



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

**VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ ADMINISTRATIVNÍ
BUDOVY NA VÝDAJE SPOJENÉ S JEJÍM
PROVOZEM**

THE IMPACT OF EXECUTING NEW THERMAL INSULATION ON AN ADMINISTRATIVE
BUILDING ON THE EXPENSES ASSOCIATED WITH ITS OPERATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zdeněk Ptáček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Josef Čech, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav soudního inženýrství
Student: **Bc. Zdeněk Ptáček**
Studijní program: Soudní inženýrství
Studijní obor: Realitní inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Josef Čech, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

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

Vliv provedení zateplení administrativní budovy na výdaje spojené s jejím provozem

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem práce bude provést návrh na zateplení administrativní budovy v několika variantách. Na základě jednotlivých návrhů pak budou vyhodnoceny rozdíly nákladů na provozování administrativní budovy před a po provedení zateplení. Následně bude zhodnocena ekonomická návratnost provedených investic.

Cíle diplomové práce:

Cílem bude zhodnocení ekonomické návratnosti jednotlivých navržených variant zateplení administrativní budovy.

Seznam literatury:

BRADÁČ, Albert. Teorie oceňování nemovitostí. 8., přeprac. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009, 753 s. ISBN 978-80-7204-630-0.

DAHLSVEEN, Trond, Dušan PETRÁŠ a Jiří HIRŠ. Energetický audit budov. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2003, 295 s. ISBN 80-88905-86-9.

TICHÁ, Alena. Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě. Vyd. 2., V Akademickém nakl. CERM 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 5 sv. ISBN 978-80-7204-587-7.

ČSN 730540-2. Tepelná ochrana budov: část 2 požadavky. Praha: ÚNMZ, 2011, 53 s.

Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií + prováděcí vyhlášky.

Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá posouzením vlivu zateplení administrativní budovy na výdaje spojené s provozem této nemovitosti. Administrativní budova se nachází na ulici Kloboucká v Brumově-Bylnici. Objekt má dvě nadzemní podlaží a je založen na základových pasech. Zastřešení je sedlovou střechou.

V první části diplomové práce je v teoretickém úvodu zmíněna legislativa, vývoj cen energií a možnosti zateplení.

V praktické části diplomové práce je provedeno posouzení součinitele prostupu tepla administrativní budovy, zhodnocení jednotlivých variant zateplení a vypočtena prostá doba návratnosti investice.

Abstract

This thesis evaluates the influence of a administrative building on the expenses associated with its operation. The administrative building is situated on the street Kloboucká in Brumov-Bylnice. The building has two floor and is founded on strip foundations. Roofing of the house is solved.

In the first part of the thesis is a theoretical introduction in the legislature, energy prices and the possibility of insulation.

In the practical part of the thesis is an assessment coefficient of heat administrative buildings, evaluation of individual variants insulation and calculated simple payback period.

Klíčová slova

Administrativní budova, zateplení, energetická náročnost budovy, návratnost investice, úspora energie, prostup tepla, výplně otvorů.

Keywords

Administrative building, insulation, energy performance of buildings, return on investment, saving energy, heat transmission, the filling of the open space.

Bibliografická citace

PTÁČEK, Z. *Vliv provedení zateplení administrativní budovy na výdaje spojené s jejím provozem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2016. 102 s. 149s. příloh. Vedoucí diplomové práce Ing. Josef Čech, Ph.D..

Prohlášení

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

V Brně dne 27. 5. 2016

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Josefu Čechovi Ph.D. za odborné vedení a rady poskytnuté při zpracování diplomové práce. Dále děkuji svým blízkým za podporu během studia.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

**VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ ADMINISTRATIVNÍ
BUDOVY NA VÝDAJE SPOJENÉ S JEJÍM
PROVOZEM**

THE IMPACT OF EXECUTING NEW THERMAL INSULATION ON AN ADMINISTRATIVE
BUILDING ON THE EXPENSES ASSOCIATED WITH ITS OPERATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zdeněk Ptáček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Josef Čech, Ph.D.

BRNO 2016

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	ZATEPLENÍ OBJEKTŮ	14
2.1	historie	14
2.1.1	<i>První využití</i>	14
2.1.2	<i>Vývoj v našich zemích</i>	14
2.2	Současnost	15
2.3	Budoucnost	16
2.4	budovy s velmi nízkou energetickou náročností	17
2.4.1	<i>Nízkoenergetické budovy</i>	17
2.4.2	<i>Pasivní budovy</i>	18
2.4.3	<i>Energeticky nulové budovy</i>	19
3	LEGISLATIVA	20
3.1	Energetický zákon	21
3.2	Energetický audit a posudek	23
3.2.1	<i>Energetický audit</i>	23
3.2.2	<i>Energetický posudek</i>	24
3.3	Energetická náročnost budovy	25
3.3.1	<i>Průkaz energetické náročnosti budovy</i>	25
3.4	tepelně technické posouzení	31
3.4.1	<i>Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce</i>	31
3.4.2	<i>Součinitel prostupu tepla</i>	32
3.4.3	<i>Lineární a bodový činitel prostupu tepla</i>	35
3.4.4	<i>Pokles dotykové teploty</i>	36
3.4.5	<i>Kondenzace vodní páry v konstrukci</i>	36
3.4.6	<i>Průvzdušnost funkčních spár výplní otvorů</i>	37

3.4.7	<i>Celková průvzdušnost obálky budovy.....</i>	37
3.4.8	<i>Tepelná stabilita místnosti v zimním a letním období</i>	38
4	DOTAČNÍ TITULY	40
4.1	Dotační tituly pro domácnosti	40
4.1.1	<i>Nová Zelená úsporám.....</i>	41
4.1.2	<i>Integrovaný regionální operační program</i>	41
4.2	Dotační tituly pro Služby.....	41
4.2.1	<i>Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost.....</i>	42
4.3	Dotační tituly pro průmysl.....	43
5	CENY ENERGIÍ.....	43
6	DRUHY TEPELNÝCH IZOLACÍ.....	45
6.1	pěnový polystyren - eps.....	45
6.2	extrudovaný polystyren - xps	45
6.3	Pěnové sklo.....	46
6.4	Vakuové izolace	46
6.5	Aerogelové izolace	47
6.6	Minerální vlna	47
6.7	pěnový polyuretan	48
6.8	dřevocementové izolace	48
6.9	perlit.....	49
6.10	izolace z konopí.....	49
6.11	Celuóza	50
7	VÝPLNĚ OTVORŮ	50
7.1	plastové výplně otvorů	51
7.2	Dřevěné výplně otvorů	53
7.3	Hliníkové výplně otvorů.....	54
7.4	Ocelové výplně otvorů.....	54

8	MOŽNOSTI ZATEPLENÍ OBJEKTU	55
8.1	vnější zateplení stěn.....	55
8.1.1	<i>Kontaktní zateplovací systém</i>	56
8.1.2	<i>Provětrávaná fasáda</i>	57
8.2	vnitřní zateplení stěn.....	58
8.3	izolace střech	58
8.4	izolace stropů a podlah	59
8.4.1	<i>Podlahy a stropy obytných místností</i>	59
8.4.2	<i>Podlahy a stropy půd</i>	60
9	PRAKTICKÁ ČÁST	61
9.1	Popis původního stavu objektu.....	61
9.1.1	<i>Základové konstrukce</i>	62
9.1.2	<i>Svislé konstrukce</i>	62
9.1.3	<i>Vodorovné konstrukce</i>	62
9.1.4	<i>Střešní konstrukce</i>	63
9.1.5	<i>Podlahy</i>	63
9.1.6	<i>Výplně otvorů</i>	63
9.1.7	<i>Vytápění objektu</i>	63
9.1.8	<i>Elektroinstalce</i>	63
9.2	Navrhovaný stav	64
9.2.1	<i>Varianta 1</i>	64
9.2.2	<i>Varianta 2</i>	65
9.2.3	<i>Varianta 3</i>	65
9.3	Výpočet nákladů na jednotlivé varianty	66
9.3.1	<i>Varianta 1</i>	66
9.3.2	<i>Varianta 2</i>	66

9.3.3	<i>Varianta 3</i>	66
9.4	Výpočet energetické náročnosti.....	73
9.4.1	<i>Původní stav</i>	73
9.4.2	<i>Varianta 1</i>	73
9.4.3	<i>Varianta 2</i>	73
9.4.4	<i>Varianta 3</i>	74
9.5	Výpočet prosté návratnosti	91
9.5.1	<i>Výpočet</i>	91
10	ZÁVĚR	93
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	95
12	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	97
13	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	98
14	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	99
15	SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ	101
16	PŘÍLOHY	102

1 ÚVOD

V posledních pár letech se čím dál víc setkáváme s myšlenkou, jak snížit výdaje na provoz dané nemovitosti. Tato myšlenka je aktuální nejen z důvodu růstu cen energií – hledisko ekonomické, ale i z environmentálního hlediska, snížení emisí oxidu uhličitého a s tím spojeného skleníkového efektu. Jeden ze způsobů, jak docílit těchto myšlenek, je snížení energetické spotřeby nemovitosti. V dnešní době lze tohoto nejčastěji dosáhnout pomocí zateplení nemovitosti.

Nejpoužívanější způsoby zateplování jsou výměna výplní otvorů, zateplení obvodových stěn, střech, podlah a stropů. Pro dobře zvolený postup a variantu zateplení je nejdůležitější přípravná fáze, tuto fázi bohužel dost lidí podcení. V této fázi se zjišťuje, jakým nejlepším možným způsobem převést myšlenku postupně k realizaci, tak abychom minimalizovali negativní vlivy spojené s naším plánem. Zjišťují se možné způsoby zateplení podle charakteru objektu, jeho polohy, účelu a možnostem investora. Přichází prvotní propočet možností zateplení, jejich výhody a nevýhody, zpracování projektu a rozpočtu, vyhledání a možnosti uplatněných případných dotačních titulů. Je tedy nutné klást důraz na tu variantu, která přinese vyšší úsporu v daném časovém období, než je náklad na realizaci těchto úspor a zároveň bude reálná z hlediska provedení a účelu objektu, estetických a jiných požadavků investora a v neposlední řadě případných podmínek pro získání dotace.

Cílem této diplomové práce je vypracovat různé vhodné návrhy na zateplení administrativního objektu. Poté vyhodnotit náklady na provoz objektu před a po provedení těchto zvolených variant a zhodnocení ekonomické návratnosti provedeného zateplení.

2 ZATEPLENÍ OBJEKTŮ

2.1 HISTORIE

O zateplování můžeme hovořit již s prvním obydlením člověka. Teplená pohoda byla nedílnou součástí člověka i v letech dávno minulých. Zajišťovala mu pocit bezpečí, rychlejší regeneraci sil a zvyšoval hodnotu jeho žití. O prvním zateplování můžeme hovořit v rámci vymazávání spojovacích spár např. mechem, používání materiálů s lepší tepelnou kapacitou např. používání ovčí vlny nebo úschova sena v prostoru půdy. [1]

2.1.1 První využití

V minulosti se hlavně vycházelo z přírodních materiálů. Jednalo o dřevovláknité desky, známé jako heraklitové desky a dále desky z lněného pazdeří. Tyto materiály se mechanicky připevňovaly k povrchu, armovaly rabicovým pletivem a omítaly v silných vrstvách. Kvůli objemové nestálosti těchto materiálů docházelo ke vzniku trhlin a k postupné degradaci. [1]

V první polovině 20. století dochází k prudkému rozvoji chemického průmyslu. Hlavní produkt této chemické revoluce je polystyrén, ale až v padesátých letech se na světlo světa dostává polystyrénová izolační deska. Tak je v roce 1957 použit první zateplovací systém s využitím polystyrenových desek a to na domu z režného zdiva. O zvládnutí výroby tuhé desky. V sedmdesátých letech minulého století se začíná používat i izolant z minerální vaty. [1]

2.1.2 Vývoj v našich zemích

V Československu se dodatečné zateplení stávajících staveb dostává do popředí na počátku sedmdesátých let minulého století. Hlavní použití bylo pro panelové soustavy a to z důvodu jejich špatných tepelně technických vlastností. Při budování bytových domů z monolitického železobetonu se do bednění vkládala jako izolace polystyrenová deska. [1]

V osmdesátých letech byl aplikován kontaktní zateplovací systém. Kvůli špatným vlastnostem docházelo k poruchám těchto systémů. Příčinou těchto poruch byla nestálá objemová stálost polystyrénu, docházelo totiž k dotvarování desek a následnému vzniku trhlin. Kotvení systému se v počátcích provádělo obyčejnými hřebíky, vrchní povrch tvořila štuková omítka a k lepení se používalo lepidlo na lepení keramických obkladů. [1]

V rámci revolučních změn se otevřela možnost k dovozu zateplovacích systémů ze zahraničí. Výhodou bylo, že tyto systémy již měly vyřešeny řadu chyb, které ještě u nás vyřešeny nebyly. První řadě došlo k postupnému odstranění špatných zkušeností z předchozích let. Větší poptávka byla následně spojena hlavně růstem cen za vytápění, ale i politikou státu, která umožňovala využití dotačních titulů. [1]

Od osmdesátých let začal stát řešit vady panelové výstavby. V tomto pokračoval i v letech 1990-1996 a pokračuje v tom i do současnosti. V letech 1990-1996 poskytoval dotace ve výši 30-40 % z investičních nákladů. V roce 2001 se v rámci podpory objevil poprvé program Panel a po pár letech se objevil dotační titul Zelená úsporám, tyto tituly byly pak postupně modifikovány. Díky těmto titulům začal velký boom v oblasti zateplování a to nejen pro objekty pro bydlení, ale i pro veřejného a podnikatelského sektoru. [1]



Obr. č. 1: Zateplení MŠ a bytové domu v Brumově-Bylnici (rok 2010)

2.2 SOUČASNOST

Současný stavební trh umožňuje velký výběr zateplovacích systémů a materiálů. Je tedy na místě dbát na řádnou přípravnou fázi. Zvolit a navrhnout správnou variantu zateplení.

Dochází i k nestálému zlepšování vlastností izolačních materiálů, z důvodu poptávky po pasivních a energetických objektů. [1]

Velký tlak díky stavbě pasivních a nízkoenergetických domů je nyní vyvíjen na zlepšování parametrů izolačních materiálů. A taky z důvodu mezinárodní a v navazující národní politiky, pro snížení emisí skleníkových plynů. [1]

Vývoj jde dopředu i v oblasti stěrkových hmot a omítek. Neustále se zvyšuje rázová odolnost vrchní stěrky proti mechanickému porušení systému. [1]

V České republice bylo k roku 2015 zhruba 1,5 mil. rodinných domů, z toho počtu bylo jen 25 % již zrekonstruováno, bytových domů bylo k danému roku 211 tis., z tohoto počtu bylo již 40 % zrekonstruováno. [8]

Současný trend se obírá směrem ke stavbě budov s velmi nízkou energetickou náročností. Jedná se především o nízkoenergetické budovy, pasivní budovy a budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

2.3 BUDOUCNOST

Z historického vývoje lze usoudit, že bude docházet ke zvyšování požadavků na energetické vlastnosti objektů. A to nejen z touhy po kvalitnějším a pohodlnějším bydlení a žití, ale i z důvodu mezinárodní politiky. Kde cíle mezinárodní politiky postupně směřují ke snížení emisí skleníkových plynů, a tyto cíle jsou postupně přenášeny i do politiky národní.

Česká republika se v tomto směru zavázala v rámci schválené evropské směrnice a to směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov. Jeden z hlavních bodů je uveden v odstavci 5:

„(5) Zasedání Evropské rady v březnu 2007 zdůraznilo potřebu zvýšení energetické účinnosti v Unii za účelem dosažení cíle snížení spotřeby energie Unie o 20 % do roku 2020 a vyzvalo k důkladnému a rychlému provádění priorit stanovených ve sdělení Komise nazvaném „Akční plán pro energetickou účinnost: využití možností“. Uvedený akční plán vymezil významné možnosti nákladově efektivních úspor v sektoru budov. Ve svém usnesení ze dne 31. ledna 2008 vyzval Evropský parlament k posílení ustanovení směrnice 2002/91/ES a při několika příležitostech, naposledy ve svém usnesení ze dne 3. února 2009 o druhém strategickém přezkumu energetické politiky, vyzval k tomu, aby byl cíl zvýšit do roku 2020 energetickou účinnost o 20 % závazný. V rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 406/2009/ES ze dne

23. dubna 2009 o úsilí členských států snížit emise skleníkových plynů, aby byly splněny závazky Společenství v oblasti snížení emisí skleníkových plynů do roku 2020, jsou navíc stanoveny vnitrostátní závazné cíle v oblasti snižování emisí CO₂, pro něž bude mít energetická účinnost v sektoru budov zásadní význam, a směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů stanoví podporu energetické účinnosti v kontextu závazného cíle pro energii z obnovitelných zdrojů ve výši 20 % z celkové spotřeby energie Unie do roku 2020.“ [2]

2.4 BUDOVY S VELMI NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ

Postupem času se má dosáhnout stavu, že všechny novostavby budou realizovány jako budovy s nulovou energetickou náročností (nulové budovy), případně se budou této úrovni blížit. Efektivní cestou, jak tyto cíle splnit je stavební řešení s velmi redukovanou potřebou tepla na vytápění a dalších energetických potřeb (chlazení, příprava teplé vody, elektrické energie pro provoz technického zařízení budov a elektrická energie pro užívání budovy, např. domácí spotřebiče). K dalším krokům patří i volba energetických zdrojů s nízkým faktorem energetické přeměny a použití systémů, které produkují energii z obnovitelných zdrojů. [3]

Shodný přístup je potřebné uplatňovat i v případě změn staveb. Je potřeba rozlišovat, zda se jedná o zlepšení stávajících konstrukcí (výměnou nebo doplněním některých vrstev) nebo o výměnu celých konstrukcí. Požadavky pro rekonstrukce mohou být odlišné od požadavků kladených na novostavby. [3]

2.4.1 Nízkoenergetické budovy

Nízkoenergetické budovy jsou charakteristické svojí nízkou potřebou tepla na vytápění. Tohoto se docílí především optimalizovaným stavebním řešením obálky budovy. Hodnota je definována spotřebou energie a to 50 kWh/(m²a) a zároveň je průměrný součinitel prostupu tepla nejvýše $U_{em} \leq 0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Pro budovy s návrhovou teplotou mimo interval 18 °C až 22 °C se hodnocení neprovádí. [3]

Z výše uvedeného vyplývá, že pro správný návrh nízkoenergetické budovy je nutné dodržet vhodnou orientaci ke světovým stranám, zateplenými stěnami, zateplenou střechou a podlahou domu, včetně kvalitních oken.

2.4.2 Pasivní budovy

Pasivní budovy jsou charakterizovány minimální potřebou energie na zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí a také minimalizovanou potřebu primárních energií z neobnovitelných zdrojů na jejich provoz a to díky optimalizovanému stavebnímu řešení a dalším opatřením. Základní soubor hlavních sledovaných veličin je uveden v tabulce č. 1. Základní vlastnosti pasivních budov. Je charakterizován maximálním průměrným součinitelem tepla $U_{em} \leq 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a měrnou potřebou tepla. Z hlediska neprůvzdušnosti obálky budovy je povinně hodnocenou vlastností těsnost s maximální přípustnou hodnotou $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. [3]

Tab. č. 1 – Základní vlastnosti pasivních budov [3]

		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{sm} [W/(m ² ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m ² ·a)]
Obytná budova	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,20 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0 ²⁾	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,30 doporučeno	≤ 15	0 ²⁾	≤ 60
Neobytná budova s převažující teplotou 18 °C – 22 °C		≤ 0,35 ¹⁾	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury			≤ 120
POZNÁMKY					
¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$ podle 5.3.2.					
²⁾ Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.					

Při návrhu pasivních domů se vychází z jednoduchých kompaktních tvarů s orientací většiny prosklených ploch na jih, zároveň na tuto světovou stranu orientujeme obytné místnosti. Obvodové stěny musí být rovnoměrně s utěsněnými spárami. V rámci minimální ztráty prostupu tepla střešním pláštěm, se pohybuje tloušťka tepelné izolace 40 až 60 cm. Z důvodu minimalizace tepelné ztráty větráním se využívá nucené větrání, nejčastěji jde o rekuperační jednotky. Obvodové zdivo by mělo mít tloušťku tepelné izolace 25 až 40 cm, případně musí samotné obvodové zdivo dosahovat hodnot jako při zateplení. Podlahy by měly být zatepleny tepelnou izolací tloušťky minimálně 30 cm. Při založení stavby se provádí i izolace základů.

2.4.3 Energeticky nulové budovy

Předpokládá se, že energeticky nulové budovy jsou napojeny na běžné energetické sítě. Ze stavebního hlediska musí požadavky splňovat řešení jako pro pasivní budovy. Základní požadavky jsou uvedeny v tabulce č. 2 Základní požadavky na energetické nulové budovy. Rozdílné je hodnocení vyjadřující bilanci spotřeby a produkce energie v hodnotách z neobnovitelných zdrojů. Roční bilance energetických spotřeb a energetické produkce v budově a jejím okolí vyjádřená měrnou hodnotou primární energie z neobnovitelných zdrojů má dvě úrovně hodnocení A a B. Úroveň A do hodnocení zahrnuje energie pro vytápění, přípravu teplé vody, provoz energetických systémů, umělé osvětlení a elektrické spotřebiče. Strojní chlazení by se neměla nacházet v daném objektu a to z důvodu, že samotné stavební a technologické řešení by mělo vyloučit strojní chlazení (netýká se specifických provozů). V případě, že je se strojním chlazením uvažováno, musí se zahrnout do výpočtu. V úrovni B totéž jako v úrovni A, ale bez zahrnutí elektrické energie na elektrické spotřebiče. Pro dosažení úrovně pro tyto budovy je nutné větší využití zařízení a systémů pro výrobu energie jak tepelné, tak i elektrické pomocí obnovitelných zdrojů. [3]

Tab. č. 2 – Základní požadavky na energetické nulové budovy [3]

Závaznost kritéria		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² ·a)]	Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů PE_A [kWh/(m ² ·a)]	
				Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25	Rodinné domy ≤ 20	0	0
	Blízký nulovému	Bytové domy ≤ 0,35	Bytové domy ≤ 15	80	30
Neobytné budovy ²⁾	Nulový	≤ 0,35 ¹⁾	≤ 30	0	0
	Blízký nulovému			120	90

¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$ podle 5.3.2.

²⁾ Neobytné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C včetně. Pro jiné budovy není stanoveno.

3 LEGISLATIVA

Hlavní legislativní prameny můžeme rozdělit na mezinárodní a národní prameny. V rámci mezinárodního pramene je hlavním dokumentem směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov. Tato směrnice ustanovuje snížení spotřeby energie, snížení celkové emise skleníkových plynů, zvýšení využívání energie z obnovitelných zdrojů v Evropské unii. Dále udává členským státům povinnost stanovit minimální požadavky na energetickou náročnost budovy, stanovení srovnávací metodiky pro výpočet optimálních úrovní nákladů, využívání obnovitelných zdrojů. [2]

Zahrnuje tedy snížení emise skleníkových plynů alespoň o 20 % do roku 2020, ve srovnání s rokem 1990. Zvýšení podílu využívání energie z obnovitelných zdrojů energie a to ve výši 20 % z celkové spotřeby energie Unie do roku 2020. [2]

Bohužel Česká republika patří mezi nejhorší státy v rámci Evropské unie a to s cca 10,1 tuny na jednoho obyvatele a rok. [8]

Hlavním legislativním pramenem u nás je předpis č. 406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů. Předmětem toho zákona je stanovení opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie včetně povinností fyzických a právnických osob na úseku nakládání s energiemi. Stanovuje pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie. Stanovuje i požadavky na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie, na uvádění spotřeby energie a jiných hlavních zdrojů na energetických štítcích, na informování a vzdělání v oblasti úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů a taky stanovuje některá pravidla pro poskytování energetických služeb. [4]

Doplňujícím předpisem tohoto zákona je předpis č.480/2012 Sb. Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku, ze dne 20. 12. 2012. Obsah této vyhlášky stanovuje úpravu a výstupy energetických auditů a posudků, jejich zpracování a obsah, výpočet ekonomického vyhodnocení. [5]

Dalším doplňujícím předpisem tohoto zákona je předpis č.78/2013 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budovy, ze dne 22. 03. 2013. Obsah této vyhlášky nákladově optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost budovy pro nové budovy, větší změny dokončených budov a pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Dále stanovuje metodu

výpočtu energetické náročnosti, vzory posouzení a to jak z hlediska technické tak i ekonomické a ekologické proveditelnosti včetně alternativních dodávek energie. Udává vzor stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy a vzor obsahu průkazu a jeho zpracování a umístění průkazu v budově. [6]

Požadavky na tepelné izolace jsou uvedeny v technické normě ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – požadavky, v aktuálním znění. V normě jsou stanoveny požadavky na tepelné izolace. [3]

3.1 ENERGETICKÝ ZÁKON

Jedná se o předpis č. 406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů. Konkrétně se zabývá i snižováním energetické náročnosti budovy, této problematice je určen přímo § 7 – Snižování energetické náročnosti budovy, který udává:

„(1) V případě výstavby nové budovy je stavebník povinen plnit požadavky na energetickou náročnost budovy podle prováděcího právního předpisu a při podání žádosti o stavební povolení, žádosti o změnu stavby před jejím dokončením s dopadem na její energetickou náročnost nebo ohlášení stavby to doložit průkazem energetické náročnosti budovy, který obsahuje hodnocení

a) splnění požadavků na energetickou náročnost budovy na nákladově optimální úrovni od 1. ledna 2013,

b) splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie, a to v případě budovy, jejímž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci nebo subjekt zřízený orgánem veřejné moci (dále jen „orgán veřejné moci“) a jejíž celková energeticky vztázná plocha bude

1. větší než 1500 m², a to od 1. ledna 2016,

2. větší než 350 m², a to od 1. ledna 2017,

3. menší než 350 m², a to od 1. ledna 2018,

c) splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie, a to v případě budovy s celkovou energeticky vztáznou plochou větší než 1500 m² od 1. ledna 2018, v případě budovy s celkovou energeticky vztáznou plochou větší než 350 m² od

1. ledna 2019 a v případě budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 350 m² od 1. ledna 2020,

d) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti místního systému dodávky energie využívajícího energii z obnovitelných zdrojů, kombinované výroby elektřiny a tepla, soustavy zásobování tepelnou energií a tepelného čerpadla (dále jen „alternativní systém dodávek energie“).

(2) V případě větší změny dokončené budovy¹⁾ jsou stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek povinni plnit požadavky na energetickou náročnost budovy podle prováděcího právního předpisu a stavebník je povinen při podání žádosti o stavební povolení, žádosti o změnu stavby před jejím dokončením s dopadem na její energetickou náročnost nebo ohlášení stavby, anebo vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek jsou povinni před zahájením větší změny dokončené budovy, v případě, kdy tato změna nepodléhá stavebnímu povolení či ohlášení, doložit průkazem energetické náročnosti budovy

a) splnění požadavků na energetickou náročnost budovy na nákladově optimální úrovni pro budovu nebo pro měněné stavební prvky obálky budovy a měněné technické systémy podle prováděcího právního předpisu,

b) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie podle prováděcího právního předpisu,

c) stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy podle prováděcího právního předpisu.

(5) Požadavky na energetickou náročnost budovy podle odstavců 1 až 3 nemusí být splněny

a) u budov s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 50 m²,

b) u budov, které jsou kulturní památkou, anebo nejsou kulturní památkou, ale nacházejí se v památkové rezervaci nebo památkové zóně, pokud by s ohledem na zájmy státní památkové péče splnění některých požadavků na energetickou náročnost těchto budov výrazně změnilo jejich charakter nebo vzhled; tuto skutečnost stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek doloží závazným stanoviskem orgánu státní památkové péče,

Pozn.: 1) změnou dokončené budovy se rozumí změna dokončené budovy na více než 25 % celkové lochy obálky budovy

c) u budov navrhovaných a obvykle užívaných jako místa bohoslužeb a pro náboženské účely,

d) u staveb pro rodinnou rekreaci, které jsou užívány jen část roku a jejichž odhadovaná spotřeba energie je nižší než 25 % spotřeby energie, k níž by došlo při celoročním užívání,

e) u průmyslových a výrobních provozů, dílenských provozoven a zemědělských budov se spotřebou energie do 700 GJ za rok,

f) při větší změně dokončené budovy v případě, že stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek prokáže energetickým auditem, že to není technicky nebo ekonomicky vhodné s ohledem na životnost budovy a její provozní účely,

g) u budov zpravodajských služeb,

h) u budov důležitých pro obranu státu, které jsou určeny ke speciálnímu využití,

i) u budov, které jsou stanoveny objektem nebo ve kterých je stanoven objekt sloužící k ochraně utajovaných informací stupně utajení Přísně tajné nebo Tajné,

j) u vybraných budov k zajištění bezpečnosti státu, určených vedoucím organizační složky státu, která je s nimi příslušná hospodařit nebo je užívá. “[4]

3.2 ENERGETICKÝ AUDIT A POSUDEK

Rozsah stanovení a obsah energetického auditu a posudku se řídí předpisem č. 480/2012 Sb. Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku. [5]

3.2.1 Energetický audit

Povinnost zpracovávat energetický audit vzniká fyzickým a právnickým osobám pro své budovy nebo energetický opatření za podmínky spotřeby energie ve výši 35000 GJ (9722 MWh) za rok. Hodnota je dána součtem všech budov a energetického hospodářství. Týká se to ovšem jen jednotlivých budov nebo energetického hospodářství, které mají spotřebu energie ve vyšší než 700 GJ (194 MWh) za rok. [5]

Obsah energetického auditu je dán § 3:
„Energetický audit obsahuje

- a) titulní list,*
- b) identifikační údaje,*
- c) popis stávajícího stavu předmětu energetického auditu,*
- d) vyhodnocení stávajícího stavu předmětu energetického auditu,*
- e) návrhy opatření ke zvýšení účinnosti užití energie,*
- f) varianty z návrhu jednotlivých opatření,*
- g) výběr optimální varianty,*
- h) doporučení energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický audit,*
- i) evidenční list energetického auditu, jehož vzor je uveden v příloze č. 1 k této vyhlášce, a*
- j) kopii dokladu o vydání oprávnění podle § 10b zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“) nebo kopii oprávnění osoby pro vykonávání této činnosti podle právního předpisu jiného členského státu Evropské unie.“ [5]*

3.2.2 Energetický posudek

Energetický posudek se zpracovává dle závislosti stanoviska energetického specialisty. Např. pro vyhodnocení plnění parametrů, pro doporučená opatření, vyhodnocení podkladů a provedených opatření, vyhodnocení dosahování limitů a závěrečný výrok, dále slouží pro ekonomické a ekologické vyhodnocení. [5]

Obsah energetického posudku je dán § 6:

„Energetický posudek obsahuje

- a) titulní list,*
- b) účel zpracování podle § 9a zákona,*
- c) identifikační údaje,*
- d) stanovisko energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek,*
- e) evidenční list energetického posudku, jehož vzor pro jednotlivé případy je uveden v příloze č. 7 k této vyhlášce, a*
- f) kopii dokladu o vydání oprávnění podle § 10b zákona nebo kopii oprávnění osoby pro vykonávání této činnosti podle právního předpisu jiného členského státu Evropské unie.“ [5]*

3.3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Rozsah a úprava energetické náročnosti je dána předpisem č. 78/2013 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budovy. Dále nám vyhláška upravuje vzor a obsah průkazu, průkaz energetické náročnosti budovy.[6]

3.3.1 Průkaz energetické náročnosti budovy

Průkaz energetické náročnosti budov (PENB) slouží k vyhodnocení energetické náročnosti budovy při jejím provozu. Průkaz hodnotí veškerou energii potřebnou pro provoz budovy, tedy energii na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, úpravu vzduchu větráním a klimatizací a energii na osvětlení. Průkaz lze zpracovat pro jakoukoliv budovu či její ucelenou část. [7]

Povinnost zpracovat PENB je od 1. ledna 2013 přesněji specifikována. Stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek je povinen zajistit zpracování průkazu:

- při výstavbě nové budovy nebo při větší změně dokončené budovy
- pro budovu užívanou orgánem veřejné moci
- od 1. 7. 2013 (budova s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 500 m²)
- od 1. 7. 2015 (budova s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 250 m²)

pro užívané bytové domy nebo administrativní budovy [7]

Od 1. ledna 2013 je rovněž stanovena povinnost vypracování PENB v případě prodeje a pronájmů nemovitostí. Podle § 7a odst. 2 zákona je totiž vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek povinni zajistit zpracování průkazu:

- při prodeji budovy nebo ucelené části budovy
- při prodeji budovy nebo ucelené části budovy
- při pronájmu budovy
- od 1. 1. 2016 při pronájmu ucelené části budovy [7]

Průkaz platí 10 let ode dne data vyhotovení nebo do provedení větší změny dokončené budovy, pro kterou byl zpracován. Průkaz může vypracovat pouze energetický specialista, který je oprávněn Ministerstvem ke zpracování průkazu. [7]

Vzor a obsah průkazu je přesně popsán v § 9:

„(1) Průkaz tvoří protokol a grafické znázornění.

(2) Protokol obsahuje

- a) účel zpracování průkazu,*
- b) základní informace o hodnocené budově,*
- c) informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech,*
- d) energetickou náročnost hodnocené budovy,*
- e) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie,*
- f) doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy, včetně opatření při změně stavebního prvku obálky, nebo technického systému,*
- g) identifikační údaje energetického specialisty a datum vypracování průkazu,*
- h) zdroj, kde lze získat informace k průkazu energetické náročnosti budovy zejména možnosti realizace doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy a stanovení nákladů na realizaci těchto opatření a možnosti jejich financování.*

(3) Vzor průkazu je uveden v příloze č. 4 k této vyhlášce.

(4) Grafické znázornění průkazu

- a) je stejné pro novou budovu, budovu s téměř nulovou spotřebou energie, větší změnu dokončené budovy, jinou než větší změnu dokončené budovy a pro případy prodeje a pronájmu budovy nebo její ucelené části. Pouze v případě neuvedení doporučených opatření se příslušné části grafického znázornění nevyplňují a nezobrazují se šipky s hodnotou ukazatelů energetické náročnosti odpovídající těmto doporučením,*
- b) obsahuje zařazení budovy do klasifikačních tříd energetické náročnosti budovy (dále jen „klasifikační třída“),*
- c) je umístěno symetricky na bílém podkladě dvou stran formátu A4 na výšku, přičemž je použito standardních fontů písma podle vzoru uvedeného v příloze č. 4 k této vyhlášce,*

d) obsahuje měrné hodnoty ukazatelů energetické náročnosti budovy vztažené na energeticky vztahnou plochu a také hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro celou budovu.

(5) Průkaz zpracovaný pro prodej nebo pronájem budovy v případě, že není povinnost zpracovat průkaz pro jiné účely, nemusí obsahovat část protokolu podle odstavce 2 písm. e).

(6) Klasifikační třídy A až G, jejichž slovní vyjádření a hodnoty pro jejich horní hranici jsou uvedeny v příloze č. 2 k této vyhlášce, se stanovují pro celkovou dodanou energii, neobnovitelnou primární energii, dílčí dodané energie a průměrný součinitel prostupu tepla a použijí se v grafickém znázornění průkazu podle přílohy č. 4 k této vyhlášce.

(7) Hranice klasifikačních tříd podle odstavce 6 se stanoví z referenční hodnoty klasifikovaného ukazatele energetické náročnosti budovy ER, která se určí jednotně pro referenční podmínky uvedené pro novou budovu v příloze č. 1 k této vyhlášce. Při změně dokončené budovy, výstavbě budovy s téměř nulovou spotřebou a při prodeji nebo pronájmu stávající budovy platí stejná stupnice klasifikačních tříd jako pro nové budovy.

(8) V případě rodinných a bytových domů se neurčuje klasifikační třída pro dílčí dodané energie pro chlazení.“ [6]

Vzory grafického výstupu PENB jsou na obrázku č. 2 a na obrázku č. 3.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo:

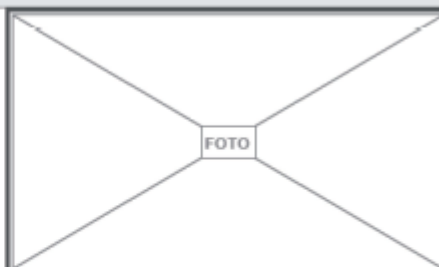
PSC, místo:

Typ budovy:

Plocha obálky budovy: m²

Objemový faktor tvaru A/V: m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: m²

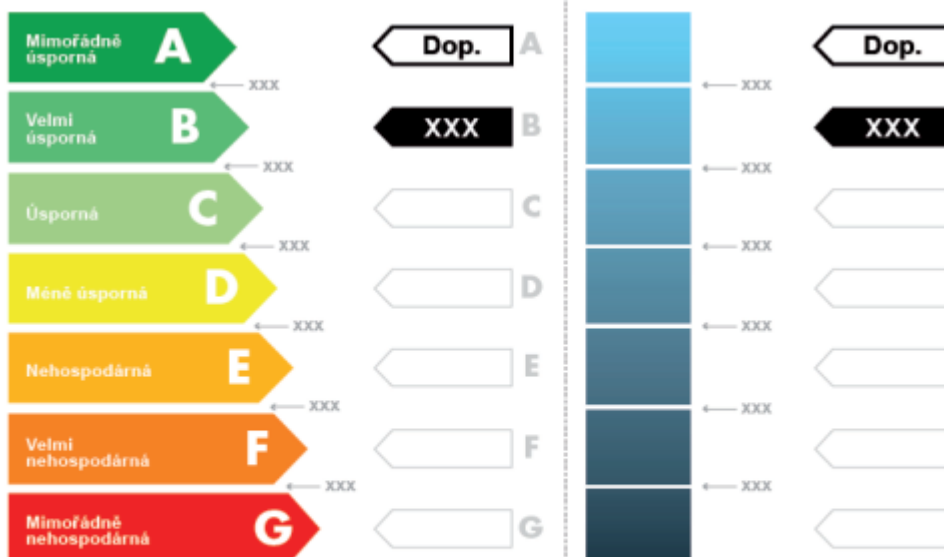


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

XX,X

XX,X

Obr. č. 2 – Grafické znázornění průkazu strana 1[6]

V rámci výstupu PENB se stanovují ukazatele energetické náročnosti budovy, konkrétně se jedná o:

- Celková primární energie za rok.
- Neobnovitelná primární energie za rok.
- Celková dodaná energie za rok.
- Dílčí dodané energie pro systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok.
- Průměrný součinitel prostupu tepla.
- Součinitele prostupu tepla konstrukcí na systémové hranici.
- Účinnost technických systémů. [6]

Zařazení do energetické třídy se provádí pomocí porovnání s referenční budovou. Referenční budova je naprosto totožná s posuzovaným objektem, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejich konstrukcí a technických systémů budovy. Referenční hodnoty jsou požadované hodnoty stanovené v aktuálně platných technických normách. Referenční budova tedy představuje vyhovující třídu C. Budovy, které spadají do horší energetické třídy D - G jsou z energetického hlediska jako nevyhovující. Zařazení do jednotlivé třídy se provede na základě násobku referenční budovy. [6]

Tab. č. 3 – Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy [6]

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie	U_{em}	
A	$0,5 \times E_R$	$0,65 \times E_R$	Mimořádně úsporná
B	$0,75 \times E_R$	$0,8 \times E_R$	Velmi úsporná
C	E_R		Úsporná
D	$1,5 \times E_R$		Méně úsporná
E	$2 \times E_R$		Nehospodárná
F	$2,5 \times E_R$		Velmi nehospodárná
G			Mimořádně nehospodárná

3.4 TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ

Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla dle ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, vydána 10.2011 včetně změny Z1, vydána 4/2012.

Tato norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí, zejména pak splnění základního požadavku na úsporu energie a tepelnou ochranu budov. Platí pro nové budovy, stavební úpravy, udržovací práce, změny v užívání budov a jiné změny dokončených staveb. [3]

3.4.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

„Konstrukce a styky konstrukcí v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$ musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} splňoval podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

kde

$f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, stanovená ze vztahu:

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde

$f_{Rsi,cr}$ je kritický teplotní faktor“ [3]

„Pro konstrukce v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ lze pro stanovení kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ použít tabulku č. 2.“ [3]

Tab. č. 4 – Tabulka č.2 Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i = 50 \%$ [3]

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Stavební konstrukce	20,0	11,68	11,36	11,04	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
	20,3	11,98	11,62	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30
	20,6	12,23	11,92	11,59	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58
	20,9	12,53	12,21	11,85	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86
	21,0	12,60	12,29	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96
Výplň otvoru podle 3.4	20,0	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65
	20,3	8,61	8,30	7,98	7,67	7,32	6,97	6,62	6,28	5,89
	20,6	8,91	8,59	8,25	7,94	7,59	7,24	6,90	6,55	6,16
	20,9	9,17	8,86	8,51	8,21	7,86	7,52	7,17	6,79	6,44
	21,0	9,27	8,96	8,62	8,27	7,97	7,62	7,24	6,90	6,51

3.4.2 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla se hodnotí současně dvěma způsoby a to jak pro jednotlivé konstrukce, tak pro budovu jako celek. Oba požadavky musí být splněny současně, pokud není dovolena výjimka. Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla se dále používají pro hodnocení konstrukcí.[3]

„Konstrukce vytápěných budov musí mít v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i \leq 60 \%$ součinitel prostupu tepla U , ve $W/(m^2K)$ takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde

U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla. Ve $W/(m^2K)$.“ [3]

V tabulce č. 5 jsou uvedeny požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U .

Tab. č. 5 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou ϕ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně [3]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 ²⁾	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
		$U_{N,20}$	$U_{rac,20}$	$U_{pas,20}$
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m ² ; A _w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m ² .	$f_w \leq 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$	0,2 + f_w	0,15 + 0,85· f_w
	$f_w > 0,5$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$		
Kovový rám výplně otvoru		–	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾		–	1,3	0,9 – 0,7
Rám lehkého obvodového pláště		–	1,8	1,2
POZNÁMKY				
1) Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31.12.2012 připouští hodnota 0,38 W/(m ² ·K).				
2) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m ² ·K).				
3) Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni.				
4) V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru.				
5) Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy.				
6) Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (tj. bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370.				
7) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,5 W/(m ² ·K).				

„Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} ve W/(m²·K) budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

kde

$U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla ve W/(m²·K)“ [3]

V tabulce č. 6 jsou uvedeny požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla.

Tab. č. 6 – Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou ϕ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně [3]

	Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,20}$ [W/(m ² ·K)]
Nové obytné budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však 0,50
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však hodnota: Pro objemový faktor tvaru: $A/V \leq 0,2$ $U_{em, N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{em, N,20} = 0,45$ Pro ostatní hodnoty A/V $U_{em, N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$.

3.4.3 Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineární i bodový činitel prostupu tepla Ψ , ve W/(mK), a χ , ve W/K, tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí splňovat podmínku:

$$\Psi \leq \Psi N \quad \chi \leq \chi N$$

Kde

ΨN je požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla, ve W/(mK), podle tabulky 6;

χN je požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla, ve W/(mK), podle tabulky 6. [3]

V tabulce č. 7 jsou uvedeny požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla

Tab. č. 7 – Tabulka 6 - Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi [3]

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla [W/(m·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	Ψ_N	Ψ_{rec}	Ψ_{pas}
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10	0,02
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla [W/K]		
	χ_N	χ_{rec}	χ_{pas}
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

3.4.4 Pokles dotykové teploty

„Hodnotí vhodnost konstrukce pro přímý kontakt s osobou.“ [3]

3.4.5 Kondenzace vodní páry v konstrukci

„Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$, mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy:

$$M_c = 0 \text{ [3]}$$

„Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$, tak, aby splňovala podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednovrstevnou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}/\text{m}^3$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}/\text{m}^3$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$ se použije 10 % jeho plošné hmotnosti. “ [3]

„Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$ tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$.“ [3]

3.4.6 Průvzdušnost funkčních spár výplní otvorů

„V obvodových konstrukcích se nepřipouští netěsnosti a neutěsněné spáry, kromě funkčních spár výplní otvorů a funkčních spár lehkých obvodových plášťů. Všechna napojení konstrukcí mezi sebou musí být provedena trvale vzduchotěsně podle dosažitelného stavu techniky“ [3]

3.4.7 Celková průvzdušnost obálky budovy

„Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části se ověřuje pomocí celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa , v h^{-1} , stanovené experimentálně podle ČSN EN 13829. Doporučuje se splnění podmínky:

$$n_{50} \leq n_{50,N}$$

kde

$n_{50,N}$ je doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h^{-1} , která se stanoví podle tabulky 10.

Hodnoty na úrovni I se doporučuje splnit vždy, hodnoty na úrovni II se doporučuje splnit přednostně“ [3]

Tab. č.8 – Tabulka 10 – Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [3]

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [h^{-1}]	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy)	0,6	0,4

3.4.8 Tepelná stabilita místnosti v zimním a letním období

V zimním období

„Požaduje se, aby kritická místnost (vnitřní prostor) na konci doby chladnutí t vykazovala pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta \theta_v(t)t$, ve $^{\circ}\text{C}$, podle vztahu:

$$\Delta \theta_v(t) \leq \Delta \theta_{v,N}(t)$$

kde

$\Delta \theta_{v,N}(t)$ je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období ve $^{\circ}\text{C}$, stanovená z tabulky 11, kde θ_i je návrhová vnitřní teplota podle ČSN 73 0540-3.“ [3]

Tab. č.9 – Tabulka 11 – Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta \theta_{v,N}(t)$ [3]

Druh místnosti (prostoru)	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta \theta_{v,N}(t)$ [°C]
S pobytem lidí po přerušení vytápění:	
– při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně;	3
– při vytápění kamny a podlahovým vytápění;	4
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění:	
– při přerušení vytápění topnou přestávkou:	
– budova masivní;	6
– budova lehká;	8
– při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{v,min}$;	$\theta_l - \theta_{v,min}$
– při skladování potravin;	$\theta_l - 8$
– při nebezpečí zamrznutí vody.	$\theta_l - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody).	$\theta_l - 1$

V letním období

„Kritická místnost (vnitřní prostor) musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období, ve °C, podle vztahu:

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

kde

$\theta_{ai,max,N}$ je požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období v °C, která se stanoví podle tabulky 12. [3]

Tab. č. 10 – Tabulka 12 – Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti
v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [3]

Druh budovy		Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní ¹⁾		27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla	– do 25 W/m ³ včetně	29,5
	– nad 25 W/m ³	31,5
¹⁾ U obytných budov je možné připustit překročení požadované hodnoty nejvíce o 2 °C na souvislou dobu nejvíce 2 hodin během normového dne, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.		

4 DOTAČNÍ TITULY

Dotační tituly jsou poskytovány v rámci národní politiky pro zlepšení tepelných vlastností, ale v návaznosti na mezinárodní dohody o snížení emisí skleníkových plynů a zvýšení podílu spotřeby energie z obnovitelných zdrojů energií. [8]

Tituly se dají rozdělit dle sektorů a to na sektor dotací pro domácnosti, služby, průmysl, podnikatelské subjekty. [8]

Dle údajů z roku 2015 je v České republice nad 1,5 miliónu rodinných domů, z tohoto počtu je pouze 25% již rekonstruovaná. Bytových domů je nad 211 tisíc, ale patří jim vyšší podíl zrekonstruovaných objektů a to 40 %. Dle odhadů je potřeba pro zbylou část rodinných a bytových domů investovat pro potřeby rekonstrukce od 1130 miliard do 1636 miliard Kč. Odhad investic vyvolaných díky dotacím do roku 2020 se odhaduje na 300 miliard Kč včetně průmyslu.[8]

4.1 DOTAČNÍ TITULY PRO DOMÁCNOSTI

V rámci politiky státu probíhalo a probíhá řada dotačních titulů. Jedná se především o program Zelená úsporám, která prošla řadou změn a nyní je aktuální jako Nová Zelená úsporám (i pro veřejné budovy). Dále pak program Panel, Jessica, Společný program pro výměnu kotlů, Integrovaný regionální operační program, Operační program Životního prostředí 2014 – 2020. [8]

4.1.1 Nová Zelená úsporám

Nyní probíhá vždy pomocí kontinuální výzvy, kdy se podávají žádosti do výše alokace pro dané období. Je určen pro rodinné domy, bytové domy a veřejné budovy. Celková výše alokace se předpokládá 28 miliard Kč. [8]

Pro rodinné domy je možné žádat na snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů (oblast A) dotace se vztahuje na plochu zateplované konstrukce. Výstavbu rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností (oblast B), výše podpory je dána fixní formou dotace na jeden objekt. A pro efektivní využití zdrojů energie (oblast C), stanovení fixní dotace na nové zdroje vytápění. Pro bytové domy je otevřená oblast podpory A a oblast podpory C. Výše podpory se může lišit od podle krajů.[8]

4.1.2 Integrovaný regionální operační program

Tento program je určen pro bytové domy mimo hlavního města Prahy. Celková výše alokace se předpokládá 16,9 miliard Kč. [8]

Jsou zde dvě hladiny podpory dle úspory celkové dodané energie. [8]

První hladina podpory je pro celkovou úsporu dodané energie minimálně 30 %, při dosažení klasifikační třídy dodané energie C a splnění požadavků na průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,R}$. Podpora je maximálně 20 % z celkových způsobilých výdajů. [8]

Druhá hladina podpory je pro celkovou úsporu dodané energie minimálně 40 %, při dosažení klasifikační třídy dodané energie B a splnění požadavků na průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,R}$. Podpora je maximálně 25 % z celkových způsobilých výdajů. [8]

4.2 DOTAČNÍ TITULY PRO SLUŽBY

Pro oblast služeb jsou nejznámější tyto dotační tituly – Operační program podnikání a inovace (podnikatelské subjekty), Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (podnikatelské subjekty), Program EFEKT investiční část (sektor veřejných služeb, osvětlení), Operační program Životní prostředí (2007-2013 a 2014-2020, sektor veřejných služeb), OP Praha Pól růstu – část budovy (hlavní město Praha). [8]

4.2.1 Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost.

Probíhá pro tři možnosti provedených opatření a to pro oblast úspory energie, pro oblast nemovitosti a pro oblast obnovitelných zdrojů energie. Výše alokace se předpokládá na cca 20 miliard Kč. [8]

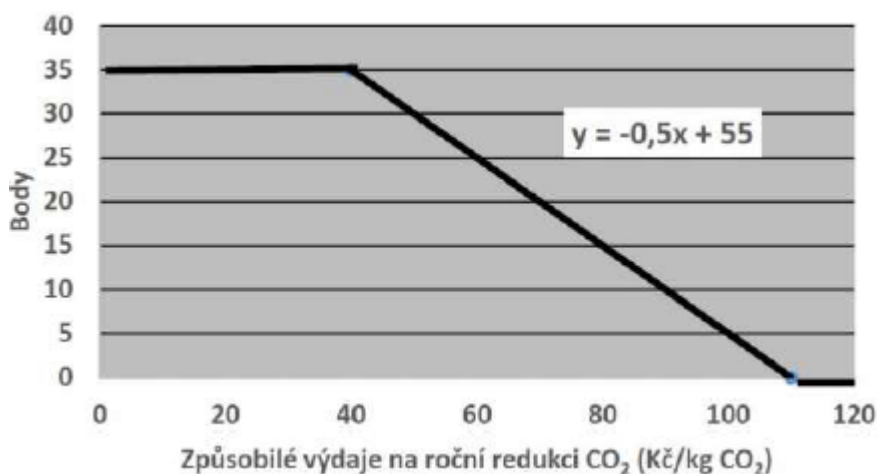
Pro úsporu energie je možná dotace na projekt i na posudek dle velikosti podniku. [8]
Uvedeno v tabulce č.11.

Tab. č. 11 – Tabulka výše dotace na velikost podniku

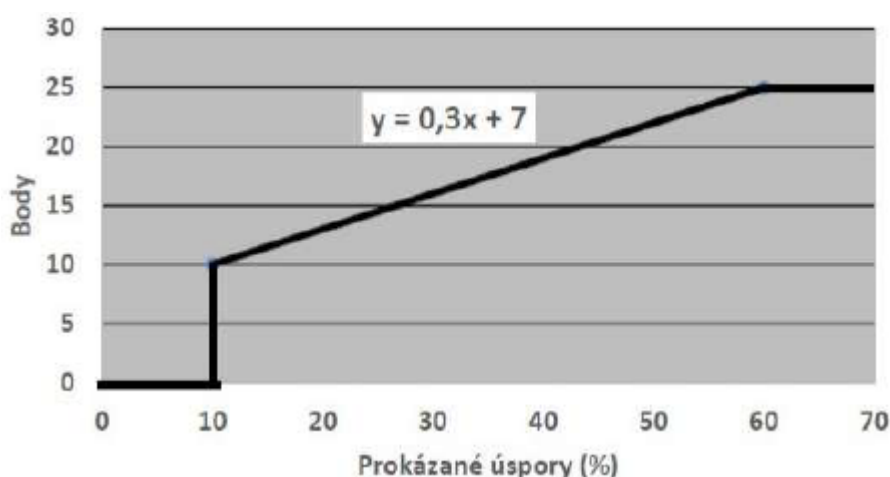
Velikost projektu	Dotace na projekt v %	Dotace na posudek v %
Malé podniky	50	50
Střední podniky	40	40
Velké podniky	30	30
Omezení	Minimálně 500 tisíc Kč Maximálně 250 mil. Kč	Maximálně 350 tisíc Kč

Podmínkami získání dotace je vedení podniku v CZ NACE, projekt musí mít pozitivní vliv na životní prostředí, kritéria jsou bodována podmínka je získání minimálně 60 bodů ze 100 možných. Maximálně počet bodů za snížení emisí oxidu uhličitého 35 bodů, viz graf č. 1, při dosažení trvalé úspory spotřeby energie až 25 bodů, viz graf č. 2, bonifikace za instalaci obnovitelného zdroje energie pro vlastní potřebu podniku až 10 bodů, viz graf č. 3. Přesnější podmínky jsou stanoveny vždy k danému období alokace pro dotace.[8]

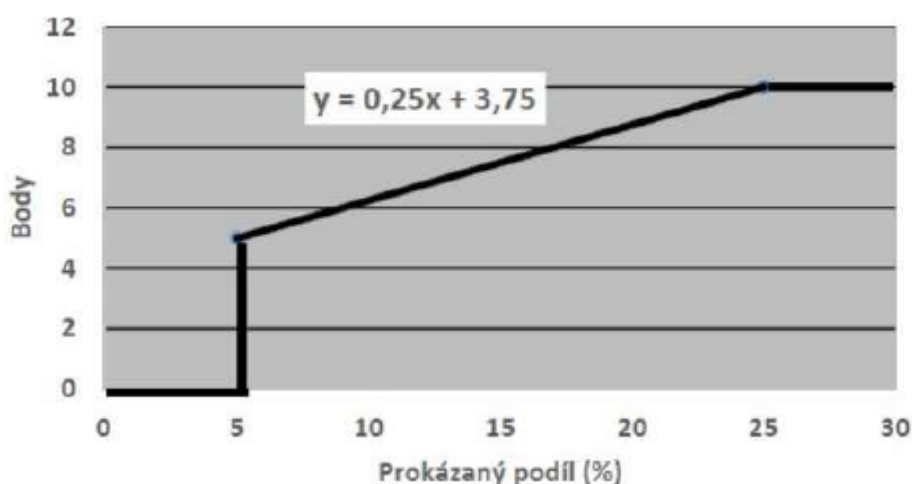
Graf č. 1 – závislost bodů na způsobilé výdaje na roční redukci CO₂



Graf č. 2 – Závislost bodů na prokázané úspory v %



Graf č.3 – Závislost bodů na prokázaném podílu v %



4.3 DOTAČNÍ TITULY PRO PRŮMYSL

Pro oblast služeb jsou nejznámější tyto dotační tituly – Operační program podnikání a inovace, Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost. [8]

5 CENY ENERGIÍ

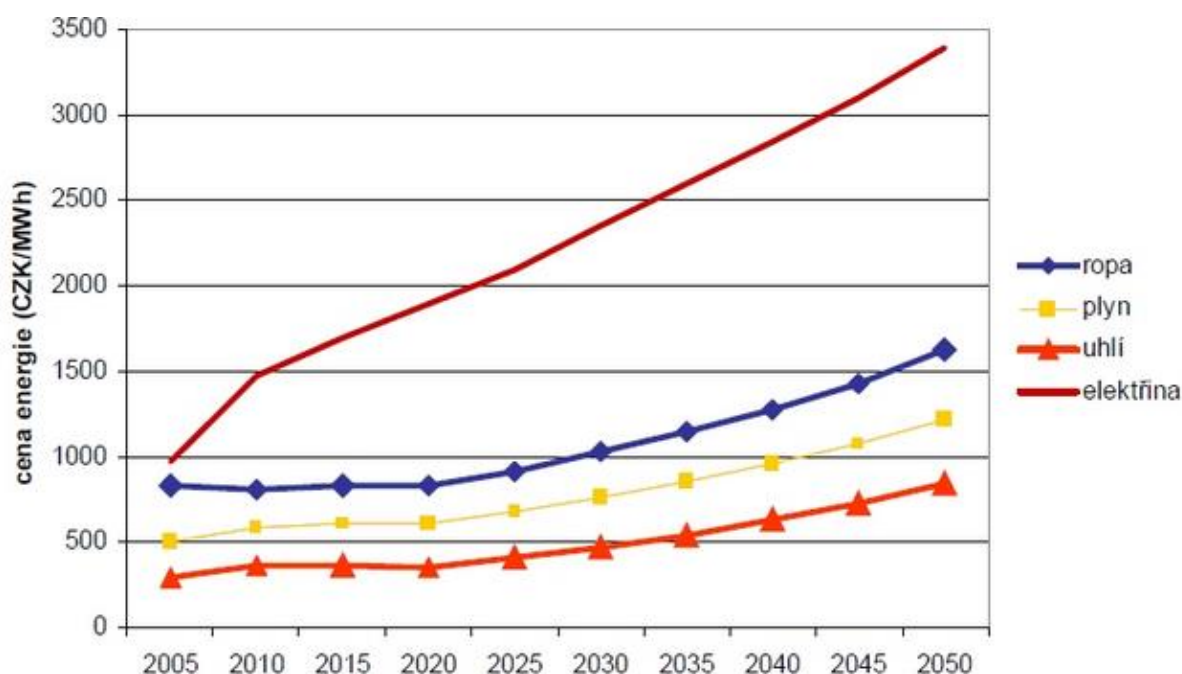
Jako hlavní motivace zateplování objektů je v dnešní době stále rostoucí cena paliv a energií. Nejvhodnější je provést vždy komplexní zateplení celé obálky včetně výplní vnější otvorů. V návaznosti na provedené práce je vhodné vyměnit i tepelný zdroj vytápění

v objektu. Díky provedeným úpravám se může razantně snížit spotřeba tepla na vytápění. Dále se zkrátí topná sezóna přes zimní období, a naopak v letním období nedojde k rychlému přehřátí obálky budovy. [9]

Rozdíl v cenách energií je dán i polohou objektu, z důvodu toho, že ceny se různí kraj od kraje, navíc se ceny liší i v závislosti na zvoleném distributorovi energií.

Dle statického úřadu se dá předpokládat zvyšování cen energií v delším časovém úseku. Je tedy možné, že může dojít ke krátkodobému snížení ceny energií. Vývoj cen energií je znázorněn v grafu č. 4.

Graf č.4 – Prognóza cen energií (CZK/MWh) do roku 2050 [10]



Z grafu vyplývá neustálé zvyšování cen energií, největší tempo růstu se předpokládá u ceny za elektřinu. Ropa, plyn a uhlí má taky stoupající tendenci, ale není tak prudká jako u elektřiny.

6 DRUHY TEPELNÝCH IZOLACÍ

Tepelné izolace plní hlavně tepelně izolační schopnosti materiálu. Jako tepelně izolační materiály považujeme materiály, které výrazně zvyšují tepelný odpor konstrukce. Kdy součinitel tepelné vodivosti je menší než $0,17 \text{ W/mK}$. Tepelná vodivost materiálu je velmi ovlivněna stoupající vlhkostí, je tedy nutné aby, tepelně izolační vrstva byla co nejsušší. Výhodné je využití nenasákavých materiálů. Nejrozšířenější jsou u nás polystyrenové desky a minerální tepelní izolace, jak ve formě desek, tak v rolích. [11]

6.1 PĚNOVÝ POLYSTYREN - EPS

„Jde o produkt polymerace styrenu, který je následně zpěňován a nařezán do bloků, nezbytné je přidání retardérů hoření pro zajištění samozhášivosti materiálu. Součinitel tepelné vodivosti expandovaného polystyrenu se pro typ EPS 100 pohybuje od $\lambda = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Číslo typu značí pevnost v tlaku v kPa, EPS se vyrábí v hodnotách 50 až 250 kPa. Při aplikaci se kotví buď pouze lepením, nebo lepením a mechanicky. Vhodné je použít více vrstev kladených na vazbu pro eliminaci liniových tepelných mostů na styku s konstrukcí. Polystyren je možné použít i jako kročejovou izolaci, nelze ho však dlouhodobě vystavit vlhku. Mezi výhody patří nízká cena.“ [12]

Zatím nejnovějším typem EPS je šedý polystyrén. Jde o novou generaci EPS, která se od běžného expandovaného polystyrenu liší nejen vzhledem, ale především tepelně–izolačními vlastnostmi. Šedý pěnový polystyrén s objemovou hmotností 15 kg/m^3 má součinitel tepelné vodivosti $0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Při srovnatelné tloušťce má o 15–20 % lepší izolační účinek. Těchto vlastností bylo dosaženo přidavkem uhlíkových nanočástic do polystyrenu před vypěněním, které způsobily šedé zabarvení, ale hlavně omezily sálavou složku šíření tepla pěnou a tím vedly k lepší hodnotě součinitele tepelné vodivosti. [12]

Nevýhodou je náročnější technologický postup z důvodu zamezení pronikání slunečních paprsků a přehřívání desek a taky vyšší cena. [14]

6.2 EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN - XPS

Tento druh polystyrenu, značený také XPS, je dodáván nejčastěji ve formě desek s polodrážkou nebo hranou, využíván je zejména pro izolaci konstrukcí, které jsou vystaveny vyšší vlhkosti a to soklu, dále při izolování základových desek nebo ve skladbě střech s obráceným pořadím vrstev. Materiál má uzavřené póry, je proto nenasákavý a lze ho použít ve vlhkém prostředí, kde působí jako tepelná izolace, a také jako účinná součást hydroizolace.

Je velmi pevný, na druhé straně je nutné ho chránit před UV zářením. Důležitou součástí jsou i v tomto případě zpomalovače hoření. [12]

6.3 PĚNOVÉ SKLO

„Vyrábí se ze speciálního hlinitosilikátového skla, rozemletého na prášek a smíchaného s velmi jemným uhlíkovým prachem. Směs je v ocelových formách v tunelové peci zahřáta na cca 1000 °C. Při tomto procesu je sklo roztaveno, současně dochází k oxidaci uhlíku na plyn CO₂, který následně vytvoří z taveniny pěnu a zvýší její objem. Konečný rozměr se ustálí až po zchlazení na obvyklou teplotu kolem 20 °C. Nový materiál obsahuje drobné uzavřené bublinky, díky této struktuře je hmota zcela nehořlavá a parotěsná. Využívá se především v energeticky úsporných či pasivních domech pro izolaci spodní stavby a pro přerušení tepelného mostu, například u paty nosných stěn. Další aplikací jsou izolace podlah nebo pojízdných a pochozích střech s velmi vysokým tlakovým namáháním v průmyslových provozech, občanských stavbách, obchodních domech ap. Širokému použití brání vysoká cena. Součinitel tepelné vodivosti pěnového skla je 0,04 až 0,048 W/(m·K).“ [12]



Obr. č. 4 – Deska a granulát z pěnoskla (<http://www.stavebnictvi3000.cz>)

6.4 VAKUOVÉ IZOLACE

„Princip této izolace je zdánlivě jednoduchý. Ve většině tepelných izolací se na celkovém prostupu tepla totiž významně podílí vzduch. Materiál sám, tzn. tuhá část pěny nebo minerální či rostlinná vlákna, je dobrou tepelnou izolací, ale v kombinaci se vzduchem, který zaujímá většinu objemu izolace, jsou hodnoty vodivosti nakonec blízké vzduchu – přibližně

0,03 W/(m·K). Mnohem lepších hodnot lze docílit, jestliže je z izolačního materiálu odčerpán vzduch, čímž je potlačen dominantní vliv tepelné vodivosti plynu. Výrobci docílují až 99.999999 % vakua a tím tepelného odporu 250 m²K/W pro libovolnou tloušťku. Panel vakuové izolace lze zjednodušeně připodobnit k pytlíku mleté vakuované kávy.

Vakuové izolační panely (označované zkratkou VIP) však obsahují jako výplň místo kávy tuhou síťovou strukturu složenou z klastrů (shluků) částic oxidu křemičitého (SiO₂) nanometrických rozměrů. Tato prostorová, velmi jemná síť je také známá pod názvem aerogel. Další důležitou součástí VIP je vzduchotěsný a mechanicky tuhý obal, který umožní úplné a trvalé odčerpání vzduchu z výplně SiO₂ i bezporuchovou manipulaci s panely při výstavbě. Panely VIP se vyrábějí v rozměrech stavebních izolačních desek, jejich tloušťka je malá, od 2 do 8 cm. Dosahují součinitele tepelné vodivosti od $\lambda = 0,004$ W/(m·K), což je desetina návrhové hodnoty běžných izolací.

Výhoda této struktury vyplyne, když si uvědomíme, že střední volná dráha molekul vzduchu (mezi dvěma srážkami) je při atmosférickém tlaku také kolem 70 nm. Vedení tepla ve vzduchu se totiž děje hlavně vzájemnými srážkami molekul vzduchu, při níž si tyto vyměňují energii (přesněji kvanta vibrační energie – fonony), a tím – jako součást velkého statistického souboru všech molekul vzduchu – vedou teplo. Jenže velká část z nich zůstane izolována v buňkách nanoporézní sítě SiO₂ a s volnými si může vyměňovat energii s jen malou statistickou pravděpodobností.“ [12]

6.5 AEROGELOVÉ IZOLACE

To se makroskopicky projeví ve snížené tepelné vodivosti i při normálním tlaku. Konkrétně nanoporézní síť SiO₂, neboli aerogel aplikovaný jako nevakuovaná, tzn. běžná vzdušná izolace, dosahuje hodnot λ až 0,016 W/(mK), u uhlíkatých aerogelů jen na 0,012 W/(mK). Kvůli velmi vysoké ceně zatím u nás nacházejí vakuové panely oproti zahraničí uplatnění především při řešení komplikovaných konstrukčních detailů, a to v souvislosti s odstraňováním tep. mostů pomocí izolace malé tloušťky. [12]

6.6 MINERÁLNÍ VLNA

Poměr ceny, vlastností a výsledného efektu řadí minerální vlnu mezi nejpoužívanější tepelné izolace. Vyrábí se tavením hornin, nejčastěji jde o čedič nebo křemen, podle výchozích surovin se pak jedná o kamennou či skelnou vlnu. Kamenná vlna vzniká tavením čediče, do jemných vláken jsou vstřikována pojiva, hydrofobizační oleje, protiplísňové

přísady a podobně. Po tepelném vytvrzení a ochlazení je materiál nařezán na potřebné rozměry, dodává se v rolích nebo deskách. Díky čediči má kamenná vlna vysoký bod tání, odolává proto ohni. Neměla by však být dlouhodobě vystavována vlhku. Podobně je vyráběna i skelná vlna, díky příbuznosti výchozího materiálu má také podobné vlastnosti, jako vlna kamenná. Významnou předností minerálních tepelných izolací je i nízký difúzní odpor, a tím vysoká paropropustnost, dům může dýchat, což konkrétně znamená, že se zejména případná zkondenzovaná vlhkost v obvodové zdi může odpařovat ven. Díky této vlastnosti se minerální vlna často úspěšně používá v difúzně otevřených konstrukcích nebo u dvouplášťových střech. Součinitel tepelné vodivosti tohoto materiálu je od 0,035 W/(m.K). [12]

6.7 PĚNOVÝ POLYURETAN

Ekologicky nezávadný pěnový polyuretan vypěňovaný bezfreonovými nadouvadly patří k nejkvalitnějším tepelně izolačním materiálům. Je používán nejen v nově realizované výstavbě, ale i pro účely dodatečné tepelné izolace stávajících objektů, a to jak obytných, tak i výrobních. Vedle tohoto užití je stejně vhodný pro chladírenské provozy. [13]

Jako tepelně izolační materiál je PUR vhodný zejména proto, že užité vlastnosti jsou povýšeny skutečnostmi, které řada jiných tepelně izolačních materiálů nemá. Uvedeme některé základní - nesublímuje, snese trvalou teplotní zátěž až 140 °C, nenapadá jej ptactvo, hlodavci ani plíseň, má vysokou pevnost v tlaku. [13]

Na polyuretanové tepelně izolační desky (PUR) v základním provedení se může aplikovat z jedné nebo z obou stran různé krycí vrstvy podle účelu použití a vyrobit konstrukční dílec či panel. [13]

Tepelně izolační desky a panely mají široké možnosti použití, například pro obvodové pláště objektů, dodatečné zateplení objektů, včetně průmyslových, střešní konstrukce rovné i šikmé, tepelné izolace podlah a stropů[13]

PUR desky splňují tepelné normy pro konstrukce budov, snižují spotřebu energií - při zvyšování cen energií mají rychlou návratnost investic. Desky a panely se rychle a snadno montují. [13]

6.8 DŘEVOCEMENTOVÉ IZOLACE

„Vyrábí se z dřevěných, tenkých vln, které se lisují s minerálním pojivem na tenké, multifunkční desky. Jsou odolné a mají stejnou životnost jako budovy, ve kterých jsou

používány. Heraklitové desky jsou odolné proti ohni a jejich otevřená povrchová struktura zajišťuje vynikající akustické vlastnosti. Desky se používají v kombinaci s minerální nebo pěnovou izolací (tepelná ochrana). Heraklitové desky nám v budovách utváří přírodní vzhled s minimální manuální námahou (rychlá a jednoduchá instalace) a jsou k dostání v mnoha barvách.“ [15]

6.9 PERLIT

„Expandovaný perlit je lehká, zrnitá, pórovitá hmota bílé nebo šedobílé barvy vyráběna tepelným zpracováním ze surového perlitu. Perlit je v podstatě amorfní křemičitan hlinitý sopečného původu, patří ke kyselým vulkanickým sklům obdobně jako obsidián, smolek a pemza, od kterých se liší obsahem chemicky vázané vody. Tepelným zpracováním (expandací) při teplotách 850-1150 °C vznikne produkt ve formě drobných dutých kuliček různých velikostí. Při expandaci se objem perlitu zvětšuje 5 až 10 krát.“ [16]



Obr. č. 5 – Perlit (<http://www.drevostavby.cz>)

6.10 IZOLACE Z KONOPÍ

„Konopí patří mezi velmi využívané technické rostliny. Jeho největší předností je rychlá obnovitelnost – roste mnohem rychleji, než dřevo, navíc nevyžaduje žádnou velkou péči ani ošetřování chemickými látkami. Při růstu odbourává CO₂, půda je po sklizni kvalitní. Z vláken této rostliny jsou vyráběny konstrukční desky i tepelně–izolační materiály ve formě desek či rouna. Pro izolaci těžce přístupných nebo nepravidelných míst je používána konopná foukaná sypká izolace. Díky srovnatelným vlastnostem ($\lambda \approx 0,04 \text{ W/(m.K)}$) mohou konopné materiály nahradit minerální vlnu. Uchovávají si dlouhodobě své vlastnosti, jsou pevné, odolné proti vlhkosti, nehrozí ani napadení škůdci či hnilobou. Zaručují zdravé mikroklima, a

tedy příjemné bydlení. Obdobné vlastnosti, ale zatím menší rozšíření, mají izolační materiály z dřevitých vláken a technického lnu. Všechny tyto výrobky lze považovat za čistě ekologické, neboť při jejich výrobě nejsou používána žádná lepidla. Mají vysokou tepelnou kapacitu ($c = 2100 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$), díky níž se v horkých letních měsících nepřehřívají, účinkují současně jako tepelně–akumulační materiál, jsou paropropustné, v konstrukci navíc fungují jako savý papír – vlhkost pohltí a rozšíří, aniž by byly mokré.“ [12]

6.11 CELUÓZA

Celulózové tepelně–izolační materiály se vyrábějí z recyklovaného novinového papíru, základní surovinou je tedy v prvopočátku dřevo. Roztrhaný novinový papír je smíchán s přísadami, zpravidla boritany, které zajišťují jeho odolnost proti škůdcům, plísním, hnilobám a ohni. Poté je směs rozemleta. Izolace je aplikována foukáním, lze ji vyplnit jakékoli, i obtížně dostupné dutiny. Při použití tohoto materiálu je nutné počítat s takzvaným „sedáním“, při aplikaci je proto nutné hmotu zhutnit, a to především v šikmých nebo svislých částech stavby. Celulózová izolace se stejně jako ostatní přírodní materiály chová v konstrukci jako savý papír, to znamená, že na sebe naváže vlhkost ze zdiva a rovnoměrně ji předá dál. Tento typ izolace je zatím více využíván v zahraničí, a to především v dřevostavbách a obecně v pasivních domech. Součinitel tepelné vodivosti je přibližně $0,039 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. [12]

7 VÝPLNĚ OTVORŮ

Výplně otvorů jsou v současnosti z hlediska tepelných vlastností, ale i z hlediska konstrukčního řešení, jedním z nejvíce problematickým místem novostaveb, ale i renovací stávajících objektů. Neustálý rychlý vývoj norem upravující požadavky na výplně způsobuje to, že dnes moderní výplně mohou být za pár let zastaralé. Funkční vlastnosti oken, včetně oken a balkonových a vchodových dveří stanovuje ČSN EN 14351-1+A1 Okna a dveře – Norma výrobku, funkční vlastnosti – Část 1: okna a vnější dveře bez vlastností a/nebo kouřotěsnosti. [17, str.11, 21].

Základní vlastnosti výplní otvorů jsou:

- Odolnost proti zatížení větrem – hodnotí se hlavně čelní průhyb rámu
- Vodotěsnost – odolnost proti průniku vody výrobkem při určitém tlakovém zatížení

- Akustické vlastnosti – nevychází se pouze z vlastností samotného výrobky, ale i vlastností celého obvodového pláště
- Tepelně technické vlastnosti – součinitel prostupu tepla U , celkový U se skládá ze U rámu a z U okenní výplně
- Tepelně technické vlastnosti – nejnižší povrchová teplota
- Radiační sálavé vlastnosti – je to schopnost výrobku propouštět sluneční záření do místnosti, více izolačních skel nejenomže zlepšuje U , ale brání i přehřívání v létě
- Průvzdušnost – je ovlivněna provedením funkční spáry. Tato vlastnost ovlivňuje dva požadavky, které nejsou moc dobře slučitelné a to tepelné ztráty a hygienické požadavky na výměnu vzduchu [17, str. 22-31].

Pro výrobu oken se nejvíce používají materiály plastové, dřevěné (typu EURO), hliník a v omezeném množství ocel. [17, str. 32].

7.1 PLASTOVÉ VÝPLNĚ OTVORŮ

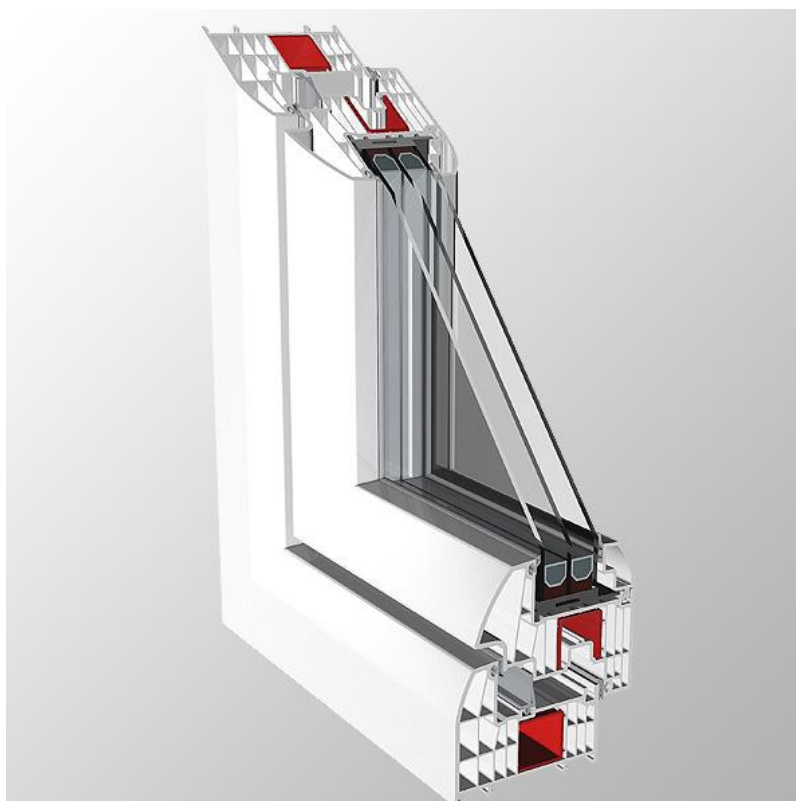
Nejprve se používaly profily z měkčeného polyvinylchloridu (PVC), které však měly jednu vadu z důvodu použití změkčovadel, která časem vyprchala. Docházelo k degradaci materiálu a ke ztrátě pružnosti, při nižších teplotách se projevily mechanické poruchy rámu. Proto byl vyvinut PVC bez změkčovadel.[18, str. 87-95]

Výhody:

- Velmi příznivé fyzikálně-technické vlastnosti
- Velká odolnost proti účinkům povětrnostní korozi
- Nenáročnost na běžnou údržbu
- Příznivé optické působení dané geometrickou přesností a velký výběr profilů
- Velká škála tvarů, barev, architektonických řešení
- Možnost odlišné barvy na vnitřní a vnější straně
- Nižší cena [17, str. 33-34]

Nevýhody:

- Menší statická únosnost
- PVC je plastický materiál, mohou nastat deformace vlivem teplot
- Častější seřizování oken
- Malá tuhost profilu
- Povrch je elektrostatický, takže přitahuje špínu a prach
- Není prakticky možná pozdější obnova profilů
- Recyklace starých oken je energeticky náročná [17, str. 34-36]



Obr. č. 6 – Okenní plastový profil (<http://www.ri-okna.cz>)

7.2 DŘEVĚNÉ VÝPLNĚ OTVORŮ

V dřívějších dobách bylo prakticky jediným materiálem. První pouze okna jednoduchá s jednoduchou skleněnou výplní, později okna zdvojená. Zdvojená okna se skládala ze dvou samostatných k sobě sešroubovaných křídel. Nejvíce se používala v době výstavby panelových domů. Na všechna okna se dříve používalo masivní rostlé dřevo. Z důvodu dotvarování se muselo dřevo nechat pořádně vyschnout, čím silnější rám, tím delší doba na vyschnutí. V současné době se používají hlavně profily lepené (EURO), které jsou slepené z jednotlivých lamel. [17 str. 36-38]

Výhody:

- Velmi příznivé tepelně technické vlastnosti
- Pocitově příjemnější
- Při pravidelné údržbě dlouhá životnost
- Bezkonkurenční variabilita a možný individuální vzhled
- Rychlejší adaptace na nové normy
- Případné poškození povrchu se dá do značné míry opravit
- Dostupnější ekologická likvidace [17, str. 38-39]

Nevýhody:

- Vyšší pořizovací cena
- Reaguje na zvýšenou vlhkost vzduchu
- Nemožnost ochrany při expedici pomocí lepící fólie
- Větší citlivost na ultrafialové spektrum, které způsobuje stárnutí laku
- Obnova povrchu okna po 8 až 10 let [17, str. 39-40]

7.3 HLINÍKOVÉ VÝPLNĚ OTVORŮ

Rám výplně je tvořen dvěma materiály a to dvou hliníkových částí profilu a z můstku z měkčeného PVC nebo polyamidu, který tvoří přerušení tepelného mostu a spojuje hliníkové části v jeden celek. [18, str. 95-99]

Výhody:

- Bezkonkurenční statická odolnost a únosnost
- Možnost zhotovení výplní větších rozměrů a sestav
- Elegance výrobku z důvodu štíhlosti rámu
- Naprostá odolnost proti povětrnostním vlivům
- V porovnání s plastem a dřevem jsou lehčí a méně zatěžují stavební konstrukci
- Variabilní povrchová úprava
- Naprostá míra recyklovatelnosti [17, str. 41]

Nevýhody:

- Vysoká pořizovací cena, až dvojnásobek oproti plastu
- Horší stavebně fyzikální vlastnosti [17, str. 41]

7.4 OCELOVÉ VÝPLNĚ OTVORŮ

Dnes už tvoří velice okrajovou skupinu. Běžně se již nepoužívají [17, str. 41]

8 MOŽNOSTI ZATEPLENÍ OBJEKTU

V dnešní době existuje řada možností zateplení objektu a to v závislosti na charakteru a vlastnosti konstrukce i objektu. Zateplení se navrhuje, aby vyhovělo požadavkům technickým, tepelným, estetickým a dalším. Důvody proč zateplovat objekt jsou hlavně tepelná úspora, estetika, bezpečná investice, ochrana nosných konstrukcí, zlepšení komfortu a hygieny bydlení nebo užívání stavby.

Mezi hlavní možnosti zateplení objektu se hlavně řadí zateplení fasády, střechy, podlahy, stropu objektu, ale taky výměna výplní vnějších otvorů. V době velkých možností z řad výrobců je důležité si zvolit správné materiálové i technologické řešení provádění zateplení, v neposlední řadě záleží i na zkušenostech a odbornosti jak stavební firmy, tak i projekční firmy.

8.1 VNĚJŠÍ ZATEPLENÍ STĚN

Nejčastější způsob provedení zateplení vnějších stěn je pomocí kontaktního zateplovacího systému, známého pod označení ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems). Další možností je provedení provětrávané fasády, kde mezi obvodovou konstrukcí a konstrukcí zateplení je odvětrávaná vzduchová mezera.

Výhody:

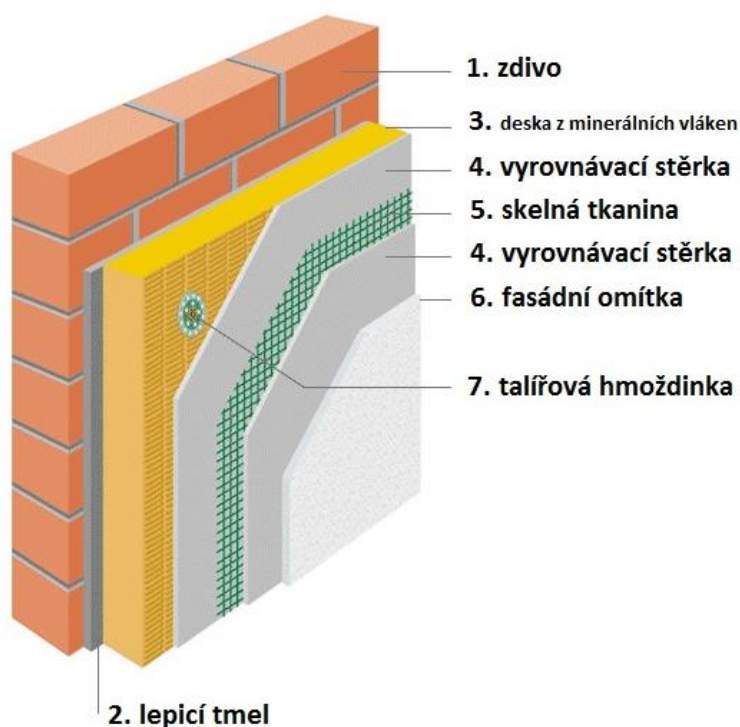
- Lepší akumulární schopnost
- Eliminace tepelných mostů
- Zamezení kondenzace vodní páry v konstrukci
- Při provádění není příliš narušen pohyb osob uvnitř budovy

Nevýhody:

- Náklady
- Potřeba lešení
- Zvětší se půdorys domu

8.1.1 Kontaktní zateplovací systém

Jedná se o nejvíce rozšířený způsob zateplení. Jako tepelný izolant se nejčastěji používají fasádní desky z polystyrenu nebo minerálních vláken. V první řadě se musí očistit a vyspravit podklad. Nejlepší je provést před samotnou realizací zkoušky přídržnosti podkladu, pro zjištění stavu podkladu. Po očištění se provede penetrace a založení zakládací lišty zateplovacího systému. Poté následuje lepení desek. Desky se lepí pomocí lepidla pro daný typ desek. Lepidlo se nanáší po obvodě desky – vytvoření rámečku, a přes střed desky. Po vyztužení lepidla následuje kotvení pomocí fasádních kotvicích talířových hmoždinek. Pro eliminaci tepelných mostů je vhodné použít hmoždinky pro zápusťnou montáž a překrýt vzniklý otvor zátkou. Dalším krokem je nanesení stěrkové hmoty spolu a armovací tkaninou. Po vyztužení stěrkové hmoty se provede penetrace a následně je možné udělat finální povrchnou úpravu. Vždy před realizací se doporučuje vytvořit technologický postup přímo pro daný zvolený zateplovací systém. [19, str. 47-57]



Obr. č. 7 – Skladba KZS (<http://rinvest.cz/>)

8.1.2 Provětrávaná fasáda

Jedná se o zateplení fasády, kdy mezi stávající konstrukcí stěny a novou konstrukcí je provětrávaná mezera. Používá se hlavně u starších objektů, kde potřebuje zajistit provětrávání zdiva z důvodu vlhkosti. Minimální šířka provětrávané mezery je 4 cm. Při řešení provětrávané fasády je důležitá správná volba izolace. Izolační vrstva musí být z kvalitních tvarově stálých desek disponujících dostatečnou hustotou povrchu, díky níž se zabrání pronikání proudícího vzduchu do hloubky desky. Výběr izolace závisí na konstrukčním řešení systému provětrávané fasády, na požadavcích z hlediska tepelného, akustického a protipožárního. Volbě izolace musí rovněž odpovídat způsob upevnění (kotvení). Konstrukce roštu je obvykle provedena z oceli, hliníku nebo dřeva. Představuje spojení mezi nosnou konstrukcí s fasádním obkladem. Provedení roštů závisí na zvoleném druhu a formátu fasádního obkladu. Výběr materiálu pro rošt je ovlivněn požárními předpisy. Izolaci je možné k nosné stěně i mechanicky přikotvit. Pohledové obložení fasády přitom může být ze skla, keramiky, kovu, dřeva, kamene, plastu, plechu a mnoha dalších materiálů. [20]



Obr. č. 8 – Provětrávaná fasáda (<http://www.knaufinsulation.cz>)

8.2 VNITŘNÍ ZATEPLENÍ STĚN

Ve většině případů se používá tam, kde není možné zateplit budovu z venku. Jedná se například o budovy, které mají historicky cennou fasádu. Nevýhodou je, že práce probíhají uvnitř domu a snižuje se vnitřní užitná plocha. V budovách zateplovaných z vnitřní strany dochází k velkým tepelným mostům vzhledem k nemožnosti zateplovat vodorovné konstrukce. Obvodová stěna je po zateplení oddělena od vnitřního prostředí vrstvou izolace, a proto je po provedení zateplení mnohem chladnější. V místech napojení příček často dochází ke kondenzaci a objevuje se plíseň. Mezi izolací a stěnou vznikne chladná zóna, kde s velkou pravděpodobností zkondenzuje voda uvnitř konstrukce a může dojít k porušení obvodové stěny, stropů nebo podlah. [11]

Výhody:

- Lze izolovat pouze jednu místnost.
- Přístup zevnitř bez nutnosti lešení.
- Lze provádět za jakéhokoliv počasí.
- Zachování historické venkovní fasády

Nevýhody:

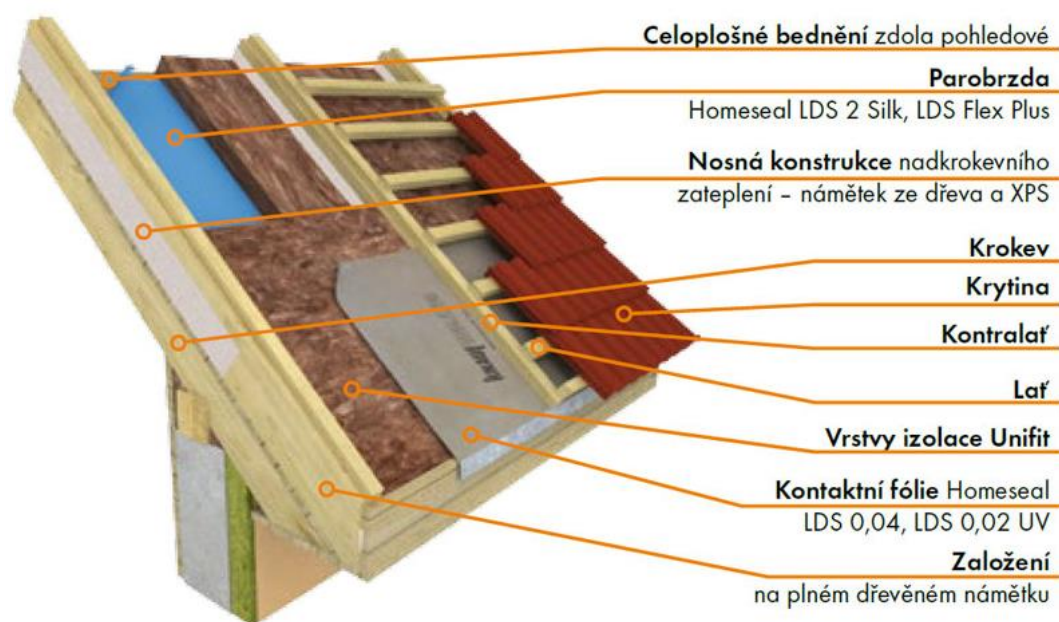
- Riziko kondenzace vlhkosti ve stěně.
- Promrzání vnějšího zdiva.
- V místě tepelných mostů se mohou objevovat plísně.
- Sníží se akumulární schopnost zdiva
- Velký teplotní rozdíl ve zdivu
- Plocha místnosti se zmenší o plochu izolace. [11]

8.3 IZOLACE STŘECH

Izolace střech se provádí jednak z důvodu úspory energie, ale i z důvodu možného využití podkrovního místa. Střecha představuje ihned po fasádě zásadní zdroj úniků tepla z domu. Její izolaci je třeba věnovat dostatečnou pozornost.

Klasický způsob je kladení izolace ve dvou vrstvách. Nejprve mezi krokve a potom pod krokve, čímž omezíme vliv tepelných mostů dřevěných trámů. Po dokončení první vrstvy připevníme na krokve z interiéru parozábranu. Pro vložení druhé vrstvy nejprve připravíme plechový profil pro sádkartonový obklad, který vyplníme izolací s cílem zamezení tepelných mostů. Po vložení druhé vrstvy tepelné izolace můžeme zakrýt sádkartonovými deskami. [9]

Dalším vhodným způsobem zateplení je provedení tepelné izolace nad krokve. Zde je dostatek místa pro uložení libovolné tloušťky tepelné izolace, navíc se provádí shora, odkud se lépe realizuje. Na krokve se položí plnoplošné bednění. Na bednění se položí parotěsná zábrana, následně tepelná izolace, na ni kontralatě a pak už jen latě a krytina. Další výhodou je možnost vytvoření pěkného podhledu v objektu, při zachování vazeb krovu. Nevýhodou je práce pouze za dobrých povětrnostních podmínek. [9]



Obr. č. 9 – Zateplení nad krokvemi (<http://www.knaufinsulation.cz>)

8.4 IZOLACE STROPŮ A PODLAH

8.4.1 Podlahy a stropy obytných místností

Podlahami může unikat až 10 % tepla. Podlahy se, ale zateplují velice špatně, vzhledem světlé výšce místnosti, výšce dveří a další navazujících konstrukcí. Není proto

možné na podlahu přidat libovolnou tloušťku tepelné izolace, jaká by byla podle dnešních požadavků potřebná. Je tedy nutné tloušťku tepelné izolace volit podle možností stavby.

V případě většího rozsahu stavebních prací při rekonstrukci se nabízí vybourat staré vrstvy podlah a provést nové vrstvy včetně zateplení. [9]

8.4.2 Podlahy a stropy půd

Jiným případem jsou podlahy půd, které se rozhodneme zateplovat, aby teplo neunikalo z vytápěných prostor pod nimi. Zde se jedná o téměř stejné provedení jako při zateplení střechy. Zde ovšem odpadá problém s hydroizolací.

Otázkou jen zůstává, zda bude prostor půdy využíván a jak. V případě, že prostor půdy nebudeme využívat, odpadá problém s nosnou konstrukcí pro nášlapnou vrstvu. V případě nutnosti využití prostoru půdy se musí zhotovit nosná konstrukce pro podlahu. Nejčastěji se tato nosná konstrukce vytvoří pomocí dřevěných hranolů kladených křížem, křížem se bude klást i tepelná izolace, z důvodu eliminace tepelných vazeb. Na nosný rošt se potom připevnění dřevotřískové desky, pro lepší stabilitu a tuhost je lepší použít dvě vrstvy těchto desek. [9]



Obr. č. 10 – Zateplení půdy (<http://www.tzb-info.cz>)

9 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části se budu zabývat návrhem celkem tří možných variant provedení zateplení administrativního objektu. Výstupem budou rozpočty pro provedení těchto variant. Budou vypracovány průkazy energetické náročnosti budovy, zvlášť pro každou variantu a pro stávající stav. Dále bude proveden výpočet prosté návratnosti investice a to bez využití dotace a ve druhé variantě včetně využití dotací. Na závěr bude provedeno celkové vyhodnocení daných variant zateplení.

9.1 POPIS PŮVODNÍHO STAVU OBJEKTU

Jedná se o administrativní objekt, který je situován v bývalém areálu MEZ Brumov, na ulici Kloboucká, v Brumově-Bylnici. Obec Brumov-Bylnici se nachází na jihovýchodní pomezí mezi Českou a Slovenskou republikou. Stáří objektu se odhaduje na 80 let. Objekt z větší části samostatně stojící, pouze ze západní strany na něho navazuje sousední objekt.

Objekt prvně sloužil jako velkostatek místní hraběnky. Po znárodnění byl objekt přestaven pro potřeby průmyslové MEZu Brumov. V prvním patře byly skladovací prostory, ústředna a kantýna, ve druhém patře byly kanceláře a účetní zázemí. Půda byla nevyužita.

Po revoluci prošel objekt pouze drobnými úpravami.

Objekt je zděný se sedlovou střechou. Zastavěná plocha činí 424 m².

V dnešní době je východní část prvního patra využívána jako skladovací prostory majitele. Západní část prvního patra je pronajímána místní firmě, nachází se zde kanceláře, skladovací prostory a sociální zázemí. Druhé patro tvoří řada kancelářských prostor včetně zasedací místnosti a sociálního zázemí. Půda slouží jako archiv majitele.



Obr. č. 11 – Původní stav objektu (archiv majitele)

9.1.1 Základové konstrukce

Objekt je založen na základových pasech z prostého betonu, v nezámrazné hloubce. Přes základové pasy je provedena podkladní betonová deska včetně hydroizolace.

9.1.2 Svislé konstrukce

Zdivo v 1NP je smíšené (zdivo z cihel plných pálených, které je proloženo kamenem). Tloušťka zdiva v 1NP je 1400 mm, objekt přístavby na severní straně objektu je vyzděn z plných cihel tloušťky 300 mm.

Zdivo ve 2NP je cihelné z pálených plných cihel o tloušťce stěny 900 mm.

Vnitřní nosné a nenosné zdivo je z plných cihel pálených, případně z heraklitu.

9.1.3 Vodorovné konstrukce

Stropy 1NP tvoří cihelné klenby. Ve 2NP jsou stropy tvořeny pomocí dřevěných trámů, s podbitím a dřevěným záklopem. V přístavbě je vodorovná konstrukce tvořena pouze podhledem střešní konstrukce.

9.1.4 Střešní konstrukce

Střešní konstrukce krovu je tvořena masivními dřevěnými prvky. Jedná se o sedlovou střešní konstrukci s vaznicemi, pozednicí a kleštinami. Zajímavostí pouze je, že při stavbě krovu nebyl použit jediný železný spojovací prostředek. Střešní rovinu tvoří pálené cihelné tašky na laťování. Střešní konstrukce nad hlavní částí je se sklonem 45°. Zastřešení přístavby je pomocí pultové střešní konstrukce, s vloženou tepelnou izolací, celoplošným bedněním a plechovou střešní krytinou.

9.1.5 Podlahy

Podlahy na terénu jsou bez tepelné izolace, pouze v části přístavby bylo provedeno zateplení. Nášlapné vrstvy jsou tvořeny keramickou dlažbou, dřevěnými vlasy a kobercem.

9.1.6 Výplně otvorů

Vnější vchodové dveře jsou kovové s jednoduchým zasklením. Ostatní dveře mají plnou dřevěnou výplň.

Okna ve skladech v 1NP jsou kovová s jednoduchým zasklením. Ostatní okna jsou dřevěná zdvojená.

Vnitřní dveře dřevěné plné.

9.1.7 Vytápění objektu

Vytápění objektu je pomocí dvou plynových kotlů, každý o výkonu 45 kW. Plynové kotle slouží zároveň pro přípravu teplé vody.

9.1.8 Elektroinstalace

Elektroinstalace jsou standartní. Osvětlení je řešeno pomocí úsporných žárovek a zářivek.

Z uvedených konstrukcí vyplývá, že tepelně technické vlastnosti objektu jsou v hodně špatném stavu a bude nutné provést zateplení.

9.2 NAVRHOVANÝ STAV

Byly navrženy 3 možné varianty zateplení objektu. Z důvodu architektonického řešení se budou některé pozice oken měnit. Bude tedy nutnost řešit bourací práce a dozdívky v obvodových stěnách. Rozměr dozdívek a bouraných částí je zřejmý z výkresové dokumentace, který je uvedena v příloze této diplomové práce.

Okna navržena plastová s izolačním trojsklem. Plastová z důvodu ceny a snadné údržby. Dveře vstupní jsou hliníkové a to z důvodu většího provozního namáhání. Zateplení provedeno kontaktním zateplovacím systémem, s využitím minerálních desek ISOVER TF a silikonové omítky na vnější stěny, na soklovou část polystyrenové desky Perimetr s dekorativní marmolitovou omítkou. Při zateplení půdy případně krovu navržena minerální izolace ISOVER UNI. Dále se provede nová střešní krytina to ocelová střešní krytina v antracitovém odstínu. V rámci přidružených prací se provede nové oplechování oken, zábradlí u oken, demontáž a montáž a překotvení hromosvodu a dešťových svodů.

9.2.1 Varianta 1

V rámci varianty 1 byla navržena tato opatření:

- Výměna oken za nová plastová okna s izolačním troj sklem $U=0,91$ (W/m^2K).
- Výměna vstupních dveří za nové hliníkové dveře s izolačním sklem $U=1,6$ (W/m^2K).
- Výměna ostatních venkovních dveří za nové plastové dveře plné $U=1,6$ (W/m^2K).
- Zateplení soklové části pomocí polystyrenové desky Perimetr v tl. 120 mm
- Zateplení obvodového zdiva části pomocí minerální desky ISOVER TF v tl. 120 mm.
- Provede se zateplení půdy a to v rovině stávajícího stropu nad 2NP, včetně pokládky dřevotřískových desek pro zajištění pochůznosti. Pomocí ISOVER UNI v tl. 320 mm (2 x 160 mm).

9.2.2 Varianta 2

V rámci varianty 2 byla navržena tato opatření:

- Výměna oken za nová plastová okna s izolačním troj sklem $U=0,91$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Výměna vstupních dveří za nové hliníkové dveře s izolačním sklem $U=1,6$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Výměna ostatních venkovních dveří za nové plastové dveře plné $U=1,6$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Zateplení obvodového zdiva části pomocí minerální desky ISOVER TF v tl. 120 mm, ale pouze přístavby.
- Proveďte se zateplení střešní roviny, pro zvětšení užité plochy objektu a to pomocí ISOVER ORSIK v tl. 320 mm (2 x 160 mm).
- Střešní rovina se doplní o střešní okna a vikýře $U=0,91$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).

9.2.3 Varianta 3

V rámci varianty 3 byla navržena tato opatření:

- Výměna oken za nová plastová okna s izolačním troj sklem $U=0,91$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Výměna vstupních dveří za nové hliníkové dveře s izolačním sklem $U=1,6$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Výměna ostatních venkovních dveří za nové plastové dveře plné $U=1,6$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Zateplení soklové části pomocí polystyrenové desky Perimetr v tl. 120 mm
- Zateplení obvodového zdiva části pomocí minerální desky ISOVER TF v tl. 120 mm.
- Proveďte se zateplení střešní roviny, pro zvětšení užité plochy objektu a to pomocí ISOVER ORSIK v tl. 320 mm (2 x 160 mm).
- Střešní rovina se doplní o střešní okna a vikýře $U=0,91$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).

9.3 VÝPOČET NÁKLADŮ NA JEDNOTLIVÉ VARIANTY

Byl proveden výpočet nákladů na všechny tři varianty. Výpočet proveden v program RTS – BuidPower. Podrobný položkový rozpočet je uveden v příloze této diplomové práce. Příloha č. 1 pro rozpočet varianty 1, Příloha č. 2 pro rozpočet varianty 2, Příloha č. 3 pro rozpočet varianty 3.

9.3.1 Varianta 1

Celková cena pro realizaci opatření varianty 1 vychází 4,0 mil. Kč vč. DPH. Viz tabulka č. 12 – Krycí list položkového rozpočtu variantu 1. Největší podíl na provedených pracích mají oddíly pro úpravu vnějších povrchů 28 %, výplně otvorů 26% a konstrukce klempířské 11 %. Konstrukce klempířské jsou dány hlavně novou krytinou objektu. Viz tabulka č. 13 – Tabulka rekapitulace dílů položkového rozpočtu variantu 1

9.3.2 Varianta 2

Celková cena pro realizaci opatření varianty 2 vychází 3,75 mil. Kč vč. DPH. Viz tabulka č. 14 – Krycí list položkového rozpočtu variantu 2. Největší podíl na provedených pracích mají oddíly výplně otvorů 32%, konstrukce klempířské 19 % a oddíl pro úpravu vnějších povrchů 15 %, a Konstrukce klempířské jsou dány hlavně novou krytinou objektu. Viz tabulka č. 15 –Rekapitulace dílů položkového rozpočtu variantu 2

9.3.3 Varianta 3

Celková cena pro realizaci opatření varianty 3 vychází 4,37 mil. Kč vč. DPH. Viz tabulka č. 16 – Krycí list položkového rozpočtu variantu 3. Největší podíl na provedených pracích mají oddíly výplně otvorů 28 %, oddíl pro úpravu vnějších povrchů 26% a konstrukce klempířské 16 %. Konstrukce klempířské jsou dány hlavně novou krytinou objektu. Viz tabulka č. 17 –Rekapitulace dílů položkového rozpočtu variantu 3.

Tab. č. 12 – Tabulka krycí list položkového rozpočtu variantu 1

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	05/2016	Diplomová práce	
Objekt:	01	Stavební úpravy administrativní budovy	
Rozpočet:	01	Varianta 1	
Objednatel:		IČO: DIČ:	
Zhotovitel:		IČO: DIČ:	
Vypracoval: Bc. Zdeněk Ptáček			
Rozpis ceny			Celkem
HSV			2 031 381,45
PSV			1 180 499,45
MON			35 000,00
Vedlejší náklady			77 925,14
Ostatní náklady			0,00
Celkem			3 324 806,04
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %		0,00 CZK
Snížená DPH	15 %		0,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %		3 324 806,04 CZK
Základní DPH	21 %		698 209,27 CZK
Zaokrouhlení			-0,31 CZK
Cena celkem s DPH			4 023 015,00 CZK
v _____ _____ Za zhotovitele dne 27.5.2016 _____ Za objednatele			

Tab. č. 13 – Rekapitulace dílů položkového rozpočtu variantu 1

Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu			Celkem	%
3	Svislé a kompletní konstrukce	HSV			14 006,47	0
62	Úpravy povrchů vnější	HSV			936 145,33	28
64	Výplně otvorů	HSV			853 441,90	26
94	Lešení a stavební výtahy	HSV			106 758,14	3
97	Prorážení otvorů	HSV			20 615,93	1
99	Staveništní přesun hmot	HSV			41 834,23	1
711	Izolace proti vodě	PSV			17 240,95	1
713	Izolace tepelné	PSV			152 495,00	5
762	Konstrukce tesařské	PSV			350 509,24	11
764	Konstrukce klempířské	PSV			591 325,38	18
765	Krytiny tvrdé	PSV			62 584,08	2
767	Konstrukce zámečnické	PSV			6 344,80	0
M21	Elektromontáže	MON			35 000,00	1
D96	Přesuny suti a vybouraných hmot	PSU			58 579,45	2
VN	Vedlejší náklady	VN			77 925,14	2
Cena celkem					3 324 806,04	100

Tab. č. 14 – Tabulka krycí list položkového rozpočtu variantu 2

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	05/2016	Diplomová práce	
Objekt:	01	Stavební úpravy administrativní budovy	
Rozpočet:	02	Varianta 2	
Objednatel:		IČO:	
		DIČ:	
Zhotovitel:		IČO:	
		DIČ:	
Vypracoval: Bc. Zdeněk Ptáček			
Rozpis ceny			Celkem
HSV			1 883 043,25
PSV			1 109 944,00
MON			35 000,00
Vedlejší náklady			72 671,69
Ostatní náklady			0,00
Celkem			3 100 658,94
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %		0,00 CZK
Snížená DPH	15 %		0,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %		3 100 658,94 CZK
Základní DPH	21 %		651 138,38 CZK
Zaokrouhlení			-0,32 CZK
Cena celkem s DPH			3 751 797,00 CZK
v _____ dne 27.5.2016 _____ Za zhotovitele _____ Za objednatele			

Tab. č. 15 – Rekapitulace dílů položkového rozpočtu variantu 2

Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu			Celkem	%
3	Svislé a kompletní konstrukce	HSV			14 006,47	0
4	Vodorovné konstrukce	HSV			197 644,28	6
62	Úpravy povrchů vnější	HSV			473 759,93	15
64	Výplně otvorů	HSV			999 991,90	32
94	Lešení a stavební výtahy	HSV			74 896,99	2
97	Prorážení otvorů	HSV			20 615,93	1
99	Staveništní přesun hmot	HSV			43 548,30	1
711	Izolace proti vodě	PSV			17 240,95	1
713	Izolace tepelné	PSV			246 221,31	8
762	Konstrukce tesařské	PSV			160 621,09	5
764	Konstrukce klempířské	PSV			594 827,37	19
765	Krytiny tvrdé	PSV			62 584,08	2
767	Konstrukce zámečnické	PSV			6 344,80	0
784	Malby	PSV			22 104,40	1
M21	Elektromontáže	MON			35 000,00	1
D96	Přesuny suti a vybouraných hmot	PSU			58 579,45	2
VN	Vedlejší náklady	VN			72 671,69	2
Cena celkem					3 100 658,94	100

Tab. č. 16 – Tabulka krycí list položkového rozpočtu varianty 3

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	05/2016	Diplomová práce	
Objekt:	01	Stavební úpravy administrativní budovy	
Rozpočet:	03	Varianta 3	
Objednatel:		IČO:	
		DIČ:	
Zhotovitel:		IČO:	
		DIČ:	
Vypracoval: Bc. Zdeněk Ptáček			
Rozpis ceny			Celkem
HSV			2 380 432,92
PSV			1 114 426,16
MON			35 000,00
Vedlejší náklady			84 716,62
Ostatní náklady			0,00
Celkem			3 614 575,70
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %		0,00 CZK
Snížená DPH	15 %		0,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %		3 614 575,70 CZK
Základní DPH	21 %		759 060,90 CZK
Zaokrouhlení			0,40 CZK
Cena celkem s DPH			4 373 637,00 CZK
v _____ _____ Za zhotovitele dne 27.5.2016 _____ Za objednatele			

Tab. č. 17 – Rekapitulace dílů položkového rozpočtu variantu 3

Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu			Celkem	%
3	Svislé a kompletní konstrukce	HSV			14 006,47	0
4	Vodorovné konstrukce	HSV			197 644,28	5
62	Úpravy povrchů vnější	HSV			936 145,33	26
64	Výplně otvorů	HSV			999 991,90	28
94	Lešení a stavební výtahy	HSV			106 758,14	3
97	Prorážení otvorů	HSV			20 615,93	1
99	Staveništní přesun hmot	HSV			46 691,42	1
711	Izolace proti vodě	PSV			17 240,95	0
713	Izolace tepelné	PSV			246 221,31	7
762	Konstrukce tesařské	PSV			165 103,25	5
764	Konstrukce klempířské	PSV			594 827,37	16
765	Krytiny tvrdé	PSV			62 584,08	2
767	Konstrukce zámečnické	PSV			6 344,80	0
784	Malby	PSV			22 104,40	1
M21	Elektromontáže	MON			35 000,00	1
D96	Přesuny sutí a vybouraných hmot	PSU			58 579,45	2
VN	Vedlejší náklady	VN			84 716,62	2
Cena celkem					3 614 575,70	100

9.4 VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

9.4.1 Původní stav

V první řadě byl proveden výpočet původního stavu. Jak ukazuje protokol PENB, budova je velmi nevhodná se spotřebou energie 54,67 MWh/rok. Hlavní důvodem je nedostatečné zateplení obálky budovy. Spotřeba energie na vytápění činí 65,13 MWh/rok. Viz tabulka č.18 PENB stávající stav a graf č. 5 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy. Přehled posuzovaných konstrukcí je v tabulce č. 19 Posuzované konstrukce stávající stav. Kompletní výpočet je uveden v příloze č. 4 této diplomové práce.

9.4.2 Varianta 1

V rámci varianty 1 byla navržena tato opatření:

- Výměna oken za nová plastová okna s izolačním troj sklem $U=0,91$ (W/m^2K).
- Výměna vstupních dveří za nové hliníkové dveře s izolačním sklem $U=1,6$ (W/m^2K).
- Výměna ostatních venkovních dveří za nové plastové dveře plné $U=1,6$ (W/m^2K).
- Zateplení soklové části pomocí polystyrenové desky Perimetr v tl. 120 mm
- Zateplení obvodového zdiva části pomocí minerální desky ISOVER TF v tl. 120 mm.
- Proveďte se zateplení půdy a to v rovině stávajícího stropu nad 2NP, včetně pokládky dřevotřískových desek pro zajištění pochůznosti. Pomocí ISOVER UNI v tl. 320 mm (2 x 160 mm).

Dle výsledku PENB je budova velmi úspornou se spotřebou energie 15,09 MWh/rok, což je o 72 % méně než oproti původnímu stavu. Spotřeba energie na vytápění činí 20,42 MWh/rok, což je úspora 68 %.

9.4.3 Varianta 2

V rámci varianty 2 byla navržena tato opatření:

- Výměna oken za nová plastová okna s izolačním troj sklem $U=0,91$ (W/m^2K).

- Výměna vstupních dveří za nové hliníkové dveře s izolačním sklem $U=1,6$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Výměna ostatních venkovních dveří za nové plastové dveře plné $U=1,6$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Zateplení obvodového zdiva části pomocí minerální desky ISOVER TF v tl. 120 mm, ale pouze přístavby.
- Proveďte se zateplení střešní roviny, pro zvětšení užité plochy objektu a to pomocí ISOVER ORSIK v tl. 320 mm (2 x 160 mm).
- Střešní rovina se doplní o střešní okna a vikýře $U=0,91$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).

Dle výsledku PENB je budova úspornou se spotřebou energie 20,77 MWh/rok, což je o 62 % méně než oproti původnímu stavu. Spotřeba energie na vytápění činí 28,69 MWh/rok, což je úspora 56 %.

9.4.4 Varianta 3

V rámci varianty 3 byla navržena tato opatření:

- Výměna oken za nová plastová okna s izolačním troj sklem $U=0,91$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Výměna vstupních dveří za nové hliníkové dveře s izolačním sklem $U=1,6$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Výměna ostatních venkovních dveří za nové plastové dveře plné $U=1,6$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).
- Zateplení soklové části pomocí polystyrenové desky Perimetr v tl. 120 mm
- Zateplení obvodového zdiva části pomocí minerální desky ISOVER TF v tl. 120 mm.
- Proveďte se zateplení střešní roviny, pro zvětšení užité plochy objektu a to pomocí ISOVER ORSIK v tl. 320 mm (2 x 160 mm).
- Střešní rovina se doplní o střešní okna a vikýře $U=0,91$ ($\text{W/m}^2\text{K}$).

Dle výsledku PENB je budova velmi úspornou se spotřebou energie 12,93 MWh/rok, což je o 76 % méně než oproti původnímu stavu. Spotřeba energie na vytápění činí 24,48 MWh/rok, což je úspora 62 %.

Tab. č. 18 – PENB stávající stav

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY		
vydaný podle zákona č. 408/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov		
Ulice, číslo: Kloboucká 1411, 763 31 Brumov-Bylnice PSČ, místo: Typ budovy: Administrativní budova Plocha obálky budovy: 1337 m ² Objemový faktor tvaru A/V: 0,48 m ² /m ³ Celková energeticky vztažná plocha: 772 m ²		
ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY		
Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)	
Měrné hodnoty kWh/(m ² .rok)		
Mimořádně úsporná A 15,1 Velmi úsporná B 22,6 Úsporná C 30,2 Méně úsporná D 45,3 Nehospodárna E 60,4 Velmi nehospodárna F 75,5 Mimořádně nehospodárna G	A B C D E 70,8 F G	35,8 53,6 71,5 94,0 107,3 143,0 178,8
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	54,67	72,60

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena	Doporučení Popis opatření je v protokolu příkazu a vyhodnocení jejich dopadu má energetickou náročnost je znázorněn šipkou
Vnější stěny:	☐	
Okna a dveře:	☐	
Střechu:	☐	
Podlahu:	☐	
Vytápění:	☐	
Chlazení/klimatizaci:	☐	
Větrání:	☐	
Přípravu teplé vody:	☐	
Osvětlení:	☐	
Jiné:	☐	

PODÍL ENERGONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

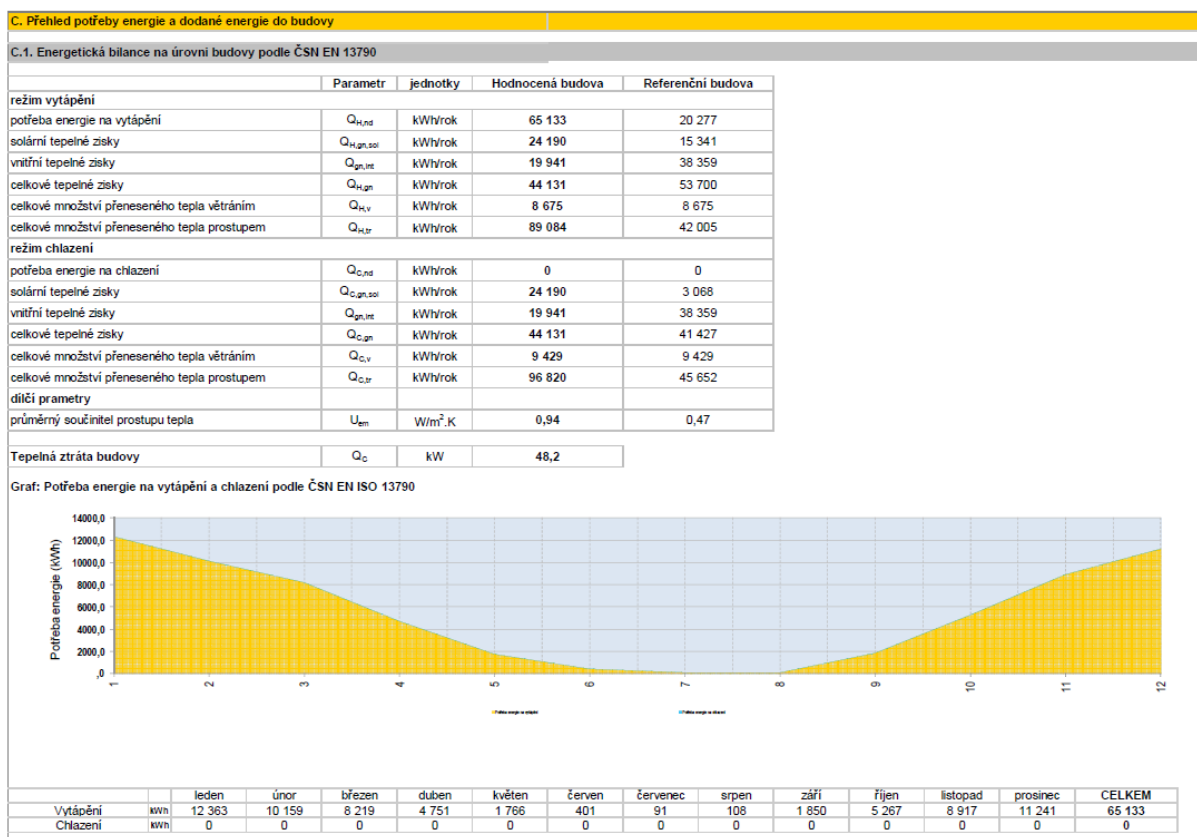
UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{em} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 	Dílčí dodaná energie 				Měrné hodnoty kWh/(m².rok) 	
Mínusová úspora	A						6,0
	B					6,4	
	C						
	D						
	E						
	F	0,938					
Mínusová neúspora	G	58,5					
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		45,1	0,0	0,0	0,0	4,9	4,6

Zpracovatel: Bc. Zdeněk Ptáček
Kontakt: nevyplněno

Osvědčení č.: nevyplněno
Vyhотовeno dne: nevyplněno
Podpis:

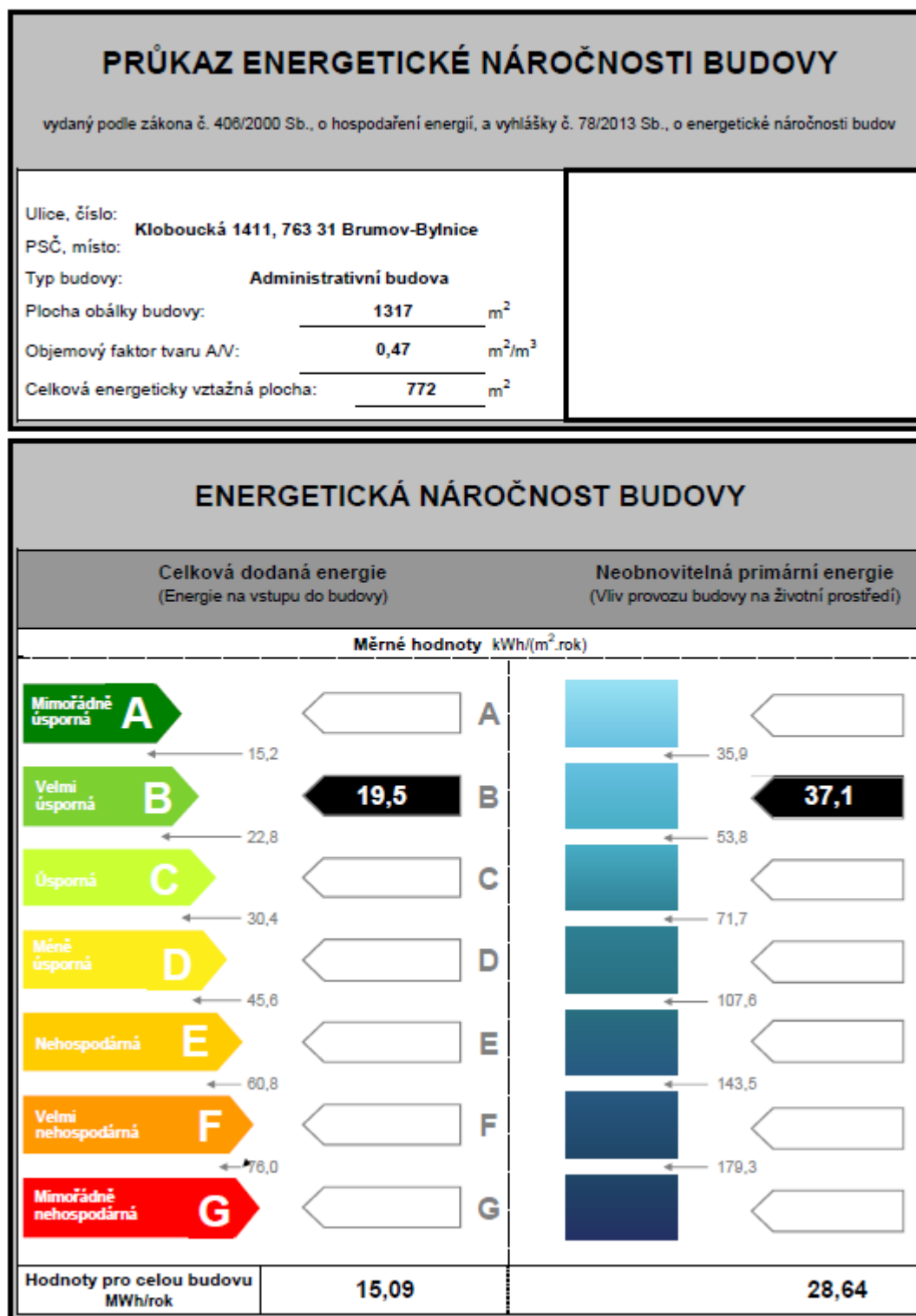
Graf č. 5 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy stávající stav



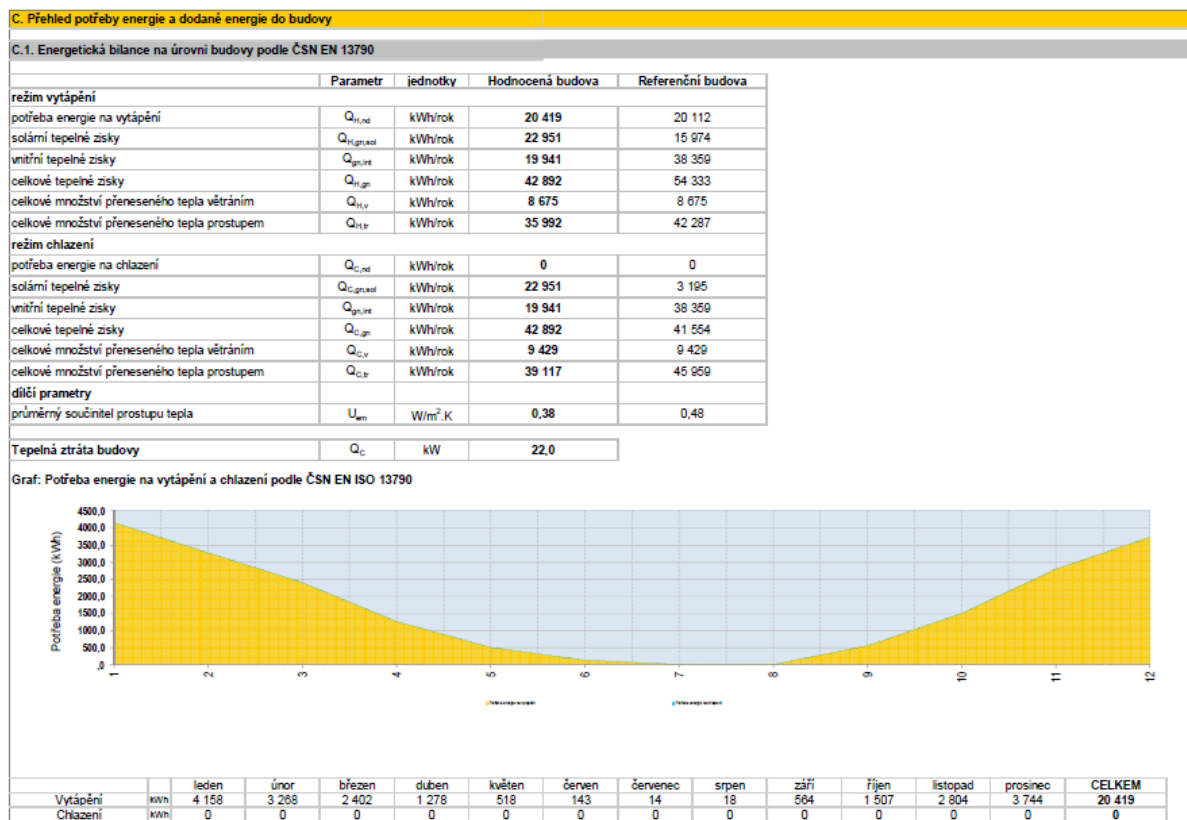
Tab. č. 19 – Posuzované konstrukce stávající stav

Konstrukce obálky budovy	Plocha	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta prostupem tepla
	A_j	Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ano/ne)		[W/K]
OS 1 - Smíšené 1,4 m	194,8	0,60	0,75	ano	0,71	83,0
OS 2 - Smíšené 1,4 m k zemině	76,3	0,61	0,85	ano	0,49	22,8
OS 3 - CPP 0,45 m	11,1	1,19	0,75	ne	1,00	13,2
OS 4 - CPP 0,30 m	56,4	1,51	0,30	ne	1,00	85,2
OS 5 - stěna vnitřní	25,3	0,57	0,75	ano	1,00	14,4
VD 1 - vnitřní dveře	1,8	2,00	3,50	ano	1,00	3,6
PDL 1 - sklady	197,7	1,65	0,85	ne	0,49	159,8
PDL 2 - šatna	11,2	1,54	0,85	ne	0,49	8,5
PDL 3 - kanceláře	55,4	0,53	0,45	ne	0,49	14,4
STR 1 - nad 1NP - dlažba	62,6	0,94	0,75	ne	1,00	58,8
STR 2 - strop nad 1NP	189,5	0,84	0,75	ne	1,00	159,2
STR 3 - strop nad 2nP	262,0	1,14	0,30	ne	0,74	221,0
OS 6 - 2NP stěna vnitřní	33,3	1,07	0,30	ne	0,74	26,4
VD 2 - vnitřní dveře	1,8	2,00	3,50	ano	0,74	2,7
OS 7 - 2NP stěna vnější	281,2	0,73	0,30	ne	1,00	205,3
STR 4 - strop nad 2NP	67,2	0,25	0,24	ne	1,00	16,8
DD - vnější dveře S	2,2	5,65	3,50	ne	0,82	10,1
OD 1S - kovové okna S	5,4	5,65	3,50	ne	0,82	25,0
OD 1K - dř.okna S	37,2	2,40	1,50	ne	1,15	102,7
OD 2K - dř.okna J	20,4	2,40	1,50	ne	1,15	56,3
DD 2 - kov.dveře J	3,5	5,65	3,50	ne	0,82	16,2
DD 3 dř. Dveře J	12,3	2,30	3,50	ano	0,82	23,3
OD 3K dř. Okna Z	2,3	2,40	1,50	ne	1,15	6,3
OD 2S kov. Okno Z	0,9	5,65	3,50	ne	0,82	4,0
DD 4 - vnější dveře V	2,2	5,65	1,50	ne	1,15	14,0
DD 5 vnější dveře V	1,9	2,30	3,50	ano	0,82	3,6

Tab. č. 20 – PENB stávající varianta 1



Graf č. 6 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy varianta 1



Tab. č. 21 – Posuzované konstrukce varianta 1

Konstrukce obálky budovy	Plocha	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{t,j}$
	A_j	Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ano/ne)	-	[W/K]
OS 1A - Smíšené 1,4 m	38,9	0,19	0,75	ano	0,71	5,2
OS 1B - Smíšené 1,4 m	155,3	0,21	0,75	ano	0,71	23,2
OS 2 - Smíšené 1,4 m k zemině	76,3	0,61	0,85	ano	0,49	22,8
OS 3 - CPP 0,45 m	11,1	0,25	0,75	ano	1,00	2,8
OS 4A - CPP 0,30 m	45,4	0,26	0,30	ano	1,00	11,8
OS 4B - CPP 0,30 m	11,0	0,24	0,30	ano	1,00	2,6
OS 5 - stěna vnitřní	25,3	0,57	0,75	ano	1,00	14,4
VD 1 - vnitřní dveře	1,8	2,00	3,50	ano	1,00	3,6
PDL 1 - sklady	197,7	1,65	0,85	ne	0,49	159,8
PDL 2 - šatna	11,2	1,54	0,85	ne	0,49	8,5
PDL 3 - kanceláře	55,4	0,53	0,45	ne	0,49	14,4
STR 1 - nad 1NP - dlažba	62,6	0,94	0,75	ne	1,00	58,8
STR 2 - strop nad 1NP	189,5	0,84	0,75	ne	1,00	159,2
STR 3 - strop nad 2nP	262,0	0,11	0,30	ano	0,74	21,3
OS 6 - 2NP stěna vnitřní	33,3	1,07	0,30	ne	0,74	26,4
VD 2 - vnitřní dveře	1,8	2,00	3,50	ano	0,74	2,7
OS 7 - 2NP stěna vnější	253,3	0,22	0,30	ano	1,00	55,7
STR 4 - strop nad 2NP	67,2	0,25	0,24	ne	1,00	16,8
DD - vnější dveře S	2,0	1,60	3,50	ano	0,82	2,7
OD 1S - PLAST sklad S	6,1	0,91	3,50	ano	0,82	4,5
OD 1K- PLAST S	45,8	0,91	1,50	ano	1,15	47,9
OD 2K-PLAST J	20,0	0,91	1,50	ano	1,15	21,0
DD 2 - vnější dveře AL J	3,5	1,60	3,50	ano	0,82	4,6
DD 3 - vnější dveře PLAST J	12,1	1,60	3,50	ano	0,82	15,9
OD 3 - PLAST okna K Z	2,5	0,91	1,50	ano	1,15	2,6
OD 2S - PLAST okna S Z	0,9	0,91	3,50	ano	0,82	0,6
DD 4 - vnější dveře plast V	2,2	1,60	1,70	ano	1,15	4,1
DD 5 - vnější dveře plast V	1,9	1,60	3,50	ano	0,82	2,5

Tab. č. 22 – PENB stávající varianta 2

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY			
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov			
Ulice, číslo: Kloboucká 1411, 763 31 Brumov-Bylnice PSČ, místo: Typ budovy: Administrativní budova			
Plocha obálky budovy:	1320	m^2	
Objemový faktor tvaru A/V:	0,39	m^2/m^3	
Celková energeticky vztázná plocha:	1126	m^2	

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY			
Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)		Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)	
Měrné hodnoty $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$			
Mimořádně úsporná A		A	
	10,2		25,5
Velmi úsporná B		B	
	15,3		31,6
Úsporná C		C	
	20,4		38,3
		18,4	
Méně úsporná D		D	
	30,6		51,0
Nehospodárná E		E	
	40,8		76,5
Velmi nehospodárná F		F	
	51,0		102,1
Mimořádně nehospodárná G		G	
			127,6
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	20,77		35,53

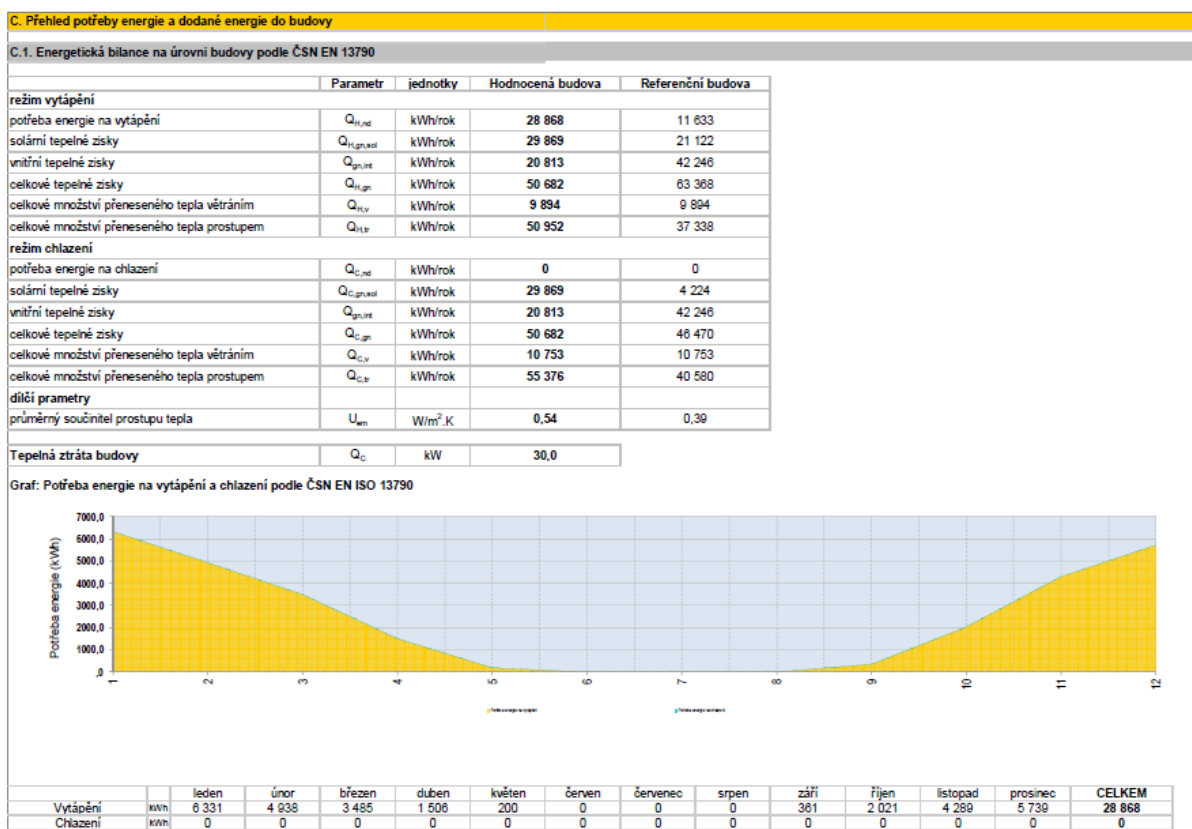
DOPORUČENÁ OPATŘENÍ		
Opatření pro	Stanovena	
Vnější stěny:	☐	Doporučení Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu má energetickou náročnost je znázorněn šipkou
Okna a dveře:	☐	
Střechu:	☐	
Podlahu:	☐	
Vytápění:	☐	
Chlazení/klimatizaci:	☐	
Větrání:	☐	
Přípravu teplé vody:	☐	
Osvětlení:	☐	
Jiné:	☐	

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII	
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{\text{em}} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ 	Dílčí dodaná energie 		Měrné hodnoty kWh/(m².rok) 			
Mínorátní doporučení	A						4,4
	B					4,4	
	C						
	D						
	E	0,543					
	F						
	G		9,7				
Mínorátní nezapomená							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		10,9	0,0	0,0	0,0	4,9	4,9

Zpracovatel:	Bc. Zdeněk Ptáček	Osvědčení č.:	nevyplněno
Kontakt:	nevyplněno	Vyhotoveno dne:	nevyplněno
		Podpis:	

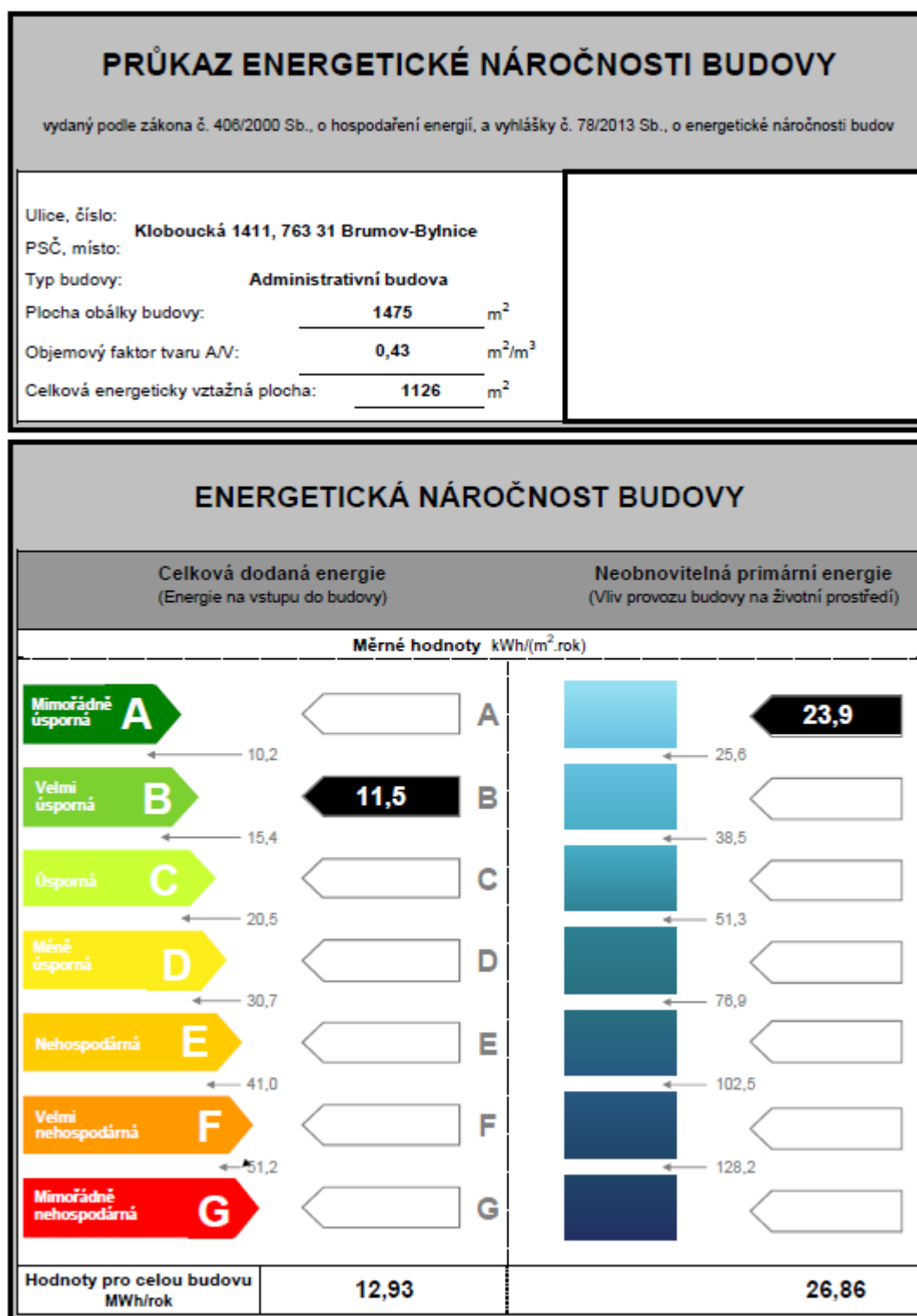
Graf č. 7 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy varianta 2



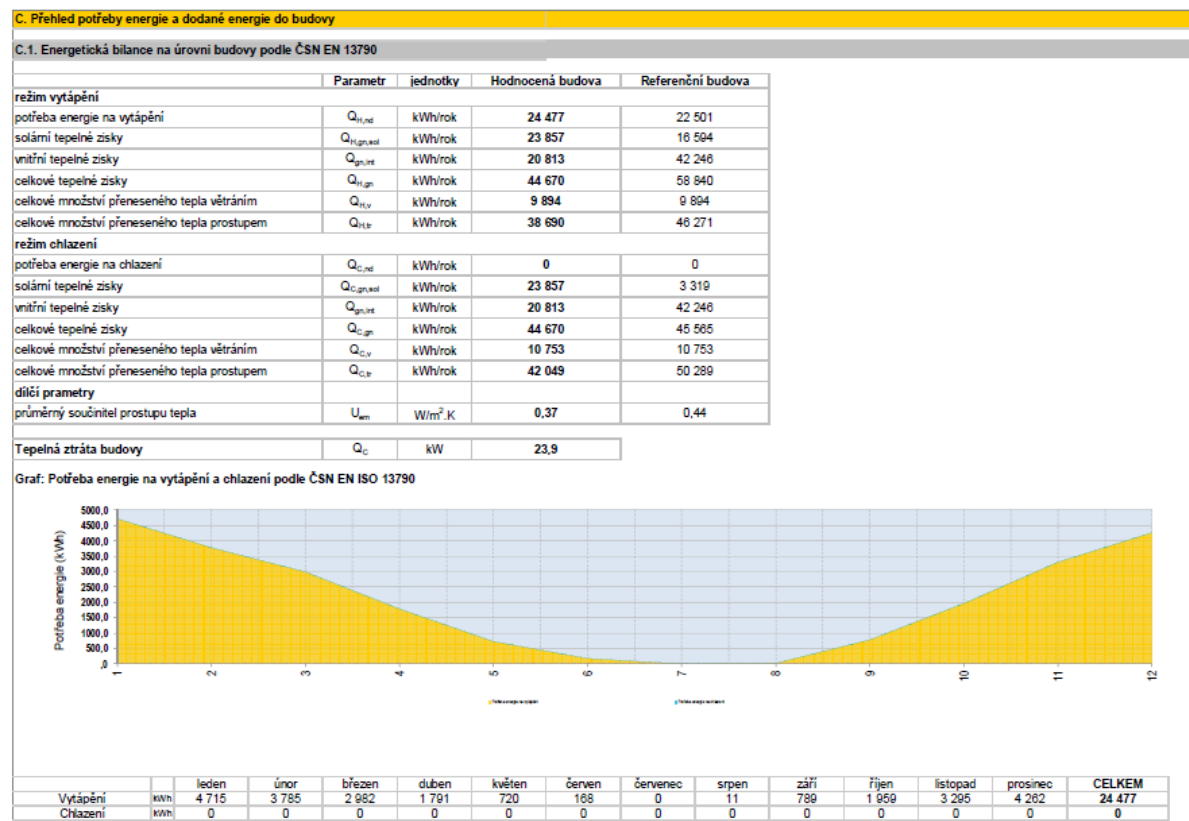
Tab. č. 23 – Posuzované konstrukce varianta 2

Konstrukce obálky budovy	Plocha	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{r,j}$
	A_j	Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ano/ne)	-	[W/K]
OS 1 - Smíšené 1,4 m	38,9	0,59	0,75	ano	0,71	16,3
STR 5 - střecha nad 2NP	417,9	0,20	0,24	ano	0,83	69,4
OS 2 - Smíšené 1,4 m k zemině	76,3	0,61	0,85	ano	0,49	22,8
OS 3 - CPP 0,45 m	11,1	1,15	0,75	ne	1,00	12,7
OS 4A - CPP 0,30 m	45,4	0,26	0,30	ano	1,00	11,8
OS 4B - CPP 0,30 m	11,0	0,24	0,30	ano	1,00	2,6
OS 5 - stěna vnitřní	25,3	0,57	0,75	ano	1,00	14,4
VD 1 - vnitřní dveře	1,8	2,00	3,50	ano	1,00	3,6
PDL 1 - sklady	197,7	1,65	0,85	ne	0,49	159,8
PDL 2 - šatna	11,2	1,54	0,85	ne	0,49	8,5
PDL 3 - kanceláře	55,4	0,53	0,45	ne	0,49	14,4
STR 1 - nad 1NP - dlažba	62,6	0,94	0,75	ne	1,00	58,8
STR 2 - strop nad 1NP	189,5	0,84	0,75	ne	1,00	159,2
STR 3 - strop nad 2NP	262,0	1,14	0,75	ne	1,00	298,7
OS 6 - 2NP stěna vnitřní	33,3	1,07	0,75	ne	1,00	35,6
VD 2 - vnitřní dveře	1,8	2,00	3,50	ano	1,00	3,6
OS 7 - 2NP stěna vnější	253,3	0,72	0,30	ne	1,00	182,4
STR 4 - strop nad 2NP	67,2	0,25	0,24	ne	1,00	16,8
DD - vnější dveře S	2,0	1,60	3,50	ano	0,82	2,7
OD 1S - PLAST sklad S	9,8	0,91	3,50	ano	0,82	7,3
OD 1K- PLAST S	45,8	0,91	1,50	ano	1,15	47,9
OD 2K-PLAST J	20,0	0,91	1,50	ano	1,15	21,0
DD 2 - vnější dveře AL J	3,5	1,60	3,50	ano	0,82	4,6
DD 3 - vnější dveře PLAST J	12,1	1,60	3,50	ano	0,82	15,9
OD 3 - PLAST okna K Z	2,5	0,91	1,50	ano	1,15	2,6
OD 2S - PLAST okna S Z	1,3	0,91	3,50	ano	0,82	1,0
DD 4 - vnější dveře plast V	2,2	1,60	1,70	ano	1,15	4,1
DD 5 - vnější dveře plast V	1,9	1,60	3,50	ano	0,82	2,5
OD - střešní okno J	9,2	0,91	2,60	ano	0,82	6,9
OD 5 - plast okno	1,0	0,91	3,50	ano	0,82	0,7
OS - stěna podkroví	23,3	0,72	0,75	ano	1,00	16,8

Tab. č. 24 – PENB stávající varianta 3



Graf č. 8 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy varianta 3



Tab. č. 25 – Posuzované konstrukce varianta 3

Konstrukce obálky budovy	Plocha	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
	A_j	Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{K,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ano/ne)	-	[W/K]
OS 1A - Smíšené 1,4 m	38,9	0,19	0,75	ano	0,71	5,2
OS 1B - Smíšené 1,4 m	155,3	0,21	0,75	ano	0,71	23,2
OS 2 - Smíšené 1,4 m k zemině	76,3	0,61	0,85	ano	0,49	22,8
OS 3 - CPP 0,45 m	11,1	0,25	0,75	ano	1,00	2,8
OS 4A - CPP 0,30 m	45,4	0,26	0,30	ano	1,00	11,8
OS 4B - CPP 0,30 m	11,0	0,24	0,30	ano	1,00	2,6
OS 5 - stěna vnitřní	25,3	0,57	0,75	ano	1,00	14,4
VD 1 - vnitřní dveře	1,8	2,00	3,50	ano	1,00	3,6
PDL 1 - sklady	197,7	1,65	0,85	ne	0,49	159,8
PDL 2 - šatna	11,2	1,54	0,85	ne	0,49	8,5
PDL 3 - kanceláře	55,4	0,53	0,45	ne	0,49	14,4
STR 1 - nad 1NP - dlažba	62,6	0,94	0,75	ne	1,00	58,8
STR 2 - strop nad 1NP	189,5	0,84	0,75	ne	1,00	159,2
STR 3 - strop nad 2NP	262,0	1,14	0,75	ne	0,74	221,0
OS 6 - 2NP stěna vnitřní	33,3	1,07	0,30	ne	0,74	26,4
VD 2 - vnitřní dveře	1,8	2,00	3,50	ano	0,74	2,7
OS 7 - 2NP stěna vnější	253,3	0,22	0,30	ano	1,00	55,7
STR 4 - strop nad 2NP	67,2	0,25	0,24	ne	1,00	16,8
DD - vnější dveře S	2,0	1,60	3,50	ano	0,82	2,7
OD 1S -PLAST sklad S	9,8	0,91	3,50	ano	0,82	7,3
OD 1K- PLAST S	45,8	0,91	1,50	ano	1,15	47,9
OD 2K-PLAST J	20,0	0,91	1,50	ano	1,15	21,0
DD 2 - vnější dveře AL J	3,5	1,60	3,50	ano	0,82	4,6
DD 3 - vnější dveře PLAST J	12,1	1,60	3,50	ano	0,82	15,9
OD 3 - PLAST okna K Z	2,5	0,91	1,50	ano	1,15	2,6
OD 2S - PLAST okna S Z	1,3	0,91	3,50	ano	0,82	1,0
DD 4 - vnější dveře plast V	2,2	1,60	1,70	ano	1,15	4,1
DD 5 - vnější dveře plast V	1,9	1,60	3,50	ano	0,82	2,5
STR 5 - střecha nad 2NP	417,9	0,20	0,24	ano	0,83	69,4
OS 8 - stěna podkroví	23,3	0,22	0,75	ano	1,00	5,1
OD 4 - střešní okna J	9,2	0,91	2,60	ano	0,82	6,9
OD 5 - plast okno V	1,0	0,91	3,50	ano	0,82	0,7

9.5 VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI

Prostá návratnost je snadno zjistitelný parametr a slouží k vyhodnocení, zda má daná investice vůbec smysl. Pokud je doba návratnosti delší než doba životnosti znamená to, že vložená investice se nám nikdy nevrátí. Pro ekonomické vyhodnocení potřebujeme znát tři parametry. Životnost zateplení stěn či střechy se odhaduje kolem 25 - 35 let. Životnost dřevěných a plastových oken někde kolem 30 let. Zvolena životnost 30 let. [21]

$$\text{Prostá návratnost} = \frac{\text{náklady}}{\text{úspora energie} \times \text{cena energie}}$$

Náklady na úsporné opatření

Tyto náklady jsou složeny ze dvou částí a to fixní a variabilní. Fixní náklady jsou opatření, bez kterých je zateplení neproveditelné, například cena projektu, pronájem lešení, fasádní barvy. Naopak variabilní náklady jsou měnitelné podle efektivity opatření, například tloušťka izolantu. [21]

Výše možných úspor energie

Výše úspor energie vychází z množství spotřebované energie při provozu stávajícího objektu a spotřeby energie po provedení zateplení. Výše budoucích úspor energie tedy záleží na množství spotřebované energie před provedením zateplení a po jejím provedení. [21]

Cena ušetřené energie

Cena ušetřené energie je dána množstvím úspor energie vynásobená cenou za energii. Při výpočtu prosté návratnosti se nezahrnuje růst cen energií do budoucna. [21]

9.5.1 Výpočet

Částka za 1 kWh/rok pro vytápění plynem byla zvolena 1,50 Kč. Výpočet byl proveden v následujících variantách. U výpočtu č. 1 byly započteny všechny náklady. U výpočtu č. 2, se zahrnutím možných dotací ve výši maximálně 50 % ze způsobilých výdajů, je výpočet dotací proveden pouze na možné způsobilé výdaje. Jedná se o dotační titul pro rozvoj a podnikání.

Tab. č. 26 – Výpočet prosté návratnosti č. 1

Výpočet prosté návratnosti č. 1

Varianta	náklady na vytápění	úspora energie		náklady na zateplení	návratnost
	Kč/rok	%	Kč/rok	Kč	(rok)
Stávající stav	97 695 Kč				
Varianta 1	30 630 Kč	68,6	67 065 Kč	4 023 015 Kč	60
Varianta 2	43 035 Kč	55,9	54 660 Kč	3 751 797 Kč	69
Varianta 3	36 720 Kč	62,4	60 975 Kč	4 373 637 Kč	72

Tab. č. 27 – Výpočet prosté návratnosti č. 2

Výpočet prosté návratnosti č.2

Varianta	náklady na vytápění	úspora energie		náklady na zateplení	způsobilé výdaje	Dotace (50%)	náklady po dotaci	návratnost
	Kč/rok	%	Kč/rok	Kč				(rok)
Stávající stav	97 695 Kč							
Varianta 1	30 630 Kč	68,6	67 065 Kč	2 816 111 Kč	2 467 836 Kč	1 233 918 Kč	1 582 192 Kč	24
Varianta 2	43 035 Kč	55,9	54 660 Kč	2 626 258 Kč	2 467 836 Kč	1 233 918 Kč	1 392 340 Kč	25
Varianta 3	36 720 Kč	62,4	60 975 Kč	3 061 546 Kč	2 467 836 Kč	1 233 918 Kč	1 827 628 Kč	30

Dle výpočtů návratnosti můžeme dojít k tomu, že bez dotací se nám provedení daných úprav nevyplatí. Nejkratší dobu návratnosti má varianta č. 1 a to 24 let, u této varianty se provedlo zateplení obvodových stěn, výměna výplní otvorů a zateplení půdy v úrovni stropu nad 2NP.

Varianta č.2 má pouze o jeden rok delší návratnost než varianta č.1, výhodou této varianty jsou nižší vstupní výdaje a možné využití podkrovní části. V rámci této varianty se provedlo zateplení pouze přístavby budovy, výměna výplní otvorů, zateplení v šikmé části roviny střechy, tím se vytvořila možnost pro další využití podkroví.

Varianta č.3 je hraniční variantou i přes zisk dotačního titulu. Tato varianta je stejná jako varianta č. 2, jen s tím rozdílem, že se zateplí všechny obvodové stěny domu.

Pokud navíc zvážíme rostoucí trend energií, doba návratnosti by se zkrátila. Během zkušeností v posledních pár letech, by se dalo očekávat, že by se daná zakázka nevysoutěžila za plnou vypočtenou cenu, ale za cenu 30 % nižší. Tím, by se doma návratnosti mohla zkrátit ještě více, bohužel s tímto faktorem nelze úplně stoprocentně počítat. Dále potřeba ještě zvážit nutnost provedení dalších prací, které nemají vliv na zateplení objektu, v tomto případě se jednalo o novou střešní krytinu, která navýšila rozpočet o bezmála 500 tisíc Kč.



Obr. č. 12 – Stav po rekonstrukci (foto autora)

10 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout různé možnosti zateplení na konkrétním objektu, včetně jejich stavebních nákladů, posoudit energetickou náročnost a provést výpočet návratnosti této investice do provedeného zateplení administrativního objektu.

První část této práce jsem věnoval teoretickému popsání jednotlivých problémů a hlavních bodů pro správný návrh zateplení. Byla zde popsána historie, současnost a budoucnost možného vývoje energetické náročnosti budov. Byl zpracován vývoj cen energií, druhy tepelně izolačních materiálů. Dále byly zmíněny možnosti provedení zateplení různých stavebních konstrukcí.

Z důvodu nemalých investičních nároků na provedení zateplení objektu je nezbytné věnovat dostatek času přípravě projektu, výběru vhodného typu zateplení, v průběhu realizace klást důraz na kvalitu provedení prací, aby vlivem špatného detailu nedošlo k narušení funkčnosti zateplovacího systému a aby se prodloužila životnost všech provedených stavebních konstrukcí.

Z výše popsaných důvodů je druhá část věnována přímo třem možnostem různých variant zateplení administrativního objektu, jejich nákladu, velikosti energetické úspory a hlavně době návratnosti, včetně možnosti využití dotačních titulů.

V první řadě jsem musel spočítat energetickou náročnost stávajícího stavu, abych zjistil na které konstrukce se hlavně zaměřit, z důvodu špatných tepelně technických vlastností. Poté jsem mohl provést návrh různých způsobů zateplení objektu v závislosti na možné využití půdních prostor. Následně jsem provedl kalkulaci rozpočtových nákladů, energetické vyhodnocení zvolených variant a zjištění doby návratnosti, která vycházela z ročních nákladů na vytápění.

Nejvhodnější se jeví varianta č. 1, kde je doba návratnosti 24 let i s využitím dotací. Tato varianta bohužel neposkytuje širokou možnost využití celé podkrovní části. Z těchto důvodů bych se přikláněl k variantě č. 2, kde získáme možnost rozvoje firmy nebo nájemních prostor.

Vypočtená doba návratnosti se bude pravděpodobně lišit oproti skutečnosti, jelikož zde vstupuje dost proměnných faktorů. Nejčastěji se jedná o výši úrokových sazeb, pokud by se zvažovala možnost úvěru, vývoj cen energií včetně politiky státu v oblasti energií a dotací. Aktuální stav poptávky a nabídky na stavebním trhu, v případě nedostatku práce, se může daná stavba vysoutěžit za menší náklady než je počítáno.

V závislosti na zkušenostech z minulosti se dá předpokládat, že se doba návratnosti z tohoto pohledu ještě zkrátí.

Na závěr bych do budoucnosti doporučil zateplení podlah, zde ale záleží na možnosti využitelnosti místnosti skladů, zda by se daná investice oplatila. Dále bych vyměnil zdroj pro topení a to v závislosti, na zvolené variantě zateplení a snížení potřebného výkonu kotle.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ZATEPLOVANI.COM: Historie a současnost zateplovacích systémů. [online]. [cit. 2015-02-26]. Dostupné z [www. <http://www.zateplovani.com/2013/05/jiz-praclovek-resil-tepelnou-pohodu.html>](http://www.zateplovani.com/2013/05/jiz-praclovek-resil-tepelnou-pohodu.html)
- [2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. Května 2010 o *energetické náročnosti budovy*
- [3] ČSN 73 0540-2 – *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*, vydána: 10. 2011, vydal: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, rok vydání: 2011, 56 stran, včetně změny *Změna Z1*, vydána 4.2012
- [4] Předpis č. 406/2000 Sb. *Zákon o hospodaření energií* ze dne 25. 10. 2000, ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Předpis č. 480/2012 Sb. *Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku* ze dne 20. 12. 2002, ve znění pozdějších předpisů.
- [6] Předpis č. 78/2013 Sb. *Vyhláška o energetické náročnosti budovy* ze dne 22. 03. 2013, ve znění pozdějších předpisů.
- [7] Odbor 32100. Průkaz energetické náročnosti budovy. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBHODU[online].2014[cit. 2016-03-08].
Dostupné z [<http://www.mpo.cz/dokument119528.html>](http://www.mpo.cz/dokument119528.html)
- [8] ASOCIACE ENERGETICKÝCH SPECIALISTŮ. Soubor přednášek k odbornému semináři k 406/2000 Sb. a novinky a kontroly SEI, rok uskutečnění semináře 2015.
- [9] AKADEMIE ZATEPLOVÁNÍ. Soubor přednášek k odbornému semináři z roku 2011 – 2015.
- [10] Czech RE Agency: Špatná zpráva pro obnovitelné zdroje. [online]. 2010 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z [<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/studie-ceps>](http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/studie-ceps)
- [11] České vysoké učení technické v Praze. Materiály pro tepelné izolace I. [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z [<http://tpm.fsv.cvut.cz/student/documents/files/IZMA/prednaska_VIII_IZMA%281%29.pdf>](http://tpm.fsv.cvut.cz/student/documents/files/IZMA/prednaska_VIII_IZMA%281%29.pdf)
- [12] *Stavebnictví3000*. Tepelné izolace – přehled, materiály, druhy, způsoby použití. [online] 2009. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z [<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/tepelne-izolace-prehled-materialy-druhy-zpusoby-po/>](http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/tepelne-izolace-prehled-materialy-druhy-zpusoby-po/)

- [13] *Stavebnictví3000*. Polyuretan – vynikající tepelně izolační vlastnosti. [online] 2006. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z < <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/polyureta-vynikajici-tepelne-izolacni-material-iz/>>
- [14] *Materiály pro stavbu*. Materiály pro stavbu 9/2014. Základní pravidla pro zateplování šedým polystyrenem, str. 40. Vydává Business Media CZ, s.r.o., Nádražní 32, 150 00, Praha 5, s. 64.
- [15] *Izolace-info*. Knauf Insulation – IZOLACE HERAKLIT. [online] 2016. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z < <http://www.isolace-info.cz/katalog/drevocementove-izolace/knauf-heraklith/>>
- [16] *PERLIT*, s.r.o. O PERLITU. [online] 2011. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z <<http://www.perlit.cz/?re=1&sk=1>>
- [17] Zdeněk Petrtyl a Roman Šubrt, *Moderní okna*. Vydala Grada Publishing, a.s. 2012, 163 s. ISBN 978-80-247-4286-1
- [18] A. Puškár a kolektiv. *Okna, dveře a prosklené stěny*. Vydala Jaga group. Bratislava 2003, 252 s. ISBN 80-88905-47-8
- [19] Ing. Ivan Řehoř a kolektiv. *Sanace obvodových plášťů panelových bytových domů*. Vydala SČMBD ve spolupráci s ČKAIT v nakladatelství ŠEL. Praha 2001, 142 s. ISBN 80-86426-04-1
- [20] *TZB-info*. *Provětrávaná fasáda jako řešení zateplení zdiva po sanaci* [online] 2015. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z < <http://stavba.tzb-info.cz/fasadni-systemy/12998-provetravana-fasada-jako-reseni-zatepleni-zdiva-po-sanaci>>
- [21] MURTINGER. ENERGETIKA: ekonomika. [online]. 2008 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z [www. <hestia.energetika.cz/encyklopedie/14.htm>](http://www.hestia.energetika.cz/encyklopedie/14.htm)

12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Např.	například
PENB	průkaz energetické náročnosti budovy
MŠ	mateřská škola
Č.	číslo
Tab.	tabulka
Tis.	tisíc
EPS	expandovaný polystyren
XPS	extrudovaný polystyren
U	součinitel prostupu tepla
PVC	polyvinylchlorid
KZS	kontaktní zateplovací systém
NP	nadzemní podlaží
vč.	včetně
DPH	daň přidané hodnoty
mil.	milion

13 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 - Zateplení MŠ a bytové domu v Brumově-Bylnici (rok 2010)

Obr. č. 2 – Grafické znázornění průkazu strana 1[6]

Obr. č. 3 – Grafické znázornění průkazu strana 2[6]

Obr. č. 4 – Deska a granulát z pěnoskla (<http://www.stavebnictvi3000.cz>)

Obr. č. 5 – Perlit (<http://www.drevostavby.cz>)

Obr. č. 6 – Okenní plastový profil (<http://www.ri-okna.cz>)

Obr. č. 7 – Skladba KZS (<http://rinvest.cz/>)

Obr. č. 8 – Provětrávaná fasáda (<http://www.knaufinsulation.cz>)

Obr. č. 9 – Zateplení nad krokvemi (<http://www.knaufinsulation.cz>)

Obr. č. 10 – Zateplení půdy (<http://www.tzb-info.cz>)

Obr. č. 11 – Původní stav objektu (archiv majitele)

Obr. č. 12 – Stav po rekonstrukci (foto autora)

14 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. č. 1 – Základní vlastnosti pasivních budov [3]

Tab. č. 2 – Základní požadavky na energetické nulové budovy [3]

Tab. č. 3 – Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy [6]

Tab. č. 4 – Tabulka č.2 Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,c}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ [3]

Tab. č. 5 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou ϕ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně [3]

Tab. č. 6 – Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou ϕ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně [3]

Tab. č. 7 – Tabulka 6 - Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi [3]

Tab. č. 8 – Tabulka 10 – Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [3]

Tab. č. 9 – Tabulka 11 – Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta \theta_{v,N}(t)$ [3]

Tab. č. 10 – Tabulka 12 – Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [3]

Tab. č. 11 – Tabulka výše dotace na velikost podniku

Tab. č. 12 – Tabulka krycí list položkového rozpočtu varianta 1

Tab. č. 13 – Rekapitulace dílů položkového rozpočtu varianta 1

Tab. č. 14 – Tabulka krycí list položkového rozpočtu varianta 2

Tab. č. 15 – Rekapitulace dílů položkového rozpočtu varianta 2

Tab. č. 16 – Tabulka krycí list položkového rozpočtu varianta 3

Tab. č. 17 – Rekapitulace dílů položkového rozpočtu varianta 3

Tab. č. 18 – PENB stávající stav

Tab. č. 19 – Posuzované konstrukce stávající stav

Tab. č. 20 – PENB stávající varianta 1

Tab. č. 21 – Posuzované konstrukce varianta 1

Tab. č. 22 – PENB stávající varianta 2

Tab. č. 23 – Posuzované konstrukce varianta 2

Tab. č. 24 – PENB stávající varianta 3

Tab. č. 25 – Posuzované konstrukce varianta 3

Tab. č. 26 – Výpočet prosté návratnosti č. 1

Tab. č. 27 – Výpočet prosté návratnosti č. 2

15 SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf č. 1 – Závislost bodů na způsobilé výdaje na roční redukci CO₂

Graf č. 2 – Závislost bodů na prokázané úspory v %

Graf č.3 – Závislost bodů na prokázaném podílu v %

Graf č.4 – Prognóza cen energií (CZK/MWH) do roku 2050 [10]

Graf č. 5 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy stávající stav

Graf č. 6 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy varianta 1

Graf č. 7 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy varianta 2

Graf č. 8 Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy varianta 3

16 PŘÍLOHY

Příloha č.1 – Rozpočet varianta 1

Příloha č.2 – Rozpočet varianta 2

Příloha č.3 – Rozpočet varianta 3

Příloha č.4 – PENB stávající stav

Příloha č.5 – Pomocné výpočty stávající stav

Příloha č.6 – PENB varianta 1

Příloha č.7 – Pomocné výpočty varianta 1

Příloha č.8 – PENB varianta 2

Příloha č.9 – Pomocné výpočty varianta 2

Příloha č.10 – PENB varianta 3

Příloha č.11 – Pomocné výpočty varianta 3

Příloha č.12 – Podklady výkresová dokumentace