (pěnový polyuretan)	0,024 - 0,045	30 - 100	záleží na vnitřní povrchové úpravě, riziko vzniku prostoru pro bakterie
IQ Therm Remmers deska z tvrzené PUR pěny	0,031	27	tepelně izol. schopnosti, prodyšný, schopnost transportu vlhkosti
foukaná celulóza do dřevěného roštu	0,037 - 0,042	1 - 2	nejbezpečnější, difuzně otevřené s vnitřní omítkou
ovčí rouno	0,034 - 0,045	1,5	ekologické, hypoalergenní, nehodí se do vlhkého prostředí
konopná izolace	0,038 - 0,04	1 - 2	ekologické, hypoalergenní, výborné akumulaciční schopnosti
kalcium silikát	0,074		difuzně otevřené s vnitřní omítkou, kapilárně aktivní
EPS	0,031 - 0,040	40 - 100	ideální s parozbrzdou s proměnlivým dif. odporem nebo parozábranou
minerální vlna	0,033 - 0,042	5 - 10	nejméně bezpečná pro vnitřní TI, nutnost parozábrany

*) Hodnota součinitele tepelné vodivosti se mění s různou objemovou hmotností a tloušťkou. Čím nižší je jeho hodnota, tím lepší tepelněizolační vlastnosti má daný materiál. Nízký difuzní odpor znamená výbornou průchodnost pro vodní páry.

Tab. 7 Orientační vlastnosti tepelných izolací vhodných pro vnitřní zateplení

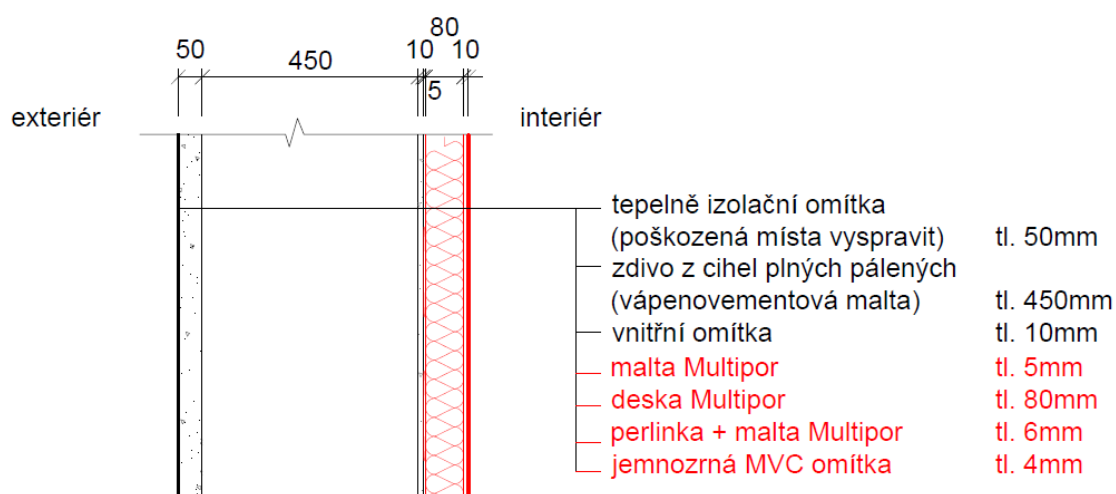
Při vnitřním izolování obvodových stěn je izolační vrstva přerušena všude tam, kde navazují vnitřní stěny nebo stropy. Aby tato slabá místa byla co nejmenší (většinou je nelze zcela

vyloučit) měly by se navazující stěny a stropy v napojení na vnitřní izolaci opatřit izolačními pruhy nebo klíny. Detail zateplení spoje vnější a vnitřní stěny je součástí příloh v samostatných deskách.

V současné době existují dvě varianty vnitřní izolace. Klasické řešení používá na straně místnosti parozábranu. Parozábrana zabraňuje pronikání vzdušné vlhkosti do obvodové stěny. Mezi izolační vrstvou a studenou stěnou tak nevzniká žádný kondenzát. Jako alternativa k tomu je kapilárně aktivní konstrukce. K této variantě jsou vhodné kalciumsilikátové desky, které jsou difuzně otevřené a mají vysokou kapilární savost.

Při vnitřním zateplení se vyplatí TI o síle 5 až 10 cm. Silnější izolace nemá kvůli vlivu tepelných mostů (stropní trámy, příčky) větší efekt. Při větší tloušťce TI by se navíc ještě více zmenšil vnitřní prostor a to u mnoho budov s malými prostory není žádoucí.

Pro vnitřní zateplení bylo zvoleno zateplení minerální tepelně izolační deskou Multipor, která je kalcium silikátový materiál ($\lambda_D = 0,042 \text{ W}/(\text{mK})$). Výhodou desek je schopnost regulace vlhkosti v konstrukci a i v samotném prostoru. Chrání také konstrukce před tvorbou plísní. V systému není nutná parozábrana.

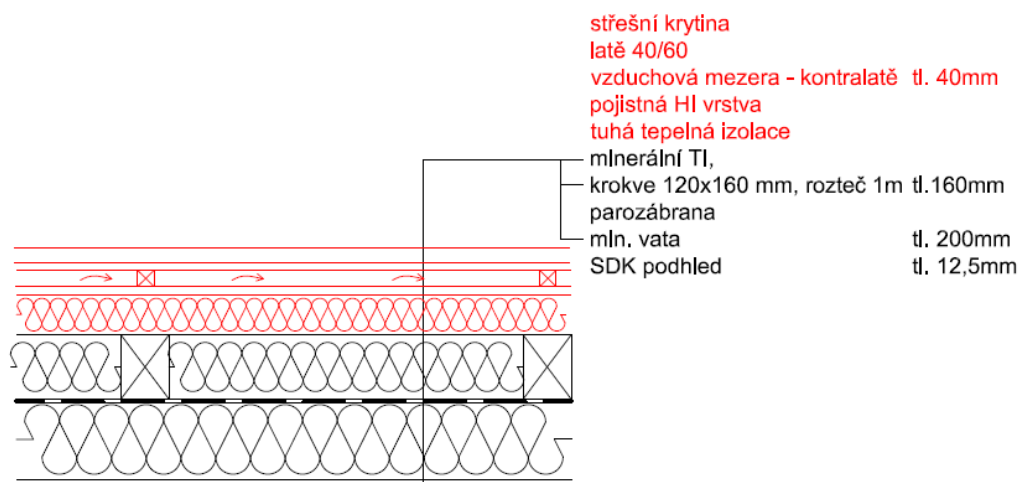


Obr. 35 Návrh vnitřního zateplení obvodové stěny

Zatepleny jsou obvodové stěny v prvních třech nadzemních podlažích. Stěny v obytném podkroví nejsou zatepleny. Zateplení podkroví se uvažuje ponechat stávající.

STŘECHA: Stávající skladba střechy je dodatečně zateplena nadkroevní tepelnou izolací. Pokrytí střechy je navrženo novou krytinou. Stávající byty v podkroví mohou i během rekonstrukce nadále fungovat. Nedochozí k znečištění místností v podkroví ani ke snížení světlé výšky vnitřního

prostoru. Nevýhodou tohoto řešení je zvednutí střechy, které nám však výrazně nevadí. Stávající budova je v řadové zástavbě nejvyšší a přizvednutí střechy nebude z pohledu chodce příliš znatelné. I přesto by bylo nutné toto řešení projednat se stavebním úřadem.



Obr. 36 Návrh nadkroevní TI u stávající střechy

Teplená izolace vhodná pro zateplení střechy	Součinitel tepelné vodivosti λ_D [W/(mK)]	Difuzní odpor μ [-]	Vlastnosti, výhody nevýhody
PUR (pěnový polyuretan)	0,023 - 0,032	30 - 100	velká odolnost vůči nízkým i vysokým teplotám
PIR (polyisokyanurátová pěna)			nepřijímá žádnou vlhkost díky uzavřené struktuře
minerální skelná vlna	0,032 - 0,050		velice paropropustná, vlhkost ze stěn má možnost se odpařovat, velká nasákavost
minerální kamenná vlna	0,035-0,042		čedič, malá tepelná roztažnost, velká nasákavost, průdučnost materiálu
foukaná celulóza mezi krokve	0,04		i pro historické budovy
dřevovláknitá deska měkká i tvrdá			tepelně akumulční schopnosti

*) Hodnota součinitele tepelné vodivosti se mění s různou objemovou hmotností a tloušťkou. Čím nižší je jeho hodnota, tím lepší tepelněizolační vlastnosti má daný materiál.

Nízký difuzní odpor znamená výbornou průchodnost pro vodní páry.

Tab. 8 Orientační vlastnosti tepelných izolací vhodných pro zateplení střechy

SUTERÉN: Vysušení sklepa. Možné sanační metody byly popsány na začátku kapitoly 4 Návrh variant opatření.

3.1.1 VARIANTA 2

OKNA, DVEŘE: V této variantě je vylepšena celá tepelně-izolační obálka. Všechna okna jsou vyměněna za izolační trojskla, které mají lepší termoizolační vlastnosti. Okna jsou navržena v kombinaci fixních a otevíravých křídel. Tato kombinace nemá vliv na vzhled fasády domu. Okna jsou stíněna vnitřními žaluziemi. Vstupní dveře do objektu z ulice i do dvora jsou nové tepelně izolované.

Vnější zateplování vyžaduje vyměnit stávající parapety za hlubší. Výměna oken může proběhnout i v několika etapách nebo také po zateplení obálky budovy. Při čerpání dotace je však nutné etapy výměny oken naplánovat tak, aby dokončení proběhlo včas a bylo možné nechat si peníze z dotace vyplatit.

PODLAHA NA ZEMINĚ: Odstranění původní podlahy, navržena nová podlaha s hydroizolací a tepelnou izolací. Pokud bude potřeba provedení injektáže stěn jako sanačního opatření proti vlhkosti. Nová skladba podlahy je navržena na doporučené hodnoty $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

OBVODOVÉ STĚNY: Zateplování obvodových stěn na doporučené hodnoty. Zateplení je provedeno z vnější stěny. Kontaktní zateplovací systémy se využívají nejčastěji při obnově bytových domů. Nejběžněji používaným materiálem je EPS a minerální vlna. Tepelná izolace slouží jako nosný prvek povrchové vrstvy (nejčastěji omítky). Chrání budovu v létě před sluncem a v zimě před chladem. Snižuje tak namáhání obvodového pláště změnami teplot.

VÝHODY A NEVÝHODY ZATEPLENÍ Z EXTERIÉRU – KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM

- + celistvost tepelné izolační vrstvy
- + prodloužení životnosti konstrukce
- + snížení namáhání pláště změnami teplot
- + zvýšení akumulární schopnosti domu
- potřeba prostoru kolem domu

Teplená izolace vhodná pro vnější zateplení obvodových stěn	Součinitel tepelné vodivosti λ_D [W/(mK)]	Difuzní odpor μ [-]	Poznámka
EPS (pěnový polystyrén)	0,031 - 0,040	40 - 100	neodolá dlouhodobé vlhkosti, difuzně uzavřený, není příliš vhodný pro starší domy s vyšší vlhkostí
EPS grey (grafitový polystyrén)	0,031 - 0,033	30 - 70	lepší izolační účinky než klasické EPS, nevýhoda oproti EPS je větší teplotní roztažnost
EPS dalmatin	0,031	< 60	system s polystyrénem ze směsného granulátu jako izolačním materiálem
PUR (pěnový polyuretan)	0,023 - 0,032	180 - 200	velká odolnost vůči nízkým i vysokým teplotám
PIR (polyizokyanurát)	0,023	35 - 56	nepřijímá žádnou vlhkost díky uzavřené struktuře
desky na bázi tvrzené fenolické pěny	0,018 - 0,022	35	vysoká tepelně-izolační schopnost, úspora v tloušťce izolantu, drahé
minerální skelná vlna	0,032 - 0,050	1	velice paropropustná, vlhkost ze stěn má možnost se odpařovat, velká nasákavost
minerální kamenná vlna	0,035 - 0,042	1	čedič, malá tepelná roztažnost, velká nasákavost, průdučnost materiálu
čedičová vlna s podélnými vlákny	0,0035	1	průdušnost materiálu
dřevovláknitá deska	0,04 - 0,05	3 - 5	akumulační schopnosti, odváděná vlhkost zamezuje tvorbě kondenzátu v konstrukci
konopná izolace	0,038 - 0,04	1 - 2	ekologické, hypoalergenní
foukaná celulóza do dřevěného roštu	0,037 - 0,042	1 - 2	nevhodná do ulice

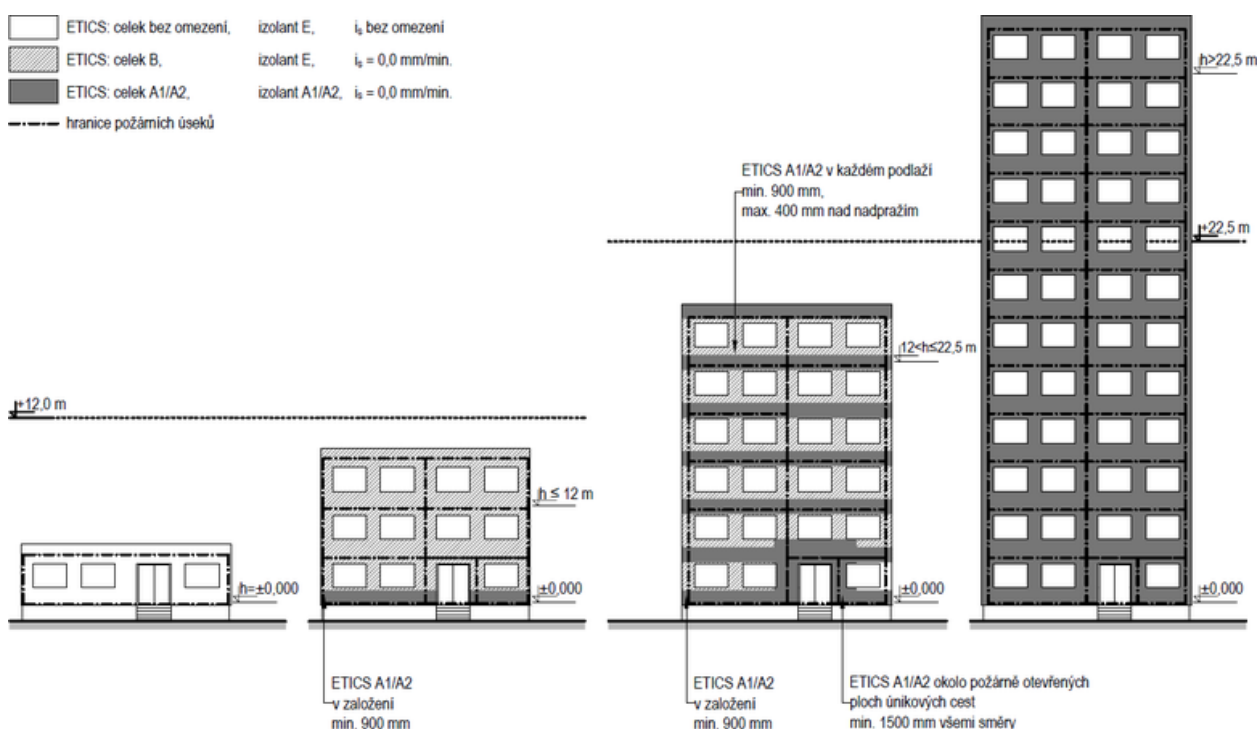
*) Hodnota součinitele tepelné vodivosti se mění s různou objemovou hmotností a tloušťkou. Čím nižší je jeho hodnota, tím lepší tepelněizolační vlastnosti má daný materiál. Nízký difuzní odpor znamená výbornou průchodnost pro vodní páry.

Tab. 9 Orientační vlastnosti tepelných izolací vhodných pro vnější zateplení

POŽÁRNÍ HLEDISKO KONTAKTNÍCH ZATEPLOVACÍCH SYSTÉMŮ

„Požární bezpečnosti se týká norma ČSN 73 0810:2016. Pokud se aplikuje ETICS na fasádu poprvé, mění se požadavky podle požární výšky⁴ objektu bez ohledu na to, zda jde o novostavbu nebo dodatečné zateplení. Výškové úrovně jsou čtyři: jednopodlažní objekty, objekty s požární výškou do 12,0 m (včetně), objekty s požární výškou od 12,0 do 22,5 m (včetně) a objekty vyšší.“

[22]



Obr. 37 Výškové kategorie a jejich základní požadavky na zateplení ETICS [22]

Řešený dům spadá do kategorie objektů s požární výškou $0,0 \leq h \leq 12,0$ m.

„Při splnění všech technických a technologických předpisů lze objekty s požární výškou do 12,0 m téměř kompletně zateplit hořlavým tepelným izolantem a to včetně průchodů, průjezdů, balkonů apod.“ [22]

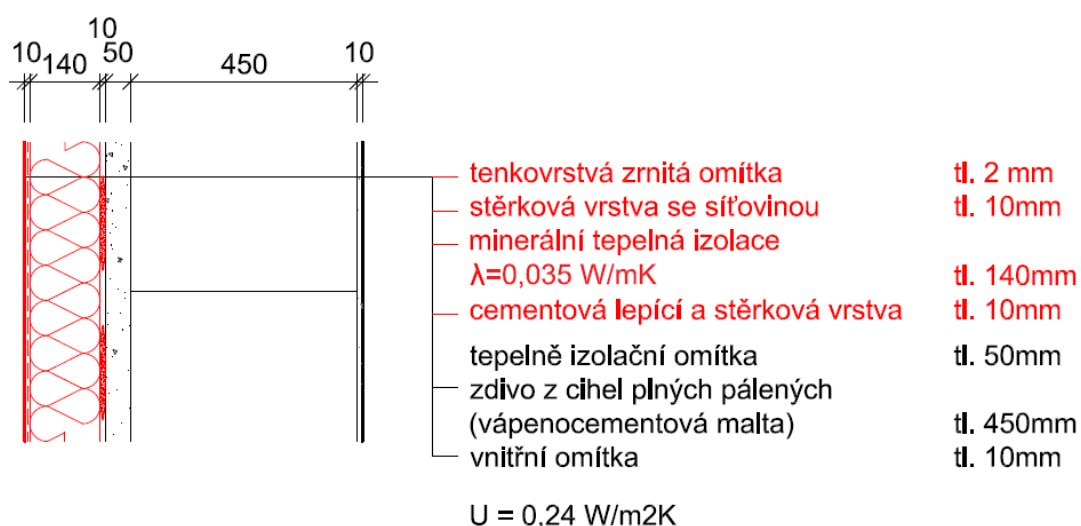
⁴ **Požární výška h** - je definována jako výška od čisté podlahy prvního nadzemního podlaží k čisté podlaze posledního užitného podlaží.

Město České Budějovice povoluje běžně zateplit tepelnou izolací obvodové stěny do ulice s tloušťkou maximálně 150mm. Naopak do dvora může být zateplení obvodových stěn větší.

U starších budov jako je tato je vhodné vybrat izolační materiál takový, který dobře propouští vodní páry. V opačném případě by vodní pára v konstrukci kondenzovala a vlhkost by byla zdrojem stavebních poruch nebo plísní. Je lepší tak použít izolace z dřevovláknitých desek, foukané drcené celulózy, minerální vlny než klasické desky z EPS, které jsou nejlevnější.

„Pro návrh konstrukce z hlediska eliminace nepříznivého vlivu kondenzace vodní páry je (v případě vrstvených konstrukcí) nutné dodržení teoretických požadavků na ideální řazení vrstev v konstrukci. Jednoduché doporučení říká, že vrstvy v konstrukci je třeba řadit tak, aby jejich difuzní odpor od vnitřního líce směrem k venkovnímu líci klesal, takže vrstva s nejvyšším difuzním odporem by byla umístěna na vnitřním líci a naopak vrstva s nejnižší hodnotou difuzního odporu na líci vnějším.“ [23] Výpočet hodnocení difuze a kondenzace vodní páry je součástí výpočtu v programu Teplo.

Pro tuto variantu byla nakonec zvolena tepelná izolace čedičová vlna s podélnými vlákny ($\lambda=0,035$ W/mK) o tloušťce 140mm (obvodové stěny 450 a 600mm) a 160mm (obvodové stěny 200 a 300mm). Materiál byl vybrán z důvodu jeho průdušnosti, která dotváří difuzně otevřenou skladbu obvodové stěny.



Obr. 38 Skladba zateplení obvodové stěny na doporučené hodnoty

Kontaktní zateplení je třeba provést na soudržný a pevný podklad. Současná omítka na fasádě řešeného objektu je v dobrém stavu, nedrolí se ani nepráší.

Při zateplování je důležité dbát na ošetření detailů, jako je okolí oken (parapet, nadpraží a ostění). Tato místa jsou proti venkovnímu chladu oslabena a hrozí zde riziko vzniku tepelných mostů. U starších domů při vnějším zateplováním často nestačí přesah střechy na štítové straně. Proto je třeba zvětšit přesah střechy. V této variantě je navržena nová střešní skladba a v případě potřeby nebude problém střechu prodloužit.

STŘECHA: Je navržena nová skladba se zachováním stávajícího krovu. Pokud by byly renovací odhaleny závady dřevěných prvků je nutné tyto prvky ztuzit nebo případně nahradit novými. Skladba střechy je navržena v pasivním standardu jako kombinace mezikrokevní a nadkrokevní tepelné izolace.

SUTERÉN: Nejčastěji se zateplení suterénu provádí izolací stropu. Zespodu se na strop připevní desky izolantu. Toto řešení však není pro řešený objekt vhodné. V suterénu jsou už v současné době dost stísněné prostory.

Při zavedení kanalizace do druhé části hlavní budovy a zateplení podlahy na zemině se nabízí možnost zateplit i svislé stěny sklepa. Zateplení zvenku má smysl, pokud je třeba udělat i novou hydroizolaci. Když by nebyla potřeba nová hydroizolace, bylo by neekonomické odkopávat celý sklep. Sklep v tomto domě má malou světlou výšku a hloubka výkopů nebude tolik velká.

Dodatečná svislá tepelná izolace by měla chránit stěny před půdní vlhkostí a měla by odolávat tlakové vodě. Jako izolační materiály připadají v úvahu materiály s hustotou $\rho = 30\text{kg/m}^3$, kvůli odolnosti proti tlaku. Nejčastěji se používají desky z extrudovaného polystyrenu (XPS).

3.1.2 VARIANTA 3

OKNA, DVEŘE: Viz varianta 2.

PODLAHA NA ZEMINĚ: Opět odstranění původní podlahy, navržena nová podlaha s hydroizolací a tepelnou izolací. Pokud bude potřeba provedení injektáže stěn jako sanačního opatření proti vlhkosti. Oproti variantě 2 je nutné odkopat více zeminy pro větší tloušťku zateplení (dražší řešení). Nová skladba podlahy je navržena na pasivní hodnoty $U = 0,22\text{ W/m}^2\text{K}$.

OBVODOVÉ STĚNY: Zateplování je provedeno z vnější stěny tak jako u varianty 2. Součinitel prostupu tepla obvodových stěn dosahuje hodnot pro pasivní budovy dle ČSN 73 0540-2:2011 a to konkrétně hodnoty 0,15. Toho lze dosáhnout použitím izolačních materiálů, které mají lepší hodnoty součinitele tepelné vodivosti λ_D a navýšením tloušťky tepelné izolace (v rozumné míře) v částech domu orientovaných do dvora, kde je dostatek místa.

Dosáhnout určených hodnot $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ by bylo možné těmito způsoby zateplení:

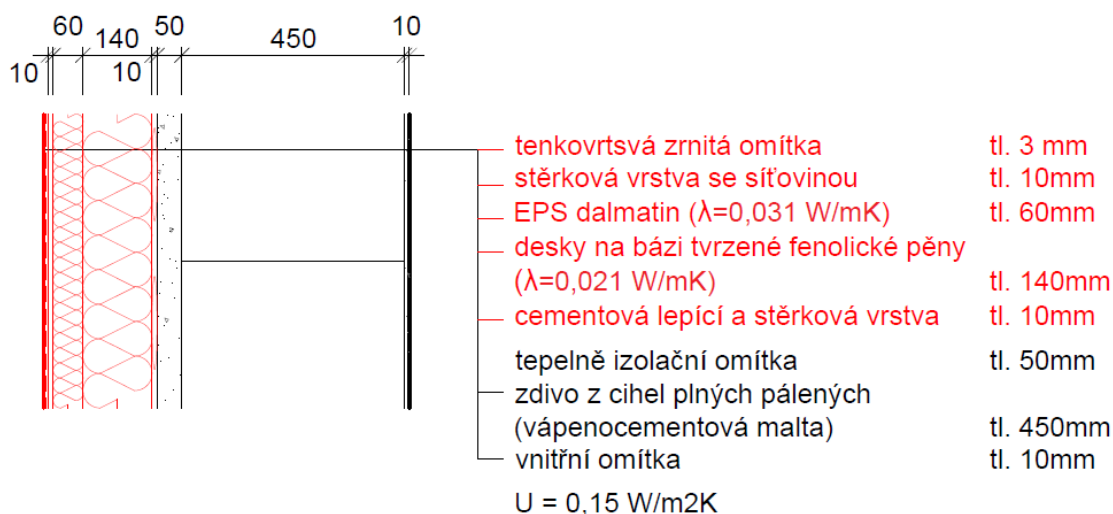
obvodová stěna CP 450 - vnitřní omítka 10mm - původní zdivo cihelné 450mm - tepelně izolační omítka 50mm	1,12 [W/m ² K]
--	------------------------------

Izolační materiál	λ_D W/(mK)	tloušťka mm	výsledné U celé skladby W/m ² K
EPS	0,037	350	0,146
EPS Grey	0,032	300	0,149
čedičová min. vlna s podélnými vlákny	0,035	300	0,155
desky na bázi fenolické pěny	0,021	200	0,149
PUR izolační deska	0,022	200	0,149
dřevovláknitá deska	0,040	350	0,150

Tab. 10 Návrh skladby obvodové stěny na pasivní hodnoty

Jednou z možných cest jak dosáhnout této pasivní hodnoty a zároveň menší tloušťky izolace je vrstvení izolací na sebe (inspirace Rešerše Přestavba městského domu B14 na energeticky autonomní objekt str. 14). Vrstvení izolací se provádí tak, že se použije lepší izolace (ne na celou požadovanou tloušťku) a ochrání se běžnou izolací. Výhodou je efektivní využití prostoru a tenčí výsledné zateplení za méně peněz než kdybychom použili kvalitní TI na celou plochu.

Příkladem tohoto řešení je kombinace zateplení deskami na bázi fenolické pěny a EPS dalmatinu. Při tloušťce 140mm desek na bázi tvrzené fenolické pěny v kombinaci s 60 mm EPS dalmatinu bylo dosaženo $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 39 Skladba zateplení obvodové stěny na pasivní hodnoty

STŘECHA: Viz varianta 2.

SUTERÉN: Viz varianta 2.

3.2 VARIANTY TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVY

Energetickou náročnost budovy ovlivňuje také technické zařízení budovy. Pro daný objekt se jedná hlavně o způsob vytápění, přípravu teplé vody, větrání a osvětlení. Chlazení, vlhčení a ani další specifické technologie nejsou v objektu navrhovány.

Při návrhu variant bylo uvažováno pouze s možnostmi, které je možné v daném objektu realizovat. Celkem jsou kromě řešení studie uvažovány 3 další varianty, seřazené od nejšetnějšího zásahu do budovy. Shrnutí variant je uvedeno v tabulce Návrh TZB opatření. Šedou barvou jsou opět vyznačena opatření, která se liší od předchozích variant.

Další varianty vytápění jako je například návrh tepelného čerpadla nebo návrh elektrokotle nejsou pro daný objekt vhodné. Do bytových domů jsou často navrhována tepelná čerpadla vzduch- voda. Tento typ TČ je však velmi hlučný a při zachování obytné funkce dvorku je nevhodný. Obecně kotle na tuhá paliva nejsou také pro bytové domy vhodné, a to z důvodu náročnosti na obsluhu a uskladnění paliva.

Osvětlení v jednotlivých bytech záleží na uživatelích. Doporučení je výměna za LED žárovky.

	VYTÁPĚNÍ	VĚTRÁNÍ	PŘÍPRAVA TEPLÉ UŽITKOVÉ VODY
STÁVAJÍCÍ STAV	více zdrojů tepla	přirozené	většina bytů el. ohřivače v bytech, byty 10, 11, 12 v podkroví plynový kotel
	<i>plyn. kotel v přízemí</i>		
	<i>plyn. kotel v podkroví</i>		
	<i>lokální topidla GAMAT</i>		
	<i>vlastní plyn. kotel v bytě</i>		
STUDIE DISPOZIČNÍ ZMĚNY PŘÍSTAVKU	HLAVNÍ BUDOVA BEZE ZMĚNY.		
	odstranění lokálních plynových topidel Gamat, nové byty v přístavku napojeny na stávající plyn. kotle	podtlakové větrání koupelen a kuchyní u nově navržených bytů v přístavku	TUV bude zajištěna novými el. ohřivači v jednotlivých bytech
VARIANTA 1	odstranění soukromého plyn. kotle v bytě, využití stáv. plyn. kotlů v přízemí a v podkroví	podtlakové větrání každé koupelny a kuchyně	většina bytů el. ohřivače v bytech, byty 10, 11, 12 v podkroví plynový kotel
VARIANTA 2	centrální vytápění 1 společný kondenzační plynový kotel v přízemí	podtlakové větrání každé koupelny a kuchyně	kondenzační kotel
VARIANTA 3	centrální vytápění 1 společný kondenzační plynový kotel v přízemí	nucené, lokální větrací jednotky s rekuperací v obytných místnostech	kondenzační kotel

Tab. 11 Návrh TZB opatření

MOŽNÉ DOPLŇKOVÉ OPATŘENÍ: Návrh fotovoltaických nebo fototermických panelů.

3.2.1 STUDIE DISPOZIČNÍ ZMĚNY PŘÍSTAVKU

VYTÁPĚNÍ: V rámci úprav přístavku jsou odstraněna plynová topidla GAMAT z byty 02 z 2NP. Tam, kde byla tato lokální topidla, je navržena nová teplovodní soustava. Předpokládáme, že díky zateplení přístavku vzniknou přebytky kapacity kotlů a bude možné nové byty napojit na stávající plynový kotel v přízemí.

VĚTRÁNÍ: Podtlakové větrání koupelen a kuchyní.

PŘÍPRAVA TUV: V nových bytech jsou navrženy lokální elektrické ohřívače.

3.2.2 VARIANTA 1

VYTÁPĚNÍ: Stávající plynový kotel v podkroví a plynový kotel v přízemí v technické místnosti jsou stále využívány. U technické místnosti je třeba otočit otevírání dveří ve směru úniku. Soukromý kotel v bytě bude odstraněn a byt napojen na stávající plynový kotel v přízemí. Díky zateplení objektu vznikají přebytky kapacity kotle a je možné ho takto dále využít.

VĚTRÁNÍ: Důležitou součástí každého bytu je větrání. Zateplením domu a výměnou netěsných oken dochází k utěsnění obálky budovy. Je tedy potřeba mnohem více větrat. Nutné je minimálně odvětrat hygienické místnosti a kuchyně.

Nucené podtlakové větrání je realizováno odvodem vzduchu z místnosti se zdrojem škodlivin. Funguje na principu, že odvádíme více vzduchu, než přivádíme do dané místnosti. Předpokládá se, že odváděný vzduch je nahrazen čerstvým vzduchem, který je přiváděn okny.

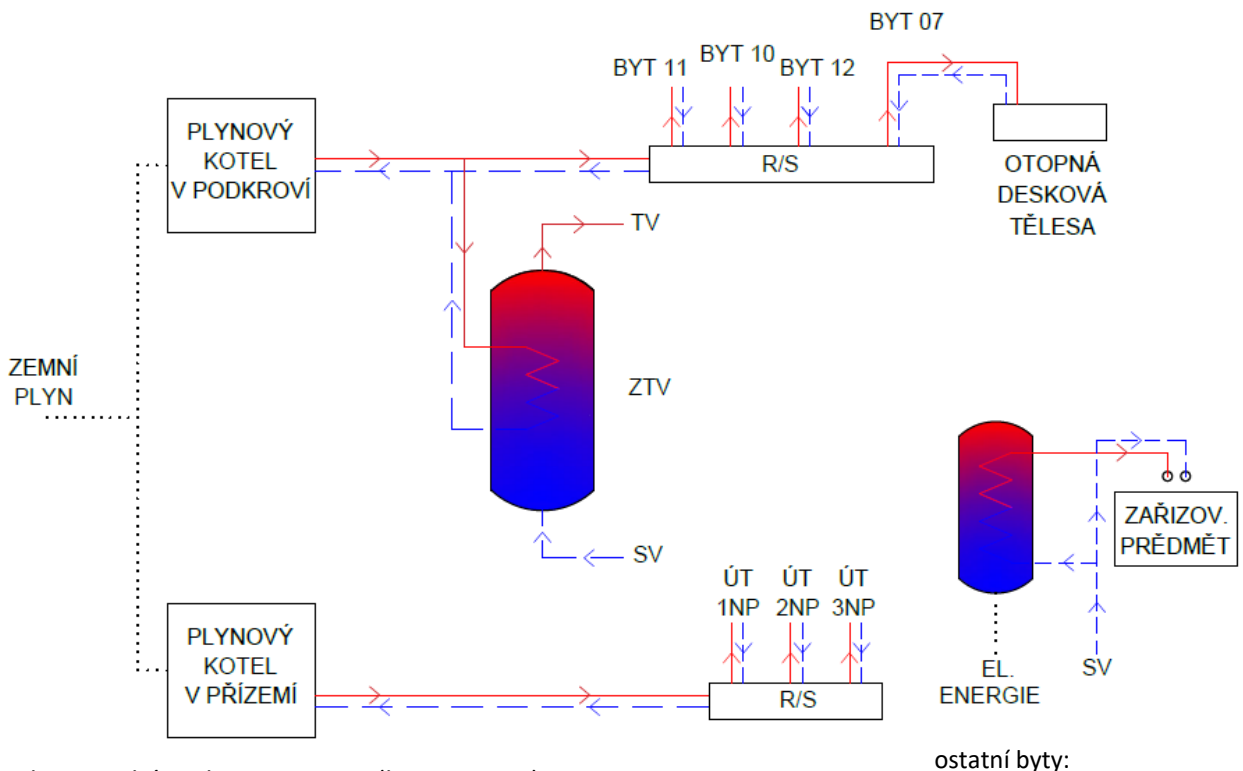
V odvětrávaných místnostech budou navrženy lokální ventilátory s odvodem do společného potrubí. Budování nové centrální šachty pro odtah vzduchu není vhodné z důvodu malých prostorů na chodbách a v bytech. Nabízí se tu však možnost využití vybudovaných komínových průduchů, které nejsou už několik let využívány.

Podmínkou tohoto způsobu je dodržení bezpečnosti spalinových cest a provozního režimu jiných instalací. *„Nepoužívaný komínový průduch je třeba nejprve prohlédnout, pro ověření stavu vnitřního povrchu a ověření, že průduch je skutečně volný. Následně je v domech s více než jednou bytovou jednotkou nutný souhlas všech majitelů/nájemců bytových jednotek, nebo alespoň těch, jejichž byty průduch prochází. Nakonec je sepsán protokol, který nepoužívaný komínový průduch*

jednou pro vždy vyřadí z funkce. Bývalý komínový průduch je od té chvíle považován za šachtu a řídí se tedy předpisy pro šachtu.“ [24]

Mezi průduchy pro odvod spalin může tedy být průduch pro větrání, který pracuje v podtlakovém režimu (průduch s přirozeným tahem. „Příčka mezi průduchem se spalinami a odtahovým průduchem vzduchovým pro větrání musí splňovat požadavky požární odolnosti a tlakovou těsnost. Vzhledem k malým tlakovým rozdílům, které mezi spalinovým a vzduchovým průduchem mohou vzniknout, stačí těsnost příčky ověřit kouřem.“ [24]

V porovnání s nuceným větráním jsou výhodou podtlakového větrání nižší pořizovací náklady.



Obr. 40 Schéma koncepce TZB (bez armatur) – Varianta 1

3.2.3 VARIANTA 2

příprava TV
pro byty v podkroví

VYTÁPĚNÍ: V druhé variantě jsou stávající zdroje tepla nahrazeny jedním zdrojem, a to plynovým kondenzačním kotlem. Kondenzační kotle jsou nejúspěšnější alternativou při vytápění zemním plynem. Mají vysokou účinnost a snadnou regulaci.

Nový kotel je umístěn v technické místnosti v přízemí domu a je společný pro všechny bytové jednotky i nebytové prostory. Jedná se tedy o návrh centrálního vytápění, kdy všechny jednotky v domě jsou zásobovány jedním zdrojem tepla. Pořízení kondenzačního kotle bývá

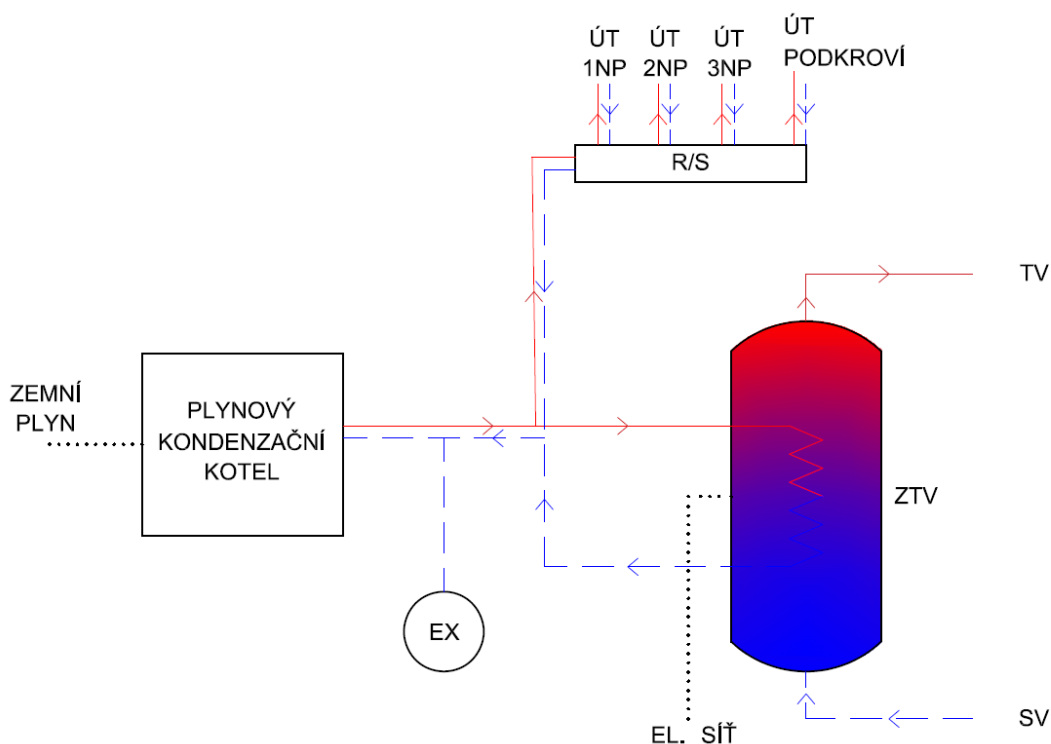
nákladnější, ale provozní náklady bývají nižší. Údržba pouze jednoho topného zařízení je také cenově výhodnější.

Stávající otopná tělesa jsou zachována a jsou i nadále využívána, i když byla původně dimenzována na vyšší teploty topné vody. Zateplením a výměnou zdroje tepla se stává otopná soustava předdimenzovanou. Je třeba ji regulovat na nízkoteplotní otopnou soustavu, které se obvykle navrhuje na teplotní spády 55/45 °C, 45/35 °C nebo 35/25 °C. Není tak nutné investovat do nových otopných těles.

VĚTRÁNÍ: Viz varianta 1

PŘÍPRAVA TUV: Teplá voda je připravována zdrojem tepla na vytápění – plynovým kondenzačním kotlem. Studená voda je dodávána městským vodovodem.

Lokální elektrické ohřivače TUV jsou odstraněny. Díky tomu dochází ke zvětšení prostoru v malých koupelnách.



Obr. 41 Schéma koncepce TZB (bez armatur) – Varianta 2, Varianta 3

3.2.4 VARIANTA 3

VYTÁPĚNÍ: Viz varianta 2.

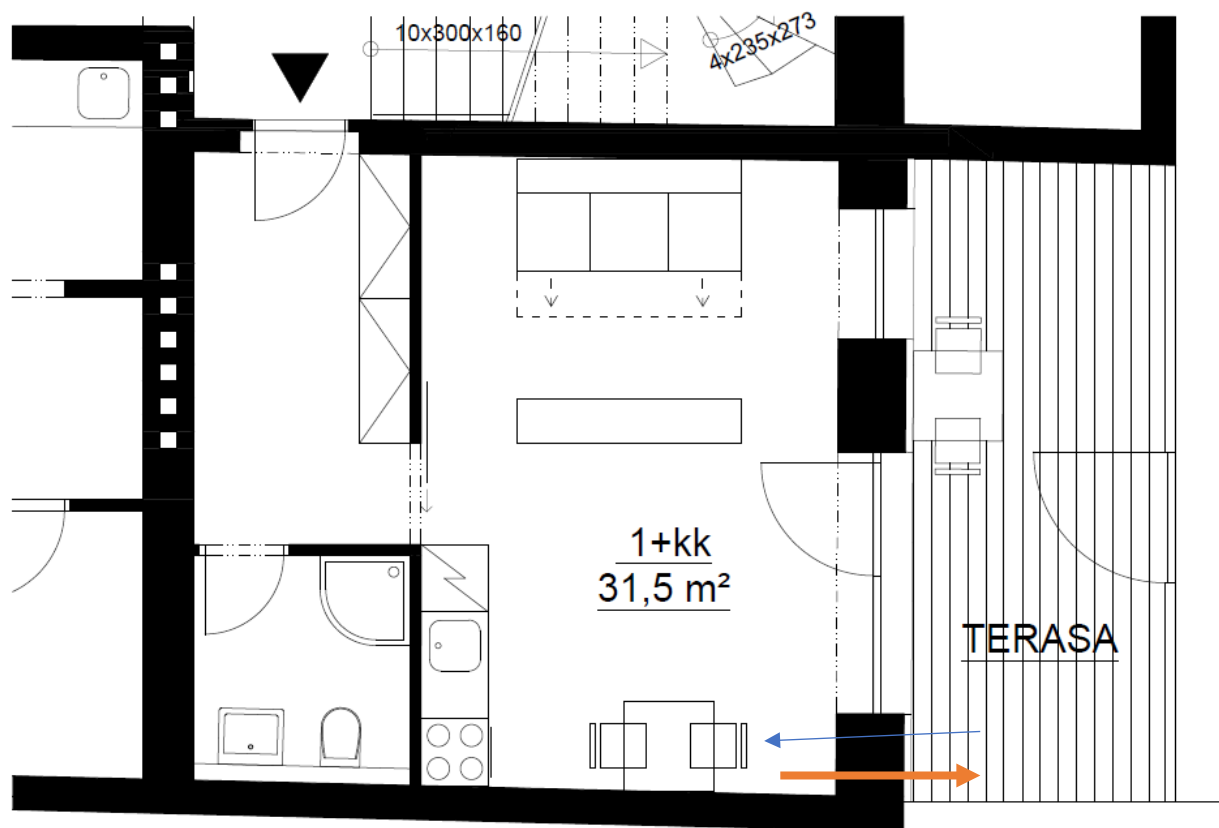
VĚTRÁNÍ: Oproti druhé variantě je navrženo nucené větrání obytných místností. Jednou z výhod nuceného větrání je jeho nezávislost na venkovních podmínkách. Instalace centrální vzduchotechnické jednotky není v tomto případě velmi vhodná. Pro vedení vzduchovodů by musely být navrženy nové stoupačky, pro které je velmi složité najít vhodné místo v tak malých prostorech. Problematická by byla také instalace samotných rozvodů v bytech. Byty i společné prostory jsou příliš malé na to, abychom je tímto způsobem ještě více zmenšovaly. Navíc by musela být vyčleněna dostatečně velká samostatná místnost na umístění jednotky.

Vhodnějším řešením je návrh lokálního bytového nuceného větrání. Lokální větrací jednotky s rekuperací jsou instalovány na obvodovou zeď v místnostech, kde je potřeba větrat. Pro každý byt je nutné zajistit minimálně jeden individuální přívod čerstvého vzduchu na fasádě do budovy. Přívodní prvky čerstvého vzduchu nevypadají na fasádě moc hezky. Je proto lepší tyto prvky někam chytře zaintegrovat, aby nekazily vzhled samotné fasády.

Jedním příkladem decentrální rekuperační jednotky je BluMartin freeAir 100, která je vhodná pro pasivní a nízkoenergetické domy i pro renovace. Její výhodou je schopnost vyvětrat i více obytných místností najednou (do 75m²). Jednotky jsou malé a při výběru je možné zvolit si design krycí desky. Můžou se tak v místnosti stát i estetickým doplňkem.



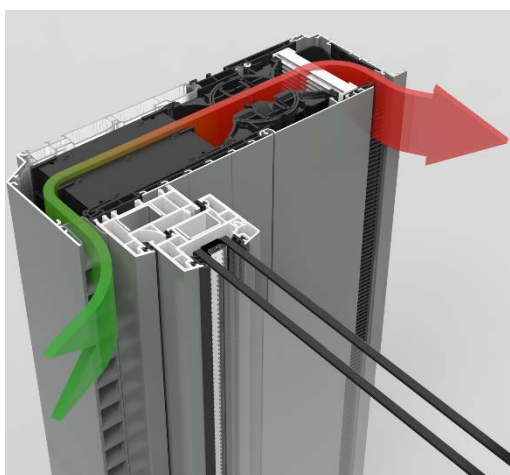
Obr. 42 Decentrální jednotka BluMartin, vlastní vzhled krycí desky [25]



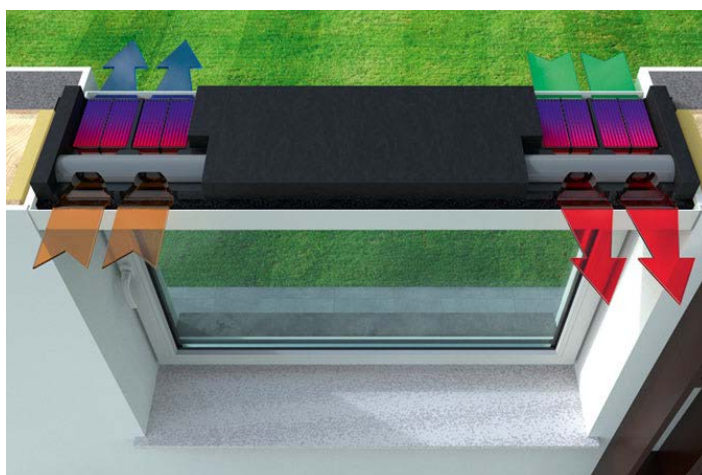
decentrální VZT jednotka
čerstvý vzduch
odpadní vzduch

Obr. 43 Schéma nuceného větrání bytu 1+kk

Další možností lokálního decentrálního větrání jsou decentrální okenní ventilační jednotky s rekuperací tepla. Instalují se přímo na rám okna a je tedy možné je využít i při renovacích. Mohou být instalovány horizontálně (z vrchu okenního rámu) i vertikálně (z boku okenního rámu). Kromě samotné jednotky systém neobsahuje žádné další rozvody. Takovou jednotkou je například decentrální rekuperační jednotka ENDURA TWIST. „Celý princip je založený na dvojici rotujících ventilátorů, které společně s unikátním výměníkem dosahují účinnosti 81%. ENDURA TWIST je senzoricky řízené větrání, které reaguje na kvalitu vzduchu (CO₂) uvnitř místnosti.“ [26]



Obr. 44 Decentrální rekuperační jednotka ENDURA TWIST – vertikální instalace [26]



Obr. 45 Decentrální rekuperační jednotka ENDURA TWIST – horizontální instalace [26]

Další jednotkou integrovanou do okna je i například Schüco VentoTherm s rekuperací vzduchu. Systém je však určen pouze pro integraci do oken od firmy Schüco.



Výhodou těchto integrovaných jednotek do oken je jejich „neviditelnost“. Společně s oknem tvoří jeden celek a nenarušují svým vzhledem pobytovou místnost.

Obr. 46 Větrací systém namontovaný do horní části okna Schüco VentoTherm [29]

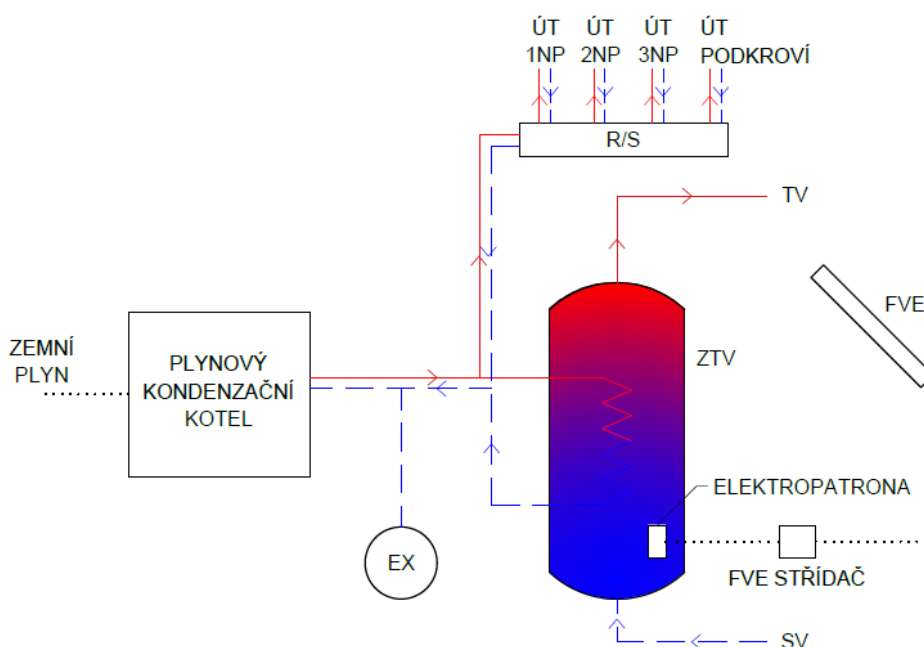
PŘÍPRAVA TUV: Viz varianta 2.

DOPLŇKOVÉ OPATŘENÍ: Nejčastěji se u bytových domů využívá solární energie pro ohřev TUV a pro výrobu elektrické energie. Solární systém je třeba dimenzovat tak, aby v létě nevznikaly přebytky tepla.

FOTOVOLTAICKÉ PANELE – Vhodné místo pro instalaci fotovoltaických panelů je pultová střecha přístavku. Panely se umísťují na konstrukci, která je připevněna k nosným prvkům střechy nebo mohou být přímo integrovány do střešní krytiny. Panely vyrábí elektrickou energii ze slunečního záření.

FOTOTERMICKÉ PANELE: Oproti fotovoltaickým panelům mají několik nevýhod. Používají se převážně pro přípravu TUV. Fotovoltaické panely mají vyšší zisk v zimním období.

Fotovoltaické panely umístěné na střeše přístavku



Obr. 47 Schéma koncepce TZB (bez armatur) – napojení na FVE - Varianta 2, Varianta 3

5 POSOUZENÍ VARIANT

V této části jsou posuzovány uvažované varianty opatření. Na základě hodnotících parametrů jsou vyhodnoceny jednotlivé kombinace variant obálky budovy a TZB. Hodnotící parametry jsou zobrazeny pro větší přehlednost do grafů.

POROVNÁVANÉ VARIANTY OPATŘENÍ

- Stávající stav
- Studie dispoziční změny přístavku (uliční objekt beze změny)

Kombinace variant opatření pro návrh obálky budovy a TZB

- VARIANTA 1 + VARIANTA 1 TZB --> V1 + V1 TZB
- VARIANTA 1 + VARIANTA 2 TZB --> V1 + V2 TZB
- VARIANTA 2 + VARIANTA 1 TZB --> V2 + V1 TZB
- VARIANTA 2 + VARIANTA 2 TZB --> V2 + V2 TZB
- VARIANTA 2 + VARIANTA 3 TZB --> V2 + V3 TZB
- VARIANTA 3 + VARIANTA 2 TZB --> V3 + V2 TZB
- VARIANTA 3 + VARIANTA 3 TZB --> V3 + V3 TZB

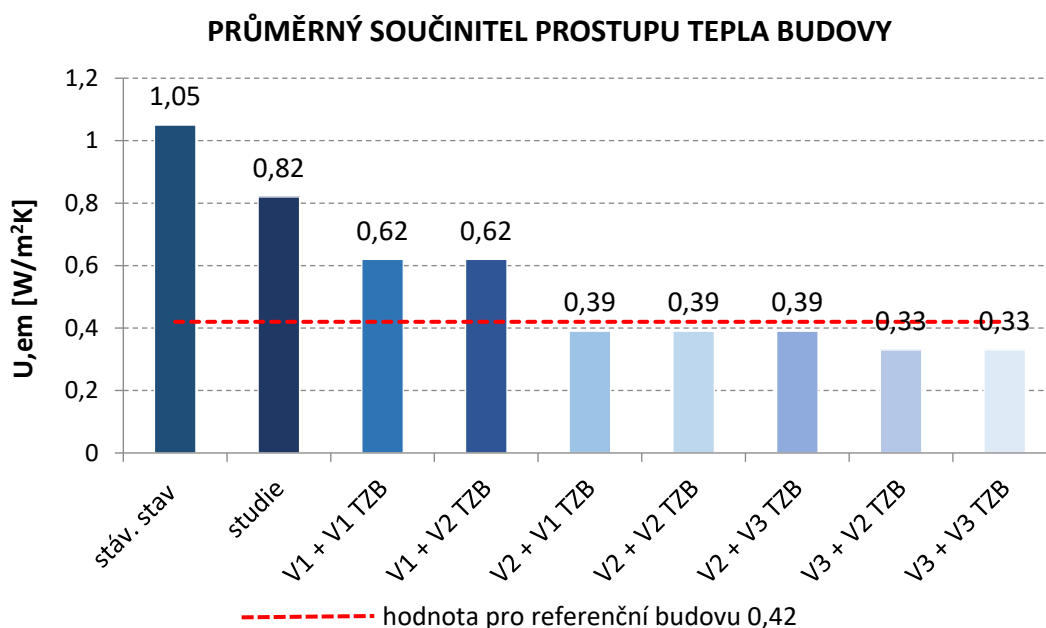
5.1 ENERGETICKÉ POSOUZENÍ

Stejně tak, jako byl zpracován PENB pro stávající stav budovy, byl vypracován energetický průkaz pro jednotlivé kombinace variant. Výpočet vychází z původního modelu budovy a zahrnuje postupně všechna navržená opatření. Průkazy jsou součástí příloh v samostatných deskách.

V této části je vyhodnoceno, kolik energie se v jednotlivých variantách ušetří. Shrnutí výsledků jednotlivých energetických parametrů je uvedeno v následující tabulce Tab. 12 Energetické parametry – porovnání. Z výsledků porovnání je na první pohled patrné, že v navrhovaných variantách opatření došlo ke zlepšení všech hodnot.

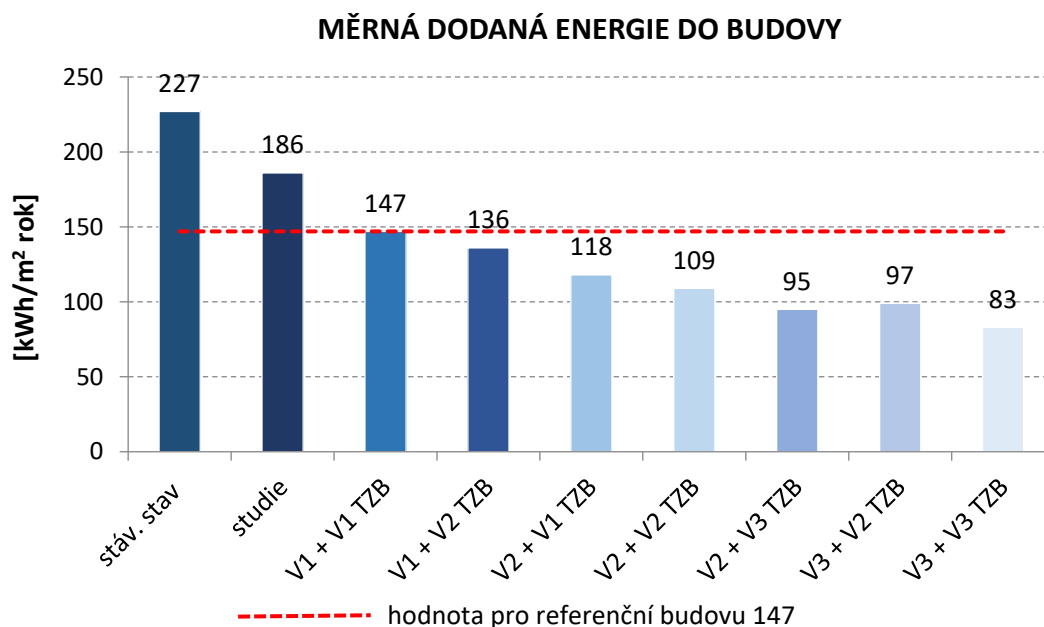
	Energetická náročnost	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U,em [W/m^2K]	Měrná dodaná energie do budovy [kWh/m^2 rok]	Měrná neobnovitelná primární energie [kWh/m^2 rok]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/m^2 rok]
stávající stav	E	1,05	227	298	200
studie dispozičních změn přístavku	D	0,82	186	253	158
V1 + V1 TZB	D	0,62	147	210	120
V1 + V2 TZB	D	0,62	136	164	108
V2 + V1 TZB	C	0,39	118	177	90
V2 + V2 TZB	C	0,39	109	134	82
V2 + V3 TZB	C	0,39	95	124	65
V3 + V2 TZB	B	0,33	97	121	69
V3 + V3 TZB	B	0,33	83	111	53

Tab. 12 Energetické parametry jednotlivých variant – porovnání



Graf 2 Vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy

Průměrný součinitel prostupu tepla charakterizuje tepelné vlastnosti stavebních konstrukcí, které tvoří obálku budovy. Kombinace variant V3 + V2 TZB a V3 a V3 TZB splňuje požadavek pro nízkoenergetické domy $U_{em} \leq 0,35$.



Graf 3 Vyhodnocení měrné dodané energie do budovy

	Měrná dodaná energie do budovy [kWh/m² rok]	Úspora oproti stavu před realizací opatření [%]
stávající stav	227	-
studie dispoziční změny přístavku	186	18%
V1 + V1 TZB	147	35%
V1 + V2 TZB	136	40%
V2 + V1 TZB	118	48%
V2 + V2 TZB	109	52%
V2 + V3 TZB	95	58%
V3 + V2 TZB	97	57%
V3 + V3 TZB	83	63%

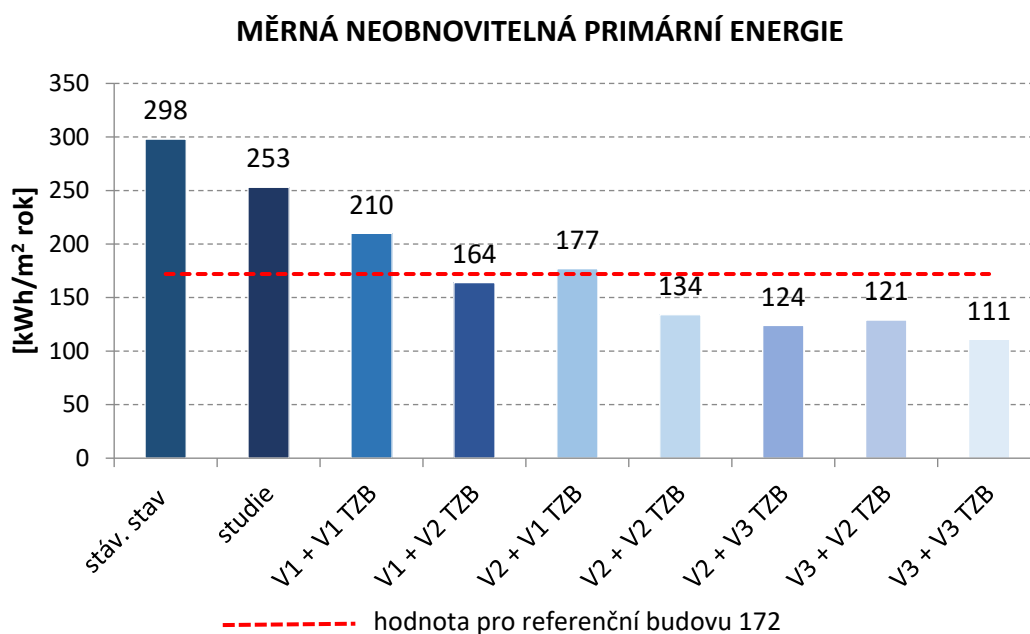
Tab. 13 Procentuální vyjádření úspor oproti stavu před realizací opatření

Celkové srovnání roční spotřeby energie je shrnuto do následující tabulky. Použitými opatřeními byla dosažena úspora elektrické energie i zemního plynu. Největší úspory energie bylo docíleno u systému vytápění.

ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE		[MWh/rok]	
	el. energie	zemní plyn	CELKEM
stáv. stav	24,846	196,869	221,715
studie	25,127	155,498	180,625
V1 + V1TZB	24,618	118,74	143,358
V1 + V2TZB	7,169	125,531	132,700
V2 + V2TZB	7,169	99,541	106,710
V2 + V3TZB	9,866	82,949	92,815
V3 + V2TZB	7,169	87,346	94,515
V3 + V3TZB	9,866	71,256	81,122

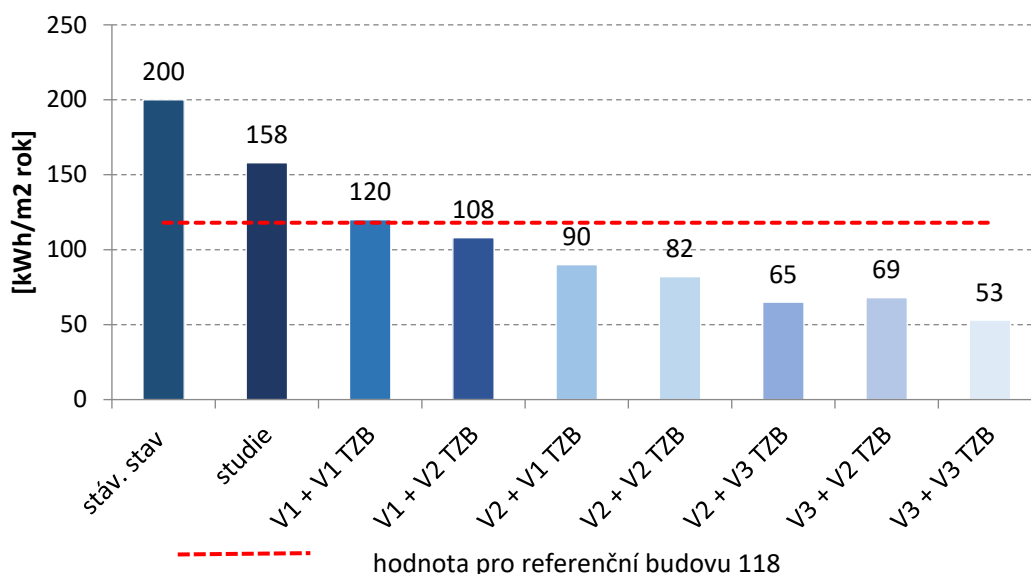
Tab. 14 Spotřeba energie jednotlivých variant

Snížení spotřeby energie v budovách se promítá i do snížení spotřeby primární energie (celkové i neobnovitelné). Ukazatel měrné neobnovitelné primární energie nemá vliv na zařazení budovy do klasifikační stupnice. Pro nízkoenergetické domy není stanovena žádná hraniční hodnota. Pro pasivní budovy je hranice 60 kWh/m²a, které jsme bohužel nedosáhli.



Graf 4 Vyhodnocení měrné neobnovitelné primární energie

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ



Graf 5 Vyhodnocení měrné potřeby tepla na vytápění

V celkovém hodnocení dopadly kombinace variant s vnitřním zateplením obvodových stěn nejhůře. Zateplením přístavku a odstraněním Gamat topidel bylo možné sledovat změny všech hodnot. Přístavek byl v rámci Studie zateplen na doporučené hodnoty, pokud bychom ještě více zlepšili jeho obálku, bylo by možné dosáhnout i lepších výsledků v rámci aplikace dalších opatření.

5.2 POROVNÁNÍ DLE KVALITY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

V budovách trávíme stále více času, skoro až 90%, a z toho 55% času ve svých domovech. Charakter vnitřního prostředí ovlivňuje naše fyzické zdraví a duševní pohodu.

Vnímání kvality vnitřního prostředí je však do jisté míry subjektivní vjem, který závisí na člověku jako takovém. Klíčovou roli v tom, jak se lidé v místnosti cítí, hraje koncentrace CO₂. Dostatek čerstvého vzduchu je pro zdraví člověka nepostradatelný. Čerstvý vzduch pomáhá lidem

k lepší koncentraci, ovlivňuje jejich výkonnost a zdraví. Naopak špatné nebo nedostatečné odvětrání interiéru je původcem únavy i chorob.

Velký význam na kvalitu vnitřního prostředí má kromě úrovně větrání také osvětlení (s důrazem na dostatek přirozeného světla), teplota vnitřního prostředí anebo vlhkost.

5.2.1 PŘÍVOD ČERSTVÉHO VZDUCHU DO MÍSTNOSTÍ

Kvalitní vnitřní prostředí zajišťuje vzduchotechnika. Do obytných místností je dle normy ČSN EN 15665/Z1 doporučené množství přiváděného venkovního vzduchu 25m³/h na osobu. V následující tabulce je shrnutí variant.

	Odvětrání WC, koupelen a kuchyní	Přívod čerstvého vzduchu do pobytových místností
stávající stav	NE	NE
studie dispoziční a objemové změny	ANO	NE
V1 + V1 TZB	ANO	NE
V1 + V2 TZB	ANO	NE
V2 + V1 TZB	ANO	NE
V2 + V2 TZB	ANO	NE
V2 + V3 TZB	ANO	ANO
V3 + V2 TZB	ANO	NE
V3 + V3 TZB	ANO	ANO

Tab. 15 Přívod čerstvého vzduchu do pobytových místností

Na tepelnou pohodu v interiéru má pozitivní vliv návrh VZT s rekuperací tepla, jak je tomu v navržené variantě V2 + V3 TZB a V3 + V3 TZB. Kromě VZT má příznivý vliv i zateplení stěn a dobrá okna (izolační trojskla).

5.3 VYHODNOCENÍ INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

Finanční porovnání variant a celkové vyhodnocení je jedním z rozhodujících kritérií, co bude každého investora zajímat. Ekonomické hodnocení je pouze orientační.

Součástí ekonomického hodnocení je také možnost získání dotace. Dotaci je věnována další samostatná kapitola.

5.3.1 ORIENTAČNÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY

Odhad investičních nákladů na renovaci jednotlivých variant vychází z celkových nákladů na jednotkovou plochu konstrukcí. Plochy jednotlivých částí obálky jsou známy z výpočtového 3D modelu, který byl použit už při výpočtu ENB. Vzhledem k časovému rozsahu celé práce není věnována pozornost všem kombinacím variantám, ale pouze vybraným variantám zateplení obálky budovy.

Do nákladů je třeba zahrnout kromě vlastního materiálu i výdaje při přípravě stavby, vypracování projektové dokumentace, stavbu lešení, práci dělníků, likvidaci odpadu apod. Náklady na opatření spojené s úsporou energie lze považovat jako investici. Tato počáteční investice se bude během několika následujících let vracet v podobě úspory financí.

Zateplení obvodových stěn Varianta 2 (skladby jsou navrženy na doporučené hodnoty)

zeď	materiál	MJ	množství	ceníková cena bez DPH	cena celkem bez DPH
OBVODOVÁ STĚNA DO ULICE, CP 450	penetrace podkladu stěny pod lepidlo	m2	1	10	10
	natažení stěny lepidlem bez perlínky (1 vrstva lepidla)	m2	1	51	51
	montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 200	m2	1	580	580
	čedičová vlna Isover TF THERMO tl. 140mm	m2	1	644	644
	natažení stěny lepidlem s perlínkou (2 vrstvy lepidla)	m2	1	133	133
	potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1	97	97
	cena v CZK za 1 bm2 bez DPH:				1515

ŠTÍT 3NP, CP 300	penetrace podkladu stěny pod lepidlo	m2	1	10	10
	natažení stěny lepidlem bez perlínky (1 vrstva lepidla)	m2	1	51	51
	montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 200	m2	1	430	430
	Kooltherm K5 Kontaktní fasádní deska (na bázi tvrzené fenolické pěny)	m2	1	883	883
	natažení stěny lepidlem s perlínkou (2 vrstvy lepidla)	m2	1	133	133
	potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1	97	97
	cena v CZK za 1 bm2 bez DPH:				1604

OBVODOVÁ STĚNA DO DVORA, CP300	penetrace podkladu stěny pod lepidlo	m2	1	10	10
	natažení stěny lepidlem bez perlínky (1 vrstva lepidla)	m2	1	51	51
	montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 200	m2	1	430	430
	čedičová vlna Isover TF THERMO tl. 160mm	m2	1	736	736
	natažení stěny lepidlem s perlínkou (2 vrstvy lepidla)	m2	1	133	133
	potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1	97	97
	cena v CZK za 1 bm2 bez DPH:				1457

OBVODOVÁ STĚNA DO DVORA, CP200	penetrace podkladu stěny pod lepidlo	m2	1	10	10
	natažení stěny lepidlem bez perlínky (1 vrstva lepidla)	m2	1	51	51
	montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 200	m2	1	430	430
	čedičová vlna Isover TF THERMO tl. 160mm	m2	1	736	736
	natažení stěny lepidlem s perlínkou (2 vrstvy lepidla)	m2	1	133	133
	potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1	97	97
	cena v CZK za 1 bm2 bez DPH:				1457

Zateplení obvodových stěn Varianta 1 (vnitřní zateplení)

vnitřní izolace	penetrace podkladu stěny pod lepidlo	m2	1	10	10
	natažení stěny lepidlem s perlínkou (1 vrstva lepidla)	m2	1	83	83
	perlínka + malta Multipor	kg	3,5	16,65	58
	montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 200	m2	1	430	430
	deska Multipor tl. 80mm	m2	1	632	632
	natažení stěny lepidlem bez perlínky (1 vrstva lepidla)	m2	1	51	51
	malta Multipor	kg	3,5	16,65	58
	potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1	97	97
	cena v CZK za 1 bm2 bez DPH:				1420

5.3.2 INVESTIČNÍ NÁKLADY NA ZDROJ TEPLA

Při návrhu centrálního plynového kondenzačního kotle je možné zachovat stávající plynovou přípojku. Centrální plynová kotelná bude umístěna v přízemí domu, ve stejném místě, kde se v současné době nachází plynový kotel. Kromě investic na zakoupení zařízení je třeba ještě započítat i náklady na montáž a instalaci.

Náklady na realizaci plynové kotelny:

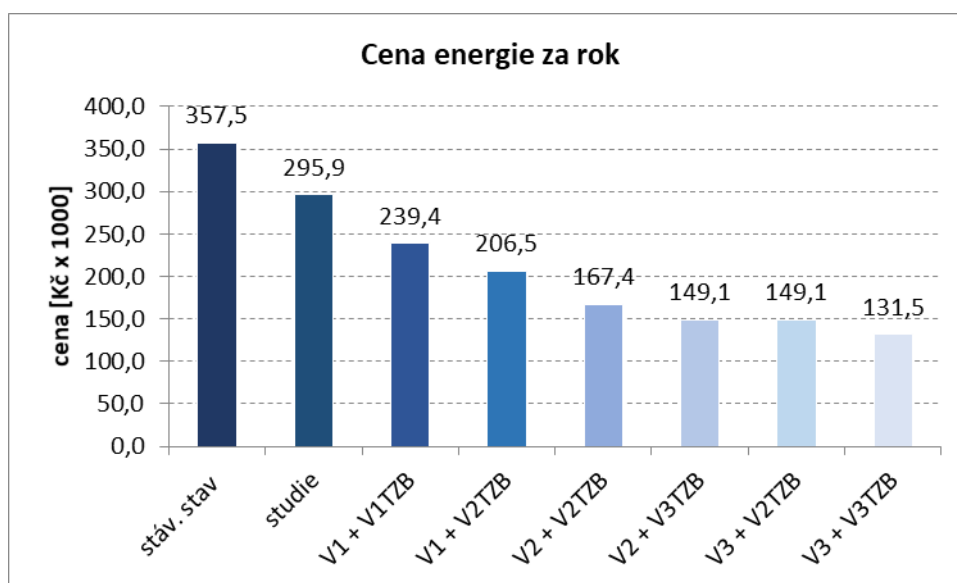
Plynový kondenzační kotel	45 000 Kč
Centrální zásobník na přípravu TUV	30 000 Kč
<u>Instalace a montáž</u>	<u>40 000 Kč</u>
Celkem: 115 000 Kč	

5.3.3 PROVOZNÍ NÁKLADY

Mezi provozní náklady patří náklady nutné k provozu a obsluze jednotlivých zařízení, náklady k pravidelné údržbě, pojištění a placení poplatků, náklady nutné k nákupu energie nebo pohonných hmot.

Provozní náklady jsou spočítány z vypočtených hodnot spotřeb energie. Pro přesnost je nutné si uvědomit, že cena elektrické energie je závislá na příslušné cenové sazbě a je tedy proměnná v čase.

Palivo	Výhřevnost			Cena paliva
	MJ/mj	mj	Kč/mj	Kč/kWh
Elektrická energie	-	-	-	2,47
Zemní plyn	37,82	m ³	13,37	1,51



Graf 6 Provozní náklady na energii

6 DOTACE

Na financování renovace lze využít finanční podporu z dotačních programů. Pro bytové domy existují v současné době dotační programy Nová zelená úsporám a IROP (Integrovaný regionální operační program). Bytového domu jako je tento, mimo území hlavního města Prahy, se týká dotační program IROP.

6.1 IROP – Integrovaný regionální operační program

V současnosti probíhá Výzva č. 78 Energetické úspory v bytových domech III. Cílem programu je snížení energetické náročnosti v sektoru bydlení se zaměřením na snížení konečné spotřeby energie prostřednictvím úpravy budovy. *Výzva přináší celkem 3,5 mld. Kč z Evropského fondu pro regionální rozvoj (EFRR) na zateplování, výměnu oken a dveří nebo výměnu zdroje tepla pro bytové domy mimo Prahu. [30]* Bytové domy musí odpovídat definici bytového domu podle Vyhlášky č. 501/2006 Sb. O obecných požadavcích na využívání území. Musí být také zapsány v katastru nemovitostí jako bytový dům nebo objekt k bydlení.

Výzva je průběžná, to znamená, že: *Hodnocení žádostí probíhá průběžně po jejich podání v MS2014+⁵. Žádosti musí splnit všechny podmínky, stanovené výzvou a pravidly a projít procesem hodnocení a výběru. Po splnění všech podmínek je příjemcům podpora poskytována v pořadí, v jakém žádost podali a to až do vyčerpání alokace výzvy. [3]*

O tuto dotační podporu mohou žádat vlastníci bytových domů, společenství vlastníků jednotek (SVJ) a bytová družstva mimo území hlavního města Prahy. Žádosti o dotaci jsou přijímány od 2. 2. 2018 a budou ukončeny dne 29. 11. 2019.

DŮLEŽITÉ TERMÍNY	
Datum vyhlášení výzvy	12.01.2018
Zahájení příjmu žádostí o podporu	2.02.2018
Ukončení příjmu žádostí o podporu	29.11.2019
Zahájení realizace	1.01.2014
Ukončení realizace projektu	30.09.2021

Tab. 16 Důležité termíny pro Výzvu č. 78 Energetické úspory v bytových domech III.

⁵ MS2014+ = Informační systém pro přípravu a podání žádosti o podporu

Datum zahájení realizace projektu je chápáno jako datum prvního právního úkonu, který se týká daného projektu. Samotnou realizaci může investor rozdělit na etapy. Jednotlivé etapy na sebe musí však navazovat a jedna etapa musí trvat minimálně 3 měsíce. Skutečnost ukončení realizace projektu je nutné doložit protokolem o předání a převzetí díla (např. dokladem o kolaudaci nebo dokladem o zprovoznění) a fotodokumentací.

V rámci výzvy č. 78 jsou podporovány tyto energeticky úsporné renovace bytových domů:

- *zlepšení tepelně-technických parametrů stavebních konstrukcí bytového domu (zateplení obvodových stěn, stropu, podlahy, střechy, vnitřních konstrukcí, výměna otvorových výplní);*
- *instalace prvků stínění (pouze exteriérové prvky);*
- *instalace systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla;*
- *výměna stávajícího hlavního zdroje tepla na fosilní paliva za plynový kondenzační kotel nebo tepelné čerpadlo včetně instalace akumulční nádrže;*
- *výměna stávajícího hlavního zdroje na pevná fosilní paliva za kotel na biomasu;*
- *výměna stávajícího hlavního zdroje tepla na fosilní paliva za jednotku pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje energie nebo zemní plyn;*
- *instalace nového zdroje tepla (plynový kondenzační kotel, kotel na biomasu nebo tepelné čerpadlo včetně instalace akumulční nádrže) a výstavbu centrálního vytápění v domech, ve kterých byly dosud jednotlivé byty vytápěny vlastními zdroji tepla;*
- *instalace solárních termických kolektorů včetně instalace akumulční nádrže;*
- *instalace solárních fotovoltaických soustav;*
- *připojení bytového domu k soustavě zásobování tepelnou energií;*
- *výměna předávací stanice;*
- *vyregulování nebo modernizace soustavy vytápění objektu a rozvodů teplé*
- *užitkové vody včetně instalace systémů měření a regulace otopné soustavy. [5]*

Výše dotace pro projekty zaměřené na zlepšení tepelně-technických parametrů stavebních konstrukcí budov, které nejsou kulturní památkou, ani se nenachází v památkové

rezervaci nebo v památkové zóně, je rozdělena do 3 podoblastí dle dosažených úspor. Pro přiznání podpory musí projekty splnit tyto požadavky:

a) **PŘÍSPĚVEK EFRR⁶ 40%** - *úspora celkové dodané energie v minimální výši 40 % oproti stavu před realizací opatření a zároveň splnění požadavků nákladově optimální úrovně podle písm. a) nebo b), odst. 2, §6 vyhlášky č. 78/2013 Sb., a zároveň dosažení klasifikační třídy celkové dodané energie B nebo lepší.* [6]

b) **PŘÍSPĚVEK EFRR 30%** - *úspora celkové dodané energie v minimální výši 30 % oproti stavu před realizací opatření a zároveň splnění požadavků nákladově optimální úrovně podle písm. a) nebo b), odst. 2, §6 vyhlášky č. 78/2013 Sb., a zároveň dosažení klasifikační třídy celkové dodané energie C nebo lepší.* [6]

c) **PŘÍSPĚVEK EFRR 30%** - *úspora celkové dodané energie v minimální výši 20 % oproti stavu před realizací opatření a zároveň dosažení 0,95 násobku hodnoty součinitele prostupu tepla U_{rec} podle ČSN 73 0540-2 všech zatepovaných konstrukcí nebo měněných výplní otvorů zahrnutých do způsobilých výdajů.* [6]

Dotace pro projekty zaměřené na zlepšení tepelně-technických parametrů stavebních konstrukcí budov, které jsou památkově chráněné, nebo jsou součástí památkové rezervace nebo památkové zóny: **PŘÍSPĚVEK EFRR 30%** - *jednotlivé zatepované konstrukce nebo měněné výplně otvorů musí splňovat požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ podle ČSN 73 0540-2.* [7]

Pro projekty týkající se pouze instalace technologických systémů bez současného zateplení obvodových konstrukcí a výměny otvorů je **PŘÍSPĚVEK EFRR 30%**.

Instalaci technologických systémů lze také současně kombinovat se zateplením obvodových konstrukcí a výměnou výplní otvorů. Díky tomu se zvýší jejich efektivnost.

Výše dotace z Evropského fondu pro regionální rozvoj (EFRR) je tedy vždy 30 nebo 40%.

Minimální výše celkových způsobilých výdajů na jeden projekt	300 000 Kč
Maximální výše celkových způsobilých výdajů na jeden projekt	90 000 000 Kč

Tab. 17 Minimální a maximální výše způsobilých výdajů

⁶ EFRR = Evropský fond pro regionální rozvoj

Dotace IROP je poskytována ex-post financováním. Investor po ukončení etapy podává žádost o platbu společně s doklady, které prokazují úhradu vynaložených výdajů. Po schválení žádosti o platbu obdrží příjemce dané peníze.

Více informací o dotaci je dostupné na webové stránce

	Úspora oproti stavu před realizací opatření [%]	PŘÍSPĚVEK EFRR 40%		PŘÍSPĚVEK EFRR 30%		PŘÍSPĚVEK EFRR 30%
		úspora min. 40%		úspora min. 30%		úspora min. 20%
		B nebo lepší	nákladově opt. úroveň* a) nebo b)	C nebo lepší	nákladově opt. úroveň* a) nebo b)	
stávající stav	-					
studie dispoziční změny	18%					
V1 + V1 TZB	35%					
V1 + V2 TZB	40%					
V2 + V1 TZB	48%			x	x	
V2 + V2 TZB	52%			x	x	
V2 + V3 TZB	58%			x	x	
V3 + V2 TZB	56%	x	x			
V3 + V3 TZB	63%	x	x			

*) splnění požadavků nákladově optimální úrovně podle písm. a) nebo b), odst. 2, §6 vyhlášky č. 78/2013 Sb. viz str. 32 Tab. 2 Požadavky pro splnění energetické náročnosti budovy z § 6 Vyhlášky č. 78/2013 Sb. [15]

***) dosažení 0,95 násobku hodnoty součinitele prostupu tepla U_{rec} podle ČSN 73 0540-2 všech zatepovaných konstrukcí nebo měněných výplní otvorů zahrnutých do způsobilých výdajů. [6]

Tab. 18 Vyhodnocení možnosti zisku dotace pro jednotlivé varianty

ZÁVĚR

Cílem bylo zhodnotit a posoudit energetickou náročnost stávajícího stavu objektu městského bytového domu. Dále navrhnout možná energeticky úsporná opatření, která povedou ke snížení energetické náročnosti domu.

Pro stávající stav i pro kombinace navržených variant opatření byl vypracován průkaz energetické náročnosti budovy. Stávající stav budovy byl vyhodnocen jako E (nehospodárny) a postupnými kombinacemi energeticky úsporných opatření se budovu povedlo zlepšit na B (velmi úsporná). Z výsledků porovnání je patrné, že ve všech navrhovaných variantách došlo ke zlepšení porovnávaných hodnot.

Cíle obnovy bytového domu na odstranění nedostatků, snížení energetické náročnosti a spotřeby energie a zlepšení komfortu obyvatel domu byly splněny. Úpravami se také prodloužila životnost domu. Na závěr byla vyhodnocena možnost získání dotace IROP. Pro 5 z 8 navržených kombinací variant opatření je možné dotaci získat.

Jednoznačně nejvyšší úsporu vzhledem k původnímu stavu budovy dosáhneme při zateplení budovy na pasivní hodnoty, výměnou oken za izolační trojskla a při návrhu VZT s rekuperací tepla. VZT jednotka má pozitivní vliv na tepelnou pohodu v interiéru. Toto řešení znamená však vyšší vstupní investice. Ekonomicky výhodnější je řešení zateplením obvodových stěn na doporučené hodnoty. V porovnání s původním stavem jsou i zde viditelné výrazné úspory.

Varianta s vnitřním zateplením obvodových stěn byla uvažována pouze jako ukázková pro památkově chráněné budovy nebo budovy ležící v památkové zóně nebo rezervaci. Tento způsob zateplení není pro řešený objekt příliš vhodný. Tímto zákrokem by se zmenšila obytná plocha všech bytů, které jsou v současné době dost malé. Lepší je tedy zvolit zateplení z vnější strany obvodových stěn.

Pokud by majitel rád renovoval v etapách, je možné nejdříve zateplit celý dům a později vyměnit stará okna za nová. Toto řešení je možné díky vyndavacímu kusu tepelné izolace. Detail řešení je v příloze na konci diplomové práce. Při návrhu renovace v etapách je však nutné nezapomenout na důležité termíny dotace.

Zateplování obálky budovy by mělo jít ruku v ruce, kromě zlepšení klimatu v místnostech, také se vzhledem budovy. Vzhled domu - dekor fasády by měl odkazovat na minulost domu. Bohužel se nedochovaly žádné staré fotografie, jak dům před barevnou úpravou vypadal. Barvu fasády uličního objektu bych volila jednotnou, v odstínu světle béžové s odlišením říms a šambrán tmavší barvou omítky. Na fasádě orientované do ulice je také vhodné sjednotit vzhled oken.

U dvorního přístavku je navržena provětrávaná fasáda, kterou je možné obložit fasádním obkladem. Východní stěna přístavku by mohla být porostlá zelení pro zvýšení funkce zeleného pobytového dvora.

Motivací po dobu zpracovávání práce pro mne bylo ukázat nejen současnému majiteli řešeného domu, ale i ostatním investorům, možnosti renovace starých budov. Potvrdilo se mi, že komplexní renovace je výhodnější ve srovnání s dílčími opatřeními. K návrhu je třeba přistupovat komplexně

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Detail obvodové stěny u základu – přístavek
Příloha 2: Detail zateplení spoje vnitřní a vnější stěny – půdorysný řez
Příloha 3: Detail zateplení ostění – postupná výměna oken
Příloha 5: Vybrané skladby

SEZNAM PŘÍLOH V SAMOSTATNÝCH DESKÁCH

- Příloha 6: Statický výpočet - Posouzení krovu na stávající skladbu střechy
Příloha 7: Statický výpočet - Posouzení krovu na novou skladbu střechy
Příloha 8: Statický výpočet - Ověření únosnosti zdiva
Příloha 9: Protokoly ze softwaru Energie
Příloha 10: Protokoly ze softwaru Teplo

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbols

<i>Značka</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Veličina</i>
A	m ²	Plocha
λ_D	W/m.K	Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti (hodnota stanovená výrobcem podle příslušné výrobní normy při definovaných podmínkách)
U	W/(m ² ·K)	Součinitel prostupu tepla
U_{n,20}	W/(m ² ·K)	Normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18-22 °C včetně
U_{rec,20}	W/(m ² ·K)	Normová doporučená hodnota součinitele prostupu tepla s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18-22 °C včetně
U_{pas,20}	W/(m ² ·K)	Normová doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18-22 °C včetně

U_{em}	$W/(m^2 \cdot K)$	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy
$U_{em,R}$	$W/(m^2 \cdot K)$	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky pro referenční budovu
$E_{P,A}$	$kWh/(m^2 \cdot rok)$	Měrná dodaná energie do objektu
$E_{P,A,R}$	$kWh/(m^2 \cdot rok)$	Referenční hodnota měrné dodané energie do objektu
$E_{pN,A}$	$kWh/(m^2 \cdot rok)$	Měrná neobnovitelná primární energie
$E_{pN,A,R}$	$kWh/(m^2 \cdot rok)$	Referenční hodnota měrné neobnovitelné primární energie

Zkratky

ENB	energetická náročnost budovy
EFRR	Evropský fond pro regionální rozvoj
ETICS	external thermal insulation composite system vnější tepelně izolační kompozitní systém
EPS	expanded polystyrene - expandovaný pěnový polystyren
HI	hydroizolace
IROP	Integrovaný regionální operační program
NP	nadzemní podlaží
PENB	průkaz energetické náročnosti budovy
SDK	sádrokarton
TI	tepelná izolace
tl.	tloušťka
TUV	teplá užitková voda
TZB	technická zařízení budov
U	součinitel prostupu tepla
XPS	extrudovaný pěnový polystyren

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

- [1] MERTENOVÁ Kateřina, *Stavební úprava bytového domu – podklad pro optimalizaci*, 10/2017
- [2] Dokumenty ze složky bytového domu Jeremiášova 1927/14 z archivu Stavebního úřadu České Budějovice.
- [3] Podklady poskytnuté současnými majiteli domu Zbyňkem Mejtou a Hanou Mejtovou
- [4] *Fotodokumentace vedoucí diplomové práce Kateřiny Mertenové. České Budějovice*, 02/2016, 11/2018
- [5] *Vlastní fotodokumentace autorky diplomové práce Barbory Drahorádové. České Budějovice*, 11/2018
- [6] Šance pro budovy, *Energeticky úsporné renovace a adaptace budov na změnu klimatu*, 2016. [online]. [cit. 2018-10-08]. Dostupné z: http://sanceprobudovy.cz/wp-content/uploads/2018/04/brozura_energeticky_ustporne-renovace_a_adaptace_budov_na_zmenu_klimatu_spb.pdf
- [7] HAZUCHA Juraj, BÁRTA Jan, příloha: EkoWATT CZ, s.r.o., *Analýza domů na pasivní standard*, Centrum pasivního domu, 2008. [online]. b.r. [cit. 2018-10-08]. Dostupné z: https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/8102_Rekonstrukce_RD_CPD.pdf
- [8] DARUP Burkhard Schulze, ZWIAUER Katharina, BURGHARDT Magdalena, *Základy tepelné renovace budov*, 2015 [online]. b.r. [cit. 2018-10-05]. Dostupné z: https://www.e-genius.at/fileadmin/user_upload/gebaeudesanierung_einfuehrung/cz/Zaklady%20tepelne%20renovace%20budov.pdf
- [9] VANICKÝ Tomáš, *Rekonstrukce secesní vily v Poděbradech na úsporný dům* [online]. 03/2017 [cit. 2018-09-05]. Dostupné z: https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/technologie/rekonstrukce-secesni-vily-v-podebradech-na-ustporny-dum_44505.html
- [10] *Přestavba městského domu B14 na energeticky autonomní objekt, Wels (Horní Rakousko)*, Přednáška na konferenci a článek ve sborníku. In: *Pasivní domy 2012*. Centrum pasivního domu, Brno 25. - 26. 10. 2012, str. 210-217 Dostupné také z: <https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/2228-cpd.pdf?fbclid=IwAR1ov3cIlE-4eJpAGu1PxVf41SHFpPIOisrCL-cmowZwHR6M2pUQA7rQqOg> [cit. 2019-01-05].
- [11] *Foto OFFICE – AUTONOM* [online]. b. r. [cit. 2018-09-05]. Dostupné z: <http://pau.at/OFFICE-AUTONOM>
- [12] Nahlížení do katastru nemovitostí | *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online].

- b.r. [cit. 2018-09-08]. Dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- [13] KABELE, Karel. *Změna evropské směrnice o energetické náročnosti budov (EPBD 3)*. [online]. 26. 10. 2018 [cit. 2018-12]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/17969-zmena-evropska-smernice-o-energeticke-narocnosti-budov-epbd-3>
- [14] *Energetická náročnost budov - definice pojmů*, [online]. b.r. [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/239-energeticka-narocnost-budov-definice-pojmu>
- [15] HASELSTEINER E., GUSCHLBAUER-HRONEK K., HAVEL M. a HOLLAN J. *Nové standardy pro staré domy: Příručka pro regeneraci rodinných domů ve 21. století*. 2012 str.43 [online]. b.r. [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: http://www.aee-now.at/cms/fileadmin/downloads/projekte/nest/Rege_pas.pdf
- [16] *Vyhláška č. 78/2013 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov* [online]. b.r. [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-78>
- [17] POKORNÝ Jan, VOGEL Petr, *Ověřovací nástroj PENB MANUÁL*, EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2013. [online]. [cit. 2018-12-18]. Dostupné z: <https://ekowatt.cz/overovaci-nastroj-PENB/downloads/manual.pdf>
- [18] *Proslunění budov a urbanismus* [online]. 9. 2. 2014 [cit. 2018-10-20]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/clanek/prosluneni-budov-a-urbanismus--634?fbclid=IwAR37n1NZuLo5cIWVI835kKCbNvS5JSyfXGbOvtNIWGrrELDMcWk3ai7Dda0>
- [19] *Průzkum příčin vlhnutí zdiva a metodika návrhu sanace, Obr. 3 Možné příčiny vlhkostních poruch suterénního zdiva* [online]. b.r. [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/obvodove-konstrukce/pruzkum-pricin-vlhnuti-zdiva-a-metodika-navrhu-sanace>
- [20] *Zákon č. 406/2000 Sb.: Zákon o hospodaření energií* [online]. b.r. [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>
- [21] GABRIEL, Ingo, LADENER Heinz. *Od staré stavby k nízkoenergetickému a pasivnímu domu: sanace budov, nové energetické normy, plánování a stavební praxe*. Ostrava: HEL, 2013. s. 36 a s. 70, ISBN 978-80-86167-30-5.
- [22] HEJTMÁNĚK Petr, POKORNÝ Marek, *Požární hledisko kontaktních zateplovacích systémů dle ČSN 73 0810:2016, 08/2016* [online] [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/14515-pozarni-hledisko-kontaktnich-zateplovacich-systemu-dle-csn-73-0810-2016?fbclid=IwAROUfV0qNuxdGQve2HW3nTvu LtN-nEPSqYAZVfMU-gm1glAatSERd2q8h4>
- [23] KULHÁNEK, František. *Tepelná ochrana a energetika budov: TP 1.8.1 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2014.

ISBN 978-80-87438-48-0.

- [24] VRÁNA Jakub, SODOMKA Waltr, Je možné využít nevyužívaný průduch komína k instalaci odpadního potrubí kanalizace?, 06/2017 [online] [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kominy-a-kourovody/15967-je-mozne-vyuzit-nevyuzivany-pruduch-komina-k-instalaci-odpadniho-potrubi-kanalizace>
- [25]
- [26] KAŽIMÍR, Jaroslav, STRNAD, Tomáš, 2018. Vytváříme zdravé prostředí. *TZB Haustechnik: technická zařízení budov: odborný recenzovaný časopis z oblasti TZB a techniky prostředí*. Praha: Jaga Media, 02/2018, s. 16-17, ISSN 1803-4802.
- [27] *Decentrální ventilační systém s rekuperací tepla* [online]. b.r. [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <https://www.beam.cz/rizene-ventrani/decentralni-ventilacni-system-s-rekuperaci-tepla/?TargetFile=endura-twist>
- [28] *Výzva č. 78 Energetické úspory v bytových domech III* [online]. b.r. [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <https://irop.mmr.cz/cs/Vyzvy/Seznam/Vyzva-c-78-Energeticke-uspory-v-bytovych-domech-II>
- [29] <https://www.izolace-info.cz/>
- [30] <http://www.stavebnictvi3000.cz/>
- [31] Obecná pravidla IROP, [online]. b.r. [cit. 2018-11-22].
- [32] Dostupné z: https://irop.mmr.cz/getmedia/854bc428-6a7a-4b02-af02-51e67870f8c9/Obecna-pravidla-IROP_vydani-1-11_15052018_final.pdf.aspx?ext=.pdf
- [33] Energetické úspory v bytových domech [online]. b.r. [cit. 2018-11-22]. Dostupné z: <https://irop.mmr.cz/cs/Vyzvy/Seznam/Vyzva-c-78-Energeticke-uspory-v-bytovych-domech-II>
- [34] JAROŠOVÁ Žaneta, *Stavební izolace Stavební izolace důležité pro provoz nízkoenergetických a pasivních domů*, Investice do rozvoje vzdělání, 2016. [online]. b.r. Dostupné z: <https://docplayer.cz/15975492-Stavebni-izolace-stavebni-izolace-dulezite-pro-provoz-nizkoenergetickych-a-pasivnich-domu.html>
- [35] BERANOVSKY Jiří, SRDEČNÝ Karel, VOGEL Petr. *Pasivní panelák? A to myslíte vážně?*. Praha: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2011. ISBN 978-80-87333-07-5.
- [36] *Zateplování domu: střechy, vnější stěny, sklepy, okna*. Praha: Jan Vašut, 2011. Hobík. ISBN 978-80-7236-774-0.
- [37] VINAŘ, Jan a Václav KUFNER. *Historické krovy*. Praha: Grada, 2004. Stavitel. ISBN 80-7169-575-0.

POUŽITÉ NORMY A ZÁKONY

Zákon č. 406/2000 Sb.: Zákon o hospodaření energií

Vyhláška č. 148/2007 Sb., O energetické náročnosti budov

Norma ČSN 73 0810:2016, Požární bezpečnost staveb

Norma ČSN 73 540-2: Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky

Norma ČSN 73 540-4: Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody

TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet

TNI 73 3030 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy

SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ

Graphisoft. ArchiCAD 2018 [software].

SketchUp Pro [software].

Zbyněk Svoboda, Dr., Ing, doc. Teplo 2017 EDU [software].

Zbyněk Svoboda, Dr., Ing., doc. Energie 2017 [software].

SCIA. SCIA Engineer 18.1 [software].

Microsoft. Microsoft Office 2013 [software].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Přínosy energeticky úsporných renovací [6]	10
Obr. 2 Secesní vila před renovací [9] Obr. 3 Secesní vila po renovací [9]	13
Obr. 4 městský dům B14 před renovací [10]	15

Obr. 39 Schéma koncepce TZB (bez armatur) – Varianta 2, Varianta 3	65
Obr. 40 Decentrální jednotka BluMartin, vlastní vzhled krycí desky [25]	66
Obr. 41 Decentrální rekuperační jednotka ENDURA TWIST – vertikální instalace [26]	68
Obr. 42 Decentrální rekuperační jednotka ENDURA TWIST – horizontální instalace [26]	68
Obr. 43 Větrací systém namontovaný do horní části okna Schüco VentoTherm [29]	68
Obr. 44 Schéma nuceného větrání bytu 1+kk	67
Obr. 45 Schéma koncepce TZB (bez armatur) – napojení na FVE - Varianta 2, Varianta 3	69

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Velikosti bytů v domě - užité plochy	18
Tab. 2 Požadavky pro splnění energetické náročnosti budovy z § 6 Vyhlášky č. 78/2013 Sb. [15]	32
Tab. 3 Vstupní data pro energetický výpočet	35
Tab. 4 Vybrané normové hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí	44
Tab. 5 Varianty úprav obálky budovy	47
Tab. 6 Teplená izolace vhodná pro zateplení soklu a spodní stavby	49
Tab. 7 Orientační vlastnosti tepelných izolací vhodných pro vnitřní zateplení	52
Tab. 8 Orientační vlastnosti tepelných izolací vhodných pro zateplení střechy	54
Tab. 9 Orientační vlastnosti tepelných izolací vhodných pro vnější zateplení	56
Tab. 10 Návrh skladby obvodové stěny na pasivní hodnoty	60
Tab. 11 Návrh TZB opatření	62
Tab. 12 Energetické parametry jednotlivých variant – porovnání	71
Tab. 13 Procentuální vyjádření úspor oproti stavu před realizací opatření	72
Tab. 14 Spotřeba energie jednotlivých variant	73
Tab. 15 Přívod čerstvého vzduchu do obytných místností	75
Tab. 16 Důležité termíny pro Výzvu č. 78 Energetické úspory v bytových domech III.	79
Tab. 17 Minimální a maximální výše způsobilých výdajů	81
Tab. 18 Vyhodnocení možnosti zisku dotace pro jednotlivé varianty	82

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Podíl konstrukcí obálky budovy na tepelných ztrátách objektu.....	36
Graf 2 Vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy	71
Graf 3 Vyhodnocení měrné dodané energie do budovy	72
Graf 4 Vyhodnocení měrné neobnovitelné primární energie.....	73
Graf 5 Vyhodnocení měrné potřeby tepla na vytápění.....	74
Graf 6 Provozní náklady na energii.....	78