



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR ZNALECTVÍ VE STAVEBNICTVÍ A OCEŇOVÁNÍ NEMOVITOSTÍ

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN CIVIL ENGINEERING AND REAL ESTATE APPRAISAL

VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ ZDRAVOTNÍHO STŘEDISKA NA VÝDAJE SPOJENÉ S JEHO PROVOZEM

THE EFFECT OF THERMAL INSULATION OF THE HEALTH CENTRE ON THE OPERATION-RELATED EXPENSES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Bojko

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Josef Čech, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Bojko**
Studijní program: Realitní inženýrství
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Josef Čech, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20
Ústav: Odbor znaleství ve stavebnictví a oceňování nemovitostí

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 zdravotního střediska na výdaje spojené s jeho provozem

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem práce je provést návrh na zateplení zdravotního střediska v několika variantách. Na základě jednotlivých návrhů pak zjistit rozdíly v nákladech na provozování (vytápění) zdravotního střediska před a po provedení zateplení. V závěru práce pak zhodnotit ekonomickou návratnost investice spojené s realizací jednotlivých navržených variant včetně zohlednění možnosti využití vlastních finančních zdrojů a úvěru.

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je zhodnocení ekonomické návratnosti a ekonomických úspor u nově navrženého zateplení zdravotního střediska se zohledněním různých kombinací zdrojů pro financování. Výsledky budou diskutovány s podobnými případy.

Seznam doporučené literatury:

DAHLSVEEN, T., PETRÁŠ, D., HIRŠ, J. Energetický audit budov. Bratislava: JAGA GROUP, s.r.o., 2003, ISBN 80-88905-86-9.

BARREIRA, E., PEIXOTO, V. F. External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS): An Evaluation of Hygrothermal Behaviour. Berlin: Springer International Publishing, 2016, ISBN 978--319-20381-2.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

Ing. Milada Komosná, Ph.D.
vedoucí odboru

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá posouzením vlivu zateplení zdravotního střediska v Jablunkově na výdaje spojené s jeho provozem. První část se věnuje obecně energetické náročnosti staveb, legislativě a základním požadavkům na hodnocení energetické náročnosti budovy. Poté jsou popsány jednotlivé druhy materiálů tepelných izolací včetně různých způsobů zateplení konstrukcí. Následně jsou vylíčeny metody sestavení rozpočtu a ekonomického hodnocení investice. Druhá část se zabývá návrhem několika variant zateplení zdravotního střediska. Na základě návrhů zateplení jsou poté stanoveny rozdíly v nákladech na provozování zdravotního střediska s nezateplenou obvodovou konstrukcí a se zateplenými alternativami. V závěru práce jsou z hlediska ekonomické návratnosti vyhodnoceny všechny navržené varianty zateplení při využití vlastních finančních zdrojů a úvěru.

Abstract

These thesis deal with assessment influence thermal insulation of the health care in Jablunkov on outlay connected with operation. The first part is dedicated to demands of energy buildings in general, legislation and basic requirements on evaluation of energy performance of buildings. Afterwards there are described individual species of thermal insulation materials including different ways of thermal insulation of constructions. Then there are described methods of budgeting and economic evaluation of investment. The second part of these thesis deal with design of several variants of thermal insulation of the health care. On the basis of proposals of thermal insulation are then stated variations in expense for management of the health care without thermal insulation of perimeter structure and on the other side with the thermal insulation variants. At the end of thesis there are evaluated all proposed variants of thermal insulation in terms of economic returns if own financial resources and credit are used.

Klíčová slova

Zateplení, zdravotní středisko, ekonomická návratnost investice, energetická náročnost budov, energetická úspora

Keywords

Thermal insulation, health center, the economic return on investment, energy performance of buildings, energy saving

Bibliografická citace

BOJKO, Tomáš. *Vliv provedení zateplení zdravotního střediska na výdaje spojené s jeho provozem*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/121280>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve stavebnictví a oceňování nemovitostí. Vedoucí práce Josef Čech.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Vliv provedení zateplení zdravotního střediska na výdaje spojené s jeho provozem“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně 20.5.2020

.....

Podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Josefu Čechovi, Ph.D. za odborné vedení, vstřícný přístup a velkou ochotu. Jeho zkušenosti a užitečné rady pro mě byly velkým přínosem při řešení problematiky diplomové práce. Na závěr bych chtěl poděkovat celé mé rodině, která mě podporovala a byla mi oporou.

OBSAH

OBSAH.....	8
1 ÚVOD	10
2 SOUČASNÝ STAV	11
2.1 Současná spotřeba energie a její vývoj	11
2.2 Energetická náročnost staveb	13
2.2.1 Kategorizace budov s nízkou energetickou náročností.....	13
2.2.2 Tepelné ztráty budov.....	15
2.2.3 Tepelné mosty a vazby.....	16
2.3 Legislativa.....	16
2.3.1 Normové požadavky	18
2.3.2 Typy hodnot	24
2.4 Energetický štítek obálky budovy.....	24
2.5 Průkaz energetické náročnosti budov.....	25
2.6 Energetický audit.....	27
2.7 Tepelné izolace	27
2.7.1 Druhy tepelných izolací.....	28
2.8 Způsoby zateplení	35
2.8.1 Zateplení obvodové konstrukce.....	35
2.8.2 Zateplení soklu.....	38
2.9 Požární bezpečnost při kontaktních zateplovacích systémech.....	39
2.10 Metody sestavení rozpočtu.....	41
2.11 Ekonomické metody hodnocení investice	42
2.11.1 Metody statické.....	42
2.11.2 Metody dynamické	42
3 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ.....	44
4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ.....	45
5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ.....	46
5.1 Popis lokality a účelu zdravotního střediska	46
5.1.1 Popis objektu.....	47
5.2 Navržené varianty zateplení obvodové konstrukce	50
5.2.1 Skladba obvodové konstrukce bez provedeného zateplení	50
5.2.2 Varianta č. 1 - Zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F.....	51
5.2.3 Varianta č. 2 - Zateplení pomocí minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI.....	52

5.2.4	<i>Varianta č. 3 - Zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER</i>	52
5.3	Tepelně technické posouzení jednotlivých variant zateplení obvodové konstrukce.....	53
5.3.1	<i>Skladby konstrukcí a hodnoty vstupující do výpočtu</i>	53
5.3.2	<i>Požadavek na splnění normových hodnot součinitele prostupu tepla</i>	55
5.3.3	<i>Požadavek na šíření vlhkosti v konstrukci</i>	56
5.3.4	<i>Grafické znázornění průběhů tlaků vodní páry a oblastí kondenzace</i>	56
5.4	Výpočet nákladů na provozování zdravotního střediska v Jablunkově.....	59
5.4.1	<i>Součinitele prostupu tepla posuzovaných konstrukcí</i>	59
5.4.2	<i>Vstupní údaje pro vytápění</i>	60
5.4.3	<i>Údaje pro přípravu teplé vody</i>	61
5.4.4	<i>Výstup výsledků z programu NKN II</i>	62
5.5	Stanovení nákladů na provedení zateplení obvodové konstrukce	72
5.5.1	<i>Varianta č. 1 - Zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F</i>	74
5.5.2	<i>Varianta č. 2 - Zateplení pomocí minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI</i>	75
5.5.3	<i>Varianta č. 3 - Zateplení pomocí sendvičových desek Isover TWINNER</i>	76
5.6	Ekonomická návratnost investice vložené do realizace zateplení obvodové konstrukce	77
5.6.1	<i>Výpočet nákladů na vytápění a ohřev vody</i>	77
5.6.2	<i>Výpočet úspory energie za vytápění a ohřev vody</i>	78
5.7	Financování za využití vlastních finančních prostředků.....	79
5.8	Optimalizování finančních nákladů na provedení zateplení obvodové konstrukce	82
5.8.1	<i>Požadavek na splnění normových hodnot součinitele prostupu tepla</i>	82
5.8.2	<i>Požadavek na šíření vlhkosti v konstrukci</i>	83
5.8.3	<i>Výsledná energetická náročnost budovy dle programu NKN II</i>	83
5.8.4	<i>Stanovení nákladů na provedení zateplení obvodové konstrukce</i>	88
5.9	Ekonomická návratnost investice vložené do realizace zateplení obvodové konstrukce při snížených tloušťkách tepelné izolace	91
5.10	Financování za využití bankovního úvěru	94
6	ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ.....	97
6.1	Srovnání s Podobnými případy	105
7	ZÁVĚR.....	106
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	108
	SEZNAM TABULEK	112
	SEZNAM GRAFŮ	114
	SEZNAM OBRÁZKŮ	114
	SEZNAM ZKRATEK.....	116

1 ÚVOD

Spotřebovaná energie sloužící, ať už k vytápění, ohřevu teplé vody či chlazení se stává v současné době předmětem mnoha analýz. Jednou z nejdůležitějších záležitostí souvisejících se spotřebou energie je její vhodné využití za účelem snižování spotřeby. Opatření zajišťující šetření energie mají za cíl vést ke zvýšení kvality životního prostředí a snížení vynaložených finančních prostředků na výrobu energie. Odvětvím zabývajícím se taktéž problematikou úspory energie je obor stavitelství. Mezi hlavní úkoly současného stavitelství patří minimalizovat energetickou náročnost staveb.

Nově plánované stavby musí být navrhovány se záměrem dodržení nízké spotřeby energie na vytápění, ohřev vody, osvětlení nebo klimatizaci. Energetickou náročnost budovy poté determinuje návrh tvaru objektu, dispozičního řešení, orientace, umělého osvětlení, materiálů konstrukcí a systému technického zařízení objektu. U již existujících a starších objektů lze provést pro zlepšení energetické náročnosti určitá opatření. Energetickým opatřením stavebního charakteru se zahrnuje zateplení obvodových konstrukcí, střech, podlahových konstrukcí a výměny okenních, popřípadě dveřních výplní. Opatření technologického charakteru spočívají zejména ve výměně zdroje tepla a otopné soustavy.

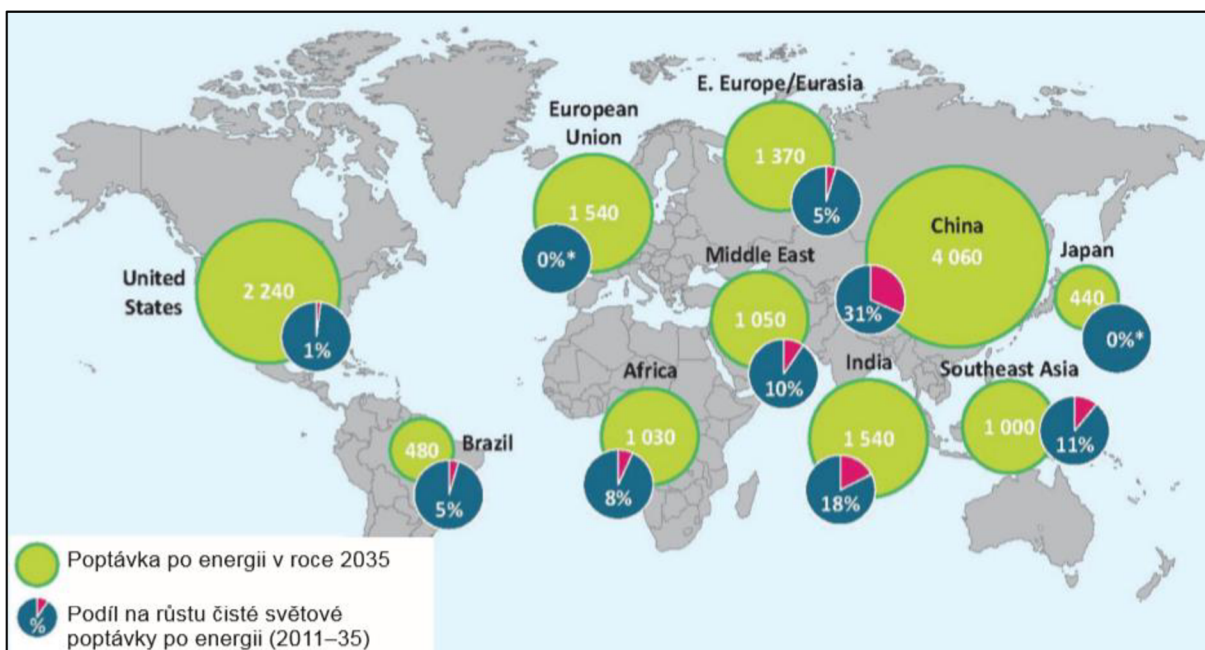
Důležitou součástí investic vložených do opatření stavebního a technologického charakteru je návratnost finančních nákladů na základě úspory spotřebované energie. Stavební opatření mají vzhledem k přípravě a realizaci větší časovou náročnost. Tímto ve většině případech dochází k nárůstu doby finanční návratnosti.

Cílem práce je provést návrh zateplení zdravotního střediska v několika variantách. Následně zhodnotit ekonomické úspory dosažené novým návrhem jednotlivých druhů zateplení a jejich finanční návratnost. Pro dosažení stanoveného cíle je zapotřebí zjištění rozdílů v nákladech na provoz zdravotního střediska bez zateplení a po jeho realizaci. Následně zjistit náklady na provedení navržených variant zateplení.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 SOUČASNÁ SPOTŘEBA ENERGIE A JEJÍ VÝVOJ

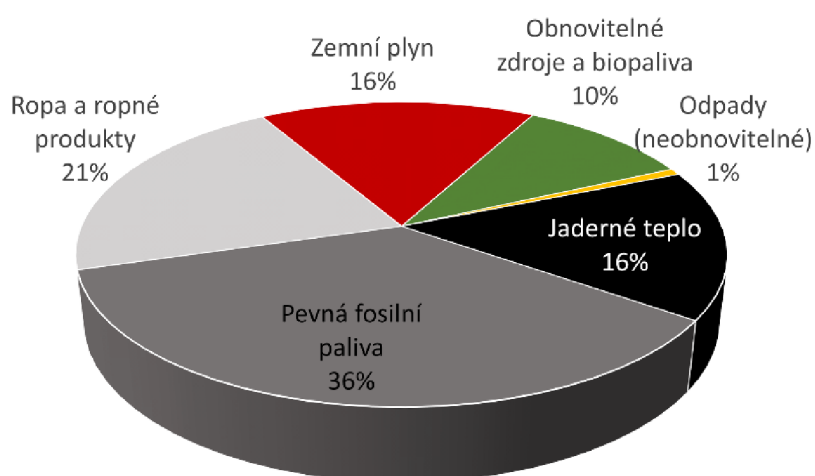
Politické, sociální, hospodářské a ekologické podmínky se stávají důležitým východiskem pro energii zásobující populaci po celém světě. Energií je poskytováno světlo, pohyb, síla či teplo spojené s vytápěním. Její přeměna je přínosem velkého množství nových možností pro budoucnost. Předmětem studií zaměřujících se na celkovou potřebu energie pro lidstvo v budoucnosti je nárůst populace, ekonomické rozvoje a sociální rozvoje, přičemž jsou zohledňovány faktory jako změny klimatických podmínek, účinnost přeměny energie, technologický rozvoj, finanční problémy atd. Spotřebovaná energie je ve světě velmi nestejně rozložena vzhledem k rozdílným zdrojům, jejich dobývání, transportu a přeměny na jiné druhy energie. Pro zlepšení energetické účinnosti a úspor energie se využívá různých vládních opatření. Podpora úspory energie a energetické účinnosti se týká zejména průmyslu, dopravy, budov a domácích spotřebičů. Základním nástrojem pro kritéria auditů je národní legislativa. Kromě legislativních opatření spojených s ochranou životního prostředí, podporou obnovitelných zdrojů a státního rozpočtu je snahou vlády angažovat se do energetických programů s cílem podpoření energetických odvětví. Úspora energie a energetická účinnost závisí z velké části na oblastech v Evropské unii, Číně, USA a Africe. Úloha těchto oblastí bude hrát velkou roli v následujících letech. Situace poptávky primárních zdrojů energie v budoucnosti je zobrazena na obrázku č. 1. (1) (2)



Obr. č. 1 – Předpokládaná poptávka po primárních zdrojích v roce 2035 (2)

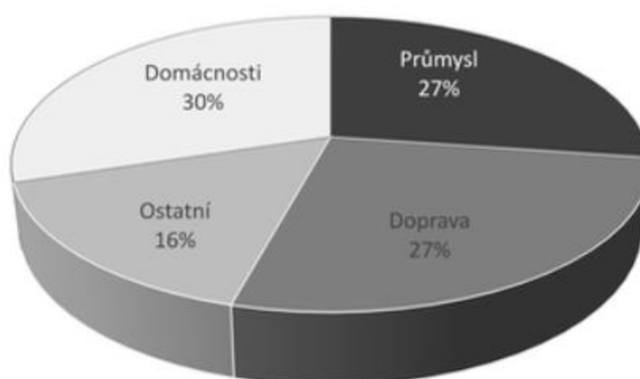
Souhrn přírodních zdrojů tuzemských a dovezených, které se dále dělí na obnovitelné a neobnovitelné zdroje jsou vyjadřovány primárními energetickými zdroji. Do neobnovitelných zdrojů se zahrnují fosilní paliva (uhlí, ropa, plyn) a paliva jaderná. Obnovitelnými zdroji jsou biomasa a vodní, větrná nebo sluneční energie. V České republice jsou hlavním zdrojem pevná fosilní paliva, která v roce 2017 podle zdroje TZB-info byla tvořena 36 % z celkové spotřeby. Na druhém místě byla ropa a ropné produkty s 21 %. Poté skončil zemní plyn a jaderná energie shodně se 16 %. Podíl biopaliv a obnovitelných zdrojů činil 10 %. Nejmenší procentuální zastoupení bylo vypočítáno pro neobnovitelné zdroje z odpadu. (3)

Graf č. 1 – Primární energetické zdroje v ČR (3)



Celkem 30 % z celkové spotřeby energie v tuzemsku se spotřebovává českými domácnostmi. Největší množství energie v českých domácnostech se vynaloží na vytápění a ohřívání vody. Naopak méně se spotřebovává energie využitá na osvětlení, klimatizaci a provoz domácích spotřebičů.

Graf č. 2 – Graf konečné spotřeby podle oblastí (4)



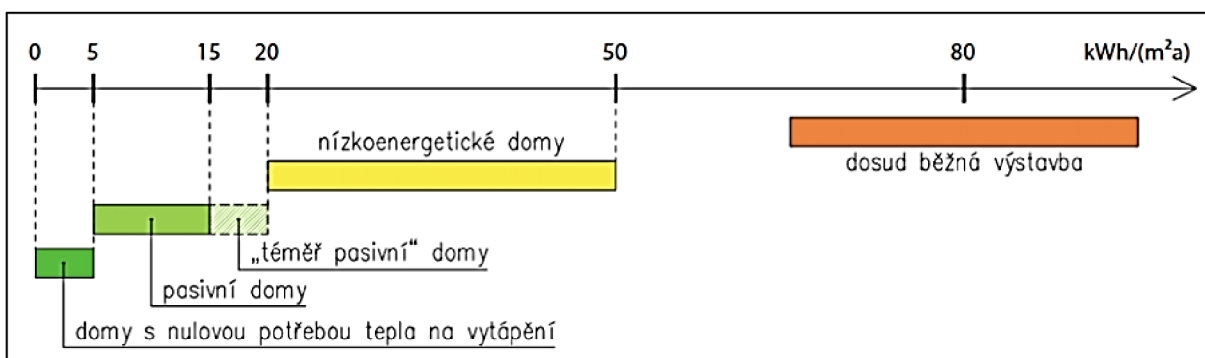
2.2 ENERGETICKÁ NÁROČNOST STAVEB

Celková spotřebovaná energie při předepsaném provozu budovy se určuje energetickou náročností stavby. Pro dosažení požadované minimální energetické náročnosti je zapotřebí optimalizovat energii využívanou za účelem vytápění a chlazení budov, přípravy teplé užitkové vody, větrání či osvětlení.

„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 společné povolení, kterým se stavba umísťuje a povoluje, 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.“ (5)

2.2.1 Kategorizace budov s nízkou energetickou náročností

Hlavním účelem energeticky efektivních budov je dosažení takového stavu, kdy nebude docházet k úniku tepla z objektu a v případě úniku malého množství tepla obsaženého ve vzduchu dojde k jeho efektivnímu využití. Měrná potřeba tepla na vytápění u budov s nízkou energetickou náročností musí dosahovat výrazně nižších hodnot, než jsou současné normové požadavky. (6)



Obr. č. 2 – Kategorie budov podle roční měrné potřeby tepla na vytápění (6)

Nízkoenergetické domy

Za nízkoenergetické domy jsou považovány budovy s měrnou potřebou tepla na vytápění menší než 50 kWh/(m²a), přičemž se měrná potřeba stanoví výpočtem na základě množství tepla pro 1 m² vytápěné části domu. Požadované hodnoty se docílí optimalizací stavebního řešení obálky budovy. Předpokladem pro nízkoenergetické domy je otopná soustava s nižším výkonem, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce a řízené větrání. (6)

Pasivní domy

Pasivním domem je mezinárodní označení standardů pro budovy s velmi nízkou spotřebou tepla. Výhodou budov uznávaných jako pasivní domy je obecně lepší komfort života, nízké náklady spojené s vytápěním, neustálý přívod čerstvého vzduchu a převažující tepelná pohoda v zimě i létě. Obvykle nízkých hodnot spotřebované energie na zajištění tepelné pohody se dosahuje budovami pasivního charakteru, které navíc zajišťují minimální potřebu primární energie s využitím neobnovitelných zdrojů. (6)

„Pasivními domy jsou označovány budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/(m²a). Nejedná se ovšem o jediný požadavek, jak je velmi často prezentováno. Povinně hodnocenou vlastností je celková průvzdušnost obálky budovy. Celková intenzita výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa nesmí překročit hodnotu $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. Celkové množství primární energie spojené s provozem budovy (vytápění, ohřev TV a elektrická energie pro spotřebiče) překročit normovou hodnotu (120 kWh/(m²a)).“ (6)

Energeticky nulové budovy

Požadavky na energeticky nulové budovy v tuzemsku se zabývá norma ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Informace uváděné v normě jsou prozatím předběžné a očekává se v nejbližší době jejich upřesnění. Východiskem pro hodnocenou budovu je celková roční bilance energetické potřeby a produkce stavby vyjádřená v hodnotách primární energie. Návrh stavebního a technického řešení musí odpovídat minimálně hodnotám pasivního standardu. Energeticky nulové budovy se hodnotí na základě dvou úrovní. Do energetické potřeby budovy úrovně A spadá potřeba tepla zahrnující vytápění, chlazení, přípravu teplé vody, pomocnou elektrickou energii na provoz energetických systémů, elektrickou energii na osvětlení a spotřebiče. Do energetické potřeby budovy úrovně B se zahrnují stejné položky jako při úrovni A s tím rozdílem, že se nezapočítává elektrické energie využívána pro elektrické spotřebiče. (6)

Budovy s téměř nulovou spotřebou energie

Jedná se o stavby s téměř nulovou či velmi nízkou spotřebovanou energií, která se z velké části pokryje obnovitelnými zdroji. Stanovené požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie vychází ze směrnice Evropského parlamentu 2010/31/EU o energetické náročnosti budov. Převod požadavků na úroveň České republiky se provádí zákonem č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií a upřesnění technických požadavků se provádí vyhláškou č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Vyhláškou se ukládá splnění dvou požadavků. Prvním požadavkem se vyžaduje dosažení nízké energetické náročnosti formulované součinem

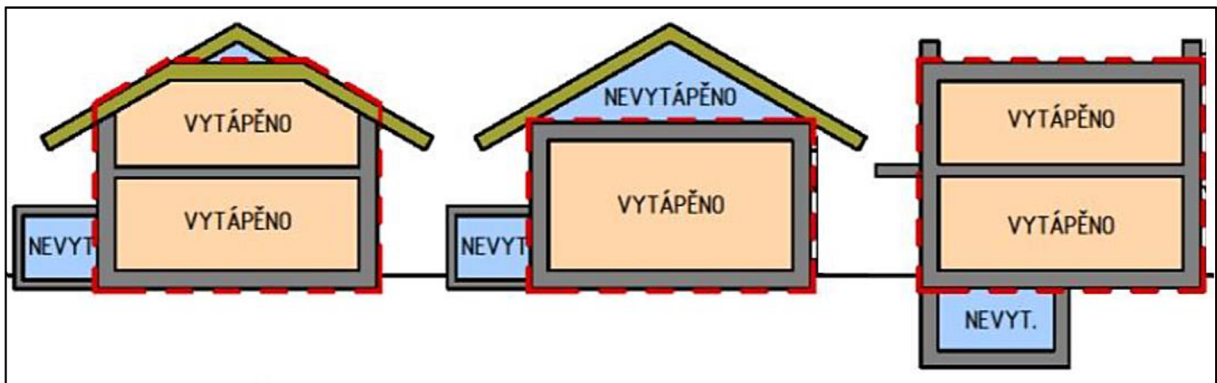
redukčního činitele požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla f_R a průměrného součinitel prostupu tepla referenční budovy U_{em} . V druhém případě je vyžadováno pokrytí spotřeby energie obnovitelnými zdroji ve značném rozsahu, což je vyjádřeno sníženou hodnotou neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu $\Delta e_{P,R}$. (6) (7)

Tab. č. 1– Technické požadavky vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov (6)

Parametr				referenční budova		
				dokončená budova a její změna	nová budova	budova s téměř nulovou spotřebou energie
redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,20,R}$	f_R	-	1,00	0,80	0,70	
			po 1.1.2015	po 1.1.2015	-	
Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu	RD	$\Delta e_{P,R}$	%	3	10	25
	BD		%	3	10	20
	Ostatní		%	3	8	10

2.2.2 Tepelné ztráty budov

Tepelnou ztrátou se vyznačuje množství tepelné energie, která se za určitou dobu odvede z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí vstupem tepla a větráním. Pro potřeby orientačního určení tepla celé budovy se provádí předběžný výpočet. Lze ho stanovit několika metodami. Nejběžnějším způsobem výpočtu je obálková metoda, kdy se vypočítá tepelná ztráta pro konstrukce vymezení hranice mezi vnitřním (vytápěným) prostředím a vnějším prostředím. Pro požadavek návrhu otopných těles se použije metoda přesného výpočtu, kterou se určí tepelná ztráta každé místnosti v objektu zvlášť. Celková tepelná ztráta se poté vypočítá součtem tepelných ztrát jednotlivých místností. Hodnota tepelné ztráty se stanovuje na nejnižší výpočtovou venkovní teplotu zimního období a jedná se o množství tepelné energie dodané zdrojem tepla do místností, aby byla dodržena za daných podmínek navržená nebo výpočtová teplota. Pro Českou republiku se nejnižší výpočtové venkovní teploty pohybují v závislosti na lokalitě v intervalu od $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. K tepelným ztrátám dochází únikem tepla podlahou, obvodovými stěnami, střechou, výplněmi otvorů, větráním a nevytápěnými prostory. (8)



Obr. č. 3 – Příklady umístění vymežující hranice obálky budovy (9)

2.2.3 Tepelné mosty a vazby

Místo, kde dochází k vzniku větších tepelných toků z důvodu oslabení izolačních schopností konstrukce se nazývá tepelným mostem. Jedná se o prostor, kde se na jednotku plochy uvolňuje mnohem více tepelné energie než v ostatních místech obálky budovy. Tepelné mosty se mohou při výpočtu zanedbat, pokud celková velikost tepelných mostů je menší než 5 % hodnoty součinitele prostupu tepla. Odstraněním tepelných mostů se snižují náklady na vytápění. (9)

Tepelné mosty mohou být systémové nebo nahodilé. Systémové tepelné mosty se v konstrukci neustále opakují, proto se musí ve výpočtech vždy zahrnovat přímo do součinitele prostupu tepla. K nahodilým tepelným mostům nedochází pravidelně a do výpočtu se zahrnují zvýšením součinitele prostupu tepla nebo přesným spočítáním velikosti tepelného mostu. (10)

Tepelnou vazbou se nazývá styk dvou a více různých konstrukcí, kdy dochází ke zvýšení tepelných toků a nejedná se tak o klasický tepelný most. Tepelnými vazbami se rozumí například napojení stropní a obvodové konstrukce, nebo základové a obvodové konstrukce. (10)

2.3 LEGISLATIVA

Základním zákonem pojednávajícím o energetické náročnosti budov je zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů. Zákonem se upravují náležité předpisy Evropské unie a stanovují opatření pro zvyšování hospodárnosti energie, vymezení pro státní nebo územní energetické koncepce a pravidla státního programu úspory energie. Zároveň se určují požadavky uvádění spotřeby energie na štítcích výrobků, ekodesign výrobků souvisejících se spotřebou energie a požadavky na vzdělávání spojeného s úsporami energie či využíváním obnovitelných nebo druhotných zdrojů. S tímto zákonem se pojí důležité předpisy. Prvním významným předpisem je vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Její účinnost nabyla platnost 1. 4. 2013 a následně byla novelizována vyhláškou č. 230/2015 Sb. Podle

vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov se postupuje při posuzování energetické náročnosti budovy, stanovují se výpočetní metody v souvislosti s energetickou náročností a veškeré požadavky na průkaz energetické náročnosti včetně jeho náležitostí. Dalším podstatným předpisem je vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku. Vyhláškou se stanovuje obsah energetického auditu či posudku a zároveň se vymezuje jejich rozsah včetně zpracování. (5) (11) (12)

Dalším významným předpisem stanovujícím technické požadavky na tepelné izolace je norma ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – požadavky v posledním platném znění.

Výpis aktuálních zákonů, vyhlášek a norem použitých v diplomové práci:

- Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií v posledním platném znění (5)
- Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku v posledním platném znění (11)
- Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov v posledním platném znění (12)
- Vyhláška č. 193/2007 Sb., stanovení účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie v posledním platném znění (13)
- Vyhláška č. 194/2007 Sb., pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody v posledním platném znění (14)
- ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie v posledním platném znění (15)
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky v posledním platném znění (16)
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin v posledním platném znění (17)
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody v posledním platném znění (18)
- ČSN 73 0331-1 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data v posledním platném znění (19)
- ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov – Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním – Výpočtová metoda v posledním platném znění (20)
- ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda v posledním platném znění (21)

2.3.1 Normové požadavky

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Součástí hodnotícího kritéria teplotního faktoru vnitřního povrchu konstrukce je posouzení nejnižší vnitřní povrchové teploty, kdy může vlivem nepříznivého působení vlhkosti docházet k růstu plísní nebo povrchové kondenzaci na konstrukci. V zimním období musí konstrukce vykazovat v každém místě vnitřní povrchovou teplotu θ_{si} (°C) podle vztahu: (1)

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N}$$

kde

$\theta_{si,N}$... požadovaná hodnota nejnižší vnitřní povrchové teploty (°C) stanovená ze vztahu:

$$\theta_{si,N} = \theta_{si,cr} + \Delta\theta_{si}$$

kde

$\theta_{si,cr}$... vnitřní kritická povrchová teplota (°C)

$\Delta\theta_{si}$... bezpečnostní teplotní přírážka (°C)

Povrch obalových konstrukcí vnitřního prostoru s relativní vlhkostí $\varphi_i < 60$ % musí vykazovat v každém místě vnitřní povrchovou teplotu $\theta_{si} \geq \theta_{si,cr}$. (1)

Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla představuje množství tepla prostupující konstrukcí o ploše 1 m² při jednotkovém rozdílu teplot. Čím je hodnota součinitele prostupu tepla nižší, tím lépe dokáže zabránit úniku tepla. (9)

1. Stanoví se na základě tepelného odporu konstrukce nebo jejího typického výseku včetně odporů při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně (9)

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T}$$

kde

U ... součinitel prostupu tepla konstrukce (W/m²K)

R ... tepelný odpor konstrukce (m²K/W)

R_{si} ... tepelný odpor vnitřní strany konstrukce při prostupu tepla (m²K/W)

R_{se} ... tepelný odpor vnitřní strany konstrukce při prostupu tepla (m²K/W)

R_T ... celkový tepelný odpor konstrukce (m²K/W)

Tepelným odporem konstrukce R (m²K/W) se vyjadřuje tepelně izolační schopnost konstrukce nebo její části klást odpor při přenosu tepla a určí podle vztahu: (9)

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

kde

d ... tloušťka materiálu konstrukce (m)

λ ... součinitel tepelné vodivosti (W/mK)

Pokud se jedná o konstrukci složenou z více vrstev tepelný odpor se učí podle vztahu: (9)

$$R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i}$$

kde

d_i ... tloušťka příslušné vrstvy konstrukce (m)

λ_i ... součinitel tepelné vodivosti vrstvy (W/mK)

2. Vyjádří se z průměrné vnitřní povrchové teploty konstrukce či jejího typického výseku (9)

$$U = \frac{\theta_{ai} - \theta_{sim}}{R_{si}(\theta_{ai} + \theta_e)}$$

kde

U ... součinitel prostupu tepla konstrukce (W/m²K)

R_{si} ... tepelný odpor vnitřní strany konstrukce při prostupu tepla (m²K/W)

θ_{ai} ... teplota vnitřního vzduchu (°C)

θ_{sim} ... průměrná vnitřní povrchová teplota (°C)

θ_e ... návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období (°C)

U Konstrukce vytápěné budovy v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i < 60$ % musí součinitel prostupu tepla U (W/m²K) splňovat podmínku: (9)

$$U \leq U_N$$

kde

U_N ... požadovaná hodnota součinitel prostupu tepla konstrukce (W/m²K)

„Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C a pro všechny návrhové venkovní teploty podle níže uvedené tabulky. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní povrchovou teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně se považují všechny budovy obytné, občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. budovy školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy.“

(9)

Tab. č. 2 – Požadované a doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla U dle ČSN 73 0540-2:2011 (9)

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} K^{-1}$]		
	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	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 částečně vytáp. prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	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	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,1	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
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru	-	1,3	0,9 až 0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,2

Lineární činitel prostupu tepla

Lineární činitel prostupu tepla Ψ_j (W/mK) vystihuje přídavný tepelný tok, kterým se vyjadřuje vliv na lineární propustnost pomocí lineárního tepelného mostu. Musí splňovat podmínku: (9)

$$\Psi_j \leq \Psi_N$$

kde

Ψ_N ... požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla (W/mK)

Bodový činitel prostupu tepla

Bodový činitel prostupu tepla χ_j (W/K) vyjadřuje přídavný tepelný tok, kterým se určí vliv na plošnou tepelnou propustnost pomocí bodového tepelného mostu. Musí splňovat podmínku: (9)

$$\chi_j \leq \chi_N$$

kde

χ_N ... požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla (W/K)

Pokles dotykové teploty podlahy

Hodnotí se množství odebraného tepla při kontaktu osoby s podlahou. Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$ (°C) je důležitým prvkem pro návrh nášlapné vrstvy podlahy z hlediska tepelné jímavosti. Podlahy se zatřídí do jednotlivých kategorií na základě poklesu dotykové teploty podlah. (9)

Kondenzace vodní páry v konstrukci

Jedná se o zkondenzovanou vodní páru M_c (kg/m²) objevující se uvnitř konstrukce nebo na vnitřním povrchu konstrukce. Konstrukce musí splňovat z hlediska šíření vlhkosti několik požadavků. Nesmí docházet k ohrožení funkce konstrukce při kondenzaci vodní páry. Dále musí být roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ (kg/m²a) nižší než roční kapacita odparu $M_{ev,a}$ (kg/m²a). V posledním bodě musí být množství kondenzátu $M_{c,a}$ (kg/m²a) nižší než 0,5 kg/m² za rok, nebo menší než 5 % jeho plošné hmotnosti u materiálů s objemovou hmotností vyšší než 100 kg/m³ a menší než 10 % jeho plošné hmotnosti u materiálu s objemovou hmotností menší nebo rovno 100 kg/m³. Požadavek se posuzuje s nižší z těchto výše uvedených hodnot. (22)

Průvzdušnost obálky budovy

Jednotlivá napojení konstrukcí musí být provedena vzduchotěsně. Nepřipouští se netěsnosti obvodových konstrukcí a neutěsněných spár, kromě funkčních spár lehkých obvodových plášťů a výplní jako oken nebo dveří. Posuzovány jsou hlavně spáry výplní otvorů. Hodnocení se provádí u budovy nebo její části při rozdílu tlaků vzduchu 50 Pa mezi vnitřním a vnějším prostředím. Ověřuje se celková intenzita výměny vzduchu n_{50} (h^{-1}). Doporučuje se splnit podmínku: (9)

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

kde

n_{50} ... intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa, zjištěná měřením (h^{-1})

$n_{50,N}$... intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa, dána předpisem (h^{-1})

Prostup tepla obálkou budovy

Vypočítá se průměrným součinitelem prostupu tepla U_{em} (W/m^2K) budovy nebo její zóny, který se vyjádří vztahem: (9)

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

kde

H_T ... měrná ztráta prostupem tepla budovy nebo její zóny (W/K)

A ... celková plocha konstrukcí ohraničujících objem budovy nebo její zóny (m^2)

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} (W/m^2K) budovy nebo její zóny musí splňovat podmínku: (9)

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

kde

$U_{em,N}$... požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla (W/m^2K)

Tepelná stabilita místností

Hodnotí se zvlášť pro zimní a zvlášť pro letní období. Tepelná stabilita v zimním období, tzn. v době, kdy je v provozu otopná soustava, se hodnotí za podmínek neustálého teplotního stavu. Vychází se z předpokladu, že během noci nebo při poruše otopného systému dojde k přerušení přívodu potřebné energie pro pokrytí tepelných ztrát místnosti. Tepelná stabilita

v letním období se posuzuje ve vnitřním prostoru, kterým je kritická místnost. Jedná se o místnost s největší plochou přímo osluněných konstrukcí, především výplní otvorů orientovaných na západ, jih, východ, jihovýchod a jihozápad. Nejvyšší denní teplota vzduchu letního období se hodnotí ve vybraném vnitřním prostoru kritické místnosti, kterou je většinou prostor s největšími výplněmi otvorů na osluněné straně budovy. (9)

2.3.2 Typy hodnot

Normová hodnota

Hodnota se vyhodnocuje statisticky z naměřených hodnot nebo z hodnot stanovených výpočtem. (23)

Charakteristická hodnota

Normová hodnota stanovená postupem podle ČSN 73 0540-3, Tepelná ochrana budov – návrhové hodnoty veličin. Stanovuje se pro charakteristickou hodnotu vlhkosti $u_{23,80}$ tak, aby byl zohledněn proces výroby. (23)

Návrhová (výpočtová) hodnota

Hodnota dané vlastnosti určená za specifických venkovních a vnitřních podmínek, které se mohou považovat za typické pro chování stavebních materiálů, výrobků, zdiva a výplní otvorů. (23)

Deklarovaná hodnota

Hodnota vlastnosti stavebních výrobků a zdiva pro jejich dané využití. Deklaruje se způsobem podle normy výrobku v souvislosti s označením výrobku CE. (23)

2.4 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Pro doložení splněného požadavku na energetickou náročnost budovy slouží technický přehledný dokument PENB, jehož součástí je energetický štítek. Jeho obsahem je klasifikace energetické náročnosti budovy, spolu s grafickým vyjádřením. Energetická náročnost se klasifikuje pomocí požadovaného průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,rq}$. Klasifikační třídy se označují písmeny A-G, kde se podle hodnoty klasifikačního ukazatele CI zařazují budovy od velmi úsporných, až po mimořádně nevhodných. Pro splnění požadavku dle normy ČSN 73 0540-2, Tepelná ochrana budov – požadavky se musí budovy klasifikovat do kategorie A-C. (9)

Tab. č. 3 – Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy podle vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov (9)

Klasifikační třídy	Kód barvy (CMYK)	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI
A	X0X0	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	$\Leftrightarrow 0,5$ $\Leftrightarrow 0,75$ $\Leftrightarrow 1,0$ $\Leftrightarrow 1,5$ $\Leftrightarrow 2,0$ $\Leftrightarrow 2,5$
B	70X0	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	
C	30X0	$0,75 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující	
D	00X0	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	
E	03X0	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	
F	07X0	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nehospodárná	
G	0XX0	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nehospodárná	

Energetický štítek obálky budovy s protokolem se skládá ze základních údajů jako jsou identifikační údaje, charakteristika objektu včetně popisu konstrukcí, údaje o prostupu tepla obálkou budovy, klimatické podmínky budovy a charakteristika energeticky podstatných veličin. (9)

2.5 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV

Průkazem energetické náročnosti budov se posuzuje celková spotřeba energie budovy související s vytápěním, ohřevem vody, chlazením, větráním a osvětlením. Principem hodnocení je porovnání hodnocené a referenční budovy. Průkaz se zpracovává podle vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Musí se provádět: (12) (24)

- U novostaveb (součástí projektové dokumentace)
- U změny stávajícího objektu a rekonstrukce nad 1000 m²
- U prodeje a pronájmu rodinného domu, bytového domu, veřejné budovy, administrativní budovy a ucelených částí, kterými jsou byty a nebytové prostory
- Při užívání některých bytových domů, veřejných budov a administrativních budov v závislosti na energeticky vztažné ploše (celková podlahová plocha všech vytápěných místností)

„Osobou, která může zpracovávat PENB po absolvování příslušného přezkoušení, je energetický auditor s osvědčením MPO nebo autorizovaný inženýr či autorizovaný technik s autorizací ČKAIT. Platnost průkazu je 10 let.“ (24)

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY		DOPORUČENÁ OPATŘENÍ		PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII																																																																							
Ulice, číslo: _____ PSČ, místo: _____ Typ budovy: _____ Plocha obálky budovy: _____ m ² Objemový faktor tvaru A/V: _____ m ³ /m ² Celková energeticky vztažná plocha: _____ m ²		<table border="1"> <tr> <th>Opatření pro</th> <th>Stanovena</th> </tr> <tr> <td>Vnější stěny:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Okna a dveře:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Střechu:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Podlahu:</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Vytápění:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Chlazení/klimatizaci:</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Větrání:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Přípravu teplé vody:</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Osvětlení:</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Jiné:</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Opatření pro	Stanovena	Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>	Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>	Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>	Podlahu:	<input type="checkbox"/>	Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>	Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>	Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>	Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>	Jiné:	<input type="checkbox"/>	Hodnoty pro celou budovu MWh/rok 																																																	
Opatření pro	Stanovena																																																																										
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																										
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																										
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																										
Podlahu:	<input type="checkbox"/>																																																																										
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																										
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>																																																																										
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																										
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>																																																																										
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																										
Jiné:	<input type="checkbox"/>																																																																										
ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY																																																																											
Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy) Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)			Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí) Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)																																																																								
<table border="1"> <tr> <th>Stupeň</th> <th>Barva</th> <th>Upravená hodnota</th> </tr> <tr> <td>Mimořádně úsporná</td> <td>A</td> <td>Dop. A</td> </tr> <tr> <td>Velmi úsporná</td> <td>B</td> <td>XXX B</td> </tr> <tr> <td>Úsporná</td> <td>C</td> <td>_____ C</td> </tr> <tr> <td>Mírně úsporná</td> <td>D</td> <td>_____ D</td> </tr> <tr> <td>Nehospodárná</td> <td>E</td> <td>_____ E</td> </tr> <tr> <td>Velmi nehospodárná</td> <td>F</td> <td>_____ F</td> </tr> <tr> <td>Mimořádně nehospodárná</td> <td>G</td> <td>_____ G</td> </tr> </table>						Stupeň	Barva	Upravená hodnota	Mimořádně úsporná	A	Dop. A	Velmi úsporná	B	XXX B	Úsporná	C	_____ C	Mírně úsporná	D	_____ D	Nehospodárná	E	_____ E	Velmi nehospodárná	F	_____ F	Mimořádně nehospodárná	G	_____ G																																														
Stupeň	Barva	Upravená hodnota																																																																									
Mimořádně úsporná	A	Dop. A																																																																									
Velmi úsporná	B	XXX B																																																																									
Úsporná	C	_____ C																																																																									
Mírně úsporná	D	_____ D																																																																									
Nehospodárná	E	_____ E																																																																									
Velmi nehospodárná	F	_____ F																																																																									
Mimořádně nehospodárná	G	_____ G																																																																									
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok XX,X		XX,X																																																																									
UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Obálka budovy</th> <th>Vytápění</th> <th>Chlazení</th> <th>Větrání</th> <th>Úprava vřelosti</th> <th>Teplá voda</th> <th>Osvětlení</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U_{ext} kWh/(m²·K)</td> <td>Díleč dodané energie</td> <td>Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Dop.</td> <td>Dop.</td> <td>Dop.</td> <td>Dop.</td> <td>Dop.</td> <td>Dop.</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>X,XX</td> <td>XX</td> <td>XX</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Hodnoty pro celou budovu MWh/rok</td> <td>XX,X</td> <td>XX,X</td> <td>XX,X</td> <td>XX,X</td> <td>XX,X</td> </tr> </tbody> </table>						Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vřelosti	Teplá voda	Osvětlení	U _{ext} kWh/(m ² ·K)	Díleč dodané energie	Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)					A	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	B							C	X,XX	XX	XX				D							E							F							G							Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X
Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vřelosti	Teplá voda	Osvětlení																																																																					
U _{ext} kWh/(m ² ·K)	Díleč dodané energie	Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)																																																																									
A	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.																																																																					
B																																																																											
C	X,XX	XX	XX																																																																								
D																																																																											
E																																																																											
F																																																																											
G																																																																											
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X																																																																					
Zpracovatel: _____ Kontakt: _____			Osvědčení č.: _____ Vyhотовeno dne: _____ Podpis: _____																																																																								

Obr. č. 4 – Ukázka grafického znázornění průkazu energetické náročnosti budovy (24)

Průkaz energetické náročnosti budov se nemusí provádět pro: (25)

- Stavby s energeticky vztažnou plochou do 50 m²
- Rekreační stavby se spotřebou energie nižší než 25 % z celkové spotřeby při celoročním užívání
- Stavby s účelem využití pro bohoslužby, průmyslový a dílenský provoz při spotřebě energie do 700 GJ/rok
- Kulturní památky a památkové rezervace

Referenční budova

Referenční budovou se vyjadřuje výpočtově určená budova stejného typu, identického geometrického tvaru a rozměrů včetně skleněných ploch a částí, totožné orientace ke světovým stranám, stínění vedlejší zástavbou včetně přírodních překážek, shodného vnitřního uspořádání a užívání se stejnými klimatickými údaji. Na rozdíl od hodnocené budovy se však vyjadřuje s referenčními hodnotami vlastností budovy, konstrukcí a technických systémů. (26)

2.6 ENERGETICKÝ AUDIT

Energetický audit se provádí podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií a vyhlášky č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku. Obsahem je vyhodnocení z hlediska využívaných energií, technického zařízení a stavební konstrukce budovy. Využívá se také k návrhu opatření pro zajištění úspor v provozních energiích, výběru vhodných variant řešení a k rozvaze ekonomické bilance opatření. Energetický audit se musí zpracovat pro součet všech budov s celkovou roční spotřebou vyšší než: (5) (11) (24)

- 1500 GJ/rok u organizačních složek státu, krajů, obcí, příspěvkových organizací, kdy se zpracovává pouze u těch budov, které přesáhnou celkovou spotřebu 700 GJ/rok
- 35 000 GJ/rok u fyzických a právnických osob (např. bytová družstva a společenství vlastníků jednotek), kdy se rovněž zpracovává pouze u těch budov, které přesáhnou celkovou spotřebu 700 GJ/rok

Dokument energetického auditu se často vyžaduje také jako součást žádosti pro získání dotace. (24)

2.7 TEPELNÉ IZOLACE

Jedním z nejpoužívanějších stavebních materiálů pro zajištění nízké energetické náročnosti budovy jsou tepelné izolace, které jsou z hlediska šíření tepla špatným vodičem a tím dobrým tepelným izolantem. Správným postupem ve výběru tepelné izolace je porovnání více vhodných možností včetně zohlednění ekonomické náročnosti. Při zvážení tepelněizolačních vlastností materiálu vyplývá, že je-li možné provést izolaci při výstavbě jedná se o výhodnější volbu, než by se izolace prováděla dodatečně. Zateplení provedené dodatečně je pracnější a nákladnější. Důležitými vlastnostmi tepelné izolace jsou tepelná vodivost, paropropustnost izolace vodní párou, objemová hmotnost, tepelná stabilita, protipožární odolnost, tvarová stabilita, zvuková pohltivost atd. Každý materiál má rozdílné fyzikální vlastnosti, jenž se zohledňují pro návrh konkrétních případů zateplení. Materiál je považován za tepelnou izolaci, pokud součinitel tepelné vodivosti λ má hodnotu nižší než 0,200 W/mK. Pro zateplení se mohou využít různé druhy zateplovacích systémů s využitím tepelné izolace opatřené klasickou omítkou, tenkovrstvou omítkou nebo obkladem. U zateplovacích systémů je nutné, aby měl systém požadovanou certifikaci. Použité materiály budou vzájemně spolupůsobit a předcházet případným poruchám jako odlepení izolace od podkladu. (27) (28)

Tab. č. 4 – Součinitel tepelné vodivosti λ (W/mK) u vybraných tepelněizolačních materiálů (27)

materiál	λ (Wm ⁻¹ K ⁻¹)
pěnový polyuretan	0,018-0,035
extrudovaný polystyren	0,030-0,035
pěnový polystyren	0,040-0,045
skelná a čedičová vlna a výrobky z ní	0,035-0,076
celulóza	0,037-0,080
pěnový polyetylén	0,040
pěnové sklo	0,040-0,050
Cebuna	0,050-0,150
perlit	0,060
desky z dřevité vlny a cementu	0,110-0,400
keramzit	0,090-0,110
vermikulit	0,071
křemelina	0,150-0,240

2.7.1 Druhy tepelných izolací

Pěnový polyuretan

Izolace z pěnového polyuretanu se vyrábí v měkké nebo tvrdé formě. Pro stavební účely se využívá zejména tvrdá polyuretanová pěna (PUR). Jedná se o nenasákavý materiál s dobrými tepelněizolačními vlastnostmi. Voda se absorbuje pouze mechanicky otevřenými povrchovými póry. Používá se jako izolace obvodových konstrukcí, podlahových vytápění, plochých střech s obráceným pořadím vrstev, kdy se využívá odolnost pěnového polyuretanu vůči propustnosti vodních par a šikmých střech, kde plní také funkci pojistné hydroizolace. Materiál není odolný vůči působení ultrafialového záření a musí se před ním povrchově chránit. Prováděná izolace z pěnového polyuretanu se může aplikovat také stříkáním či litím. (27)



Obr. č. 5 – Izolační PUR panel (29)

Polyisokyanurátová pěna (PIR)

Materiál polyisokyanurátové pěny je velmi podobný polyuretanu. Má však lepší protipožární vlastnosti a odolnost vůči tlakovému napětí. Dodává se ve tvaru desek a využívá se zejména pro šikmé nebo ploché střechy, ale může se rovněž použít pro izolaci stěn a podlah. (30)



Obr. č. 6 – PIR deska pro ploché střechy (30)

Expandovaný polystyren (EPS)

Expandovaný polystyren je jeden z nejrozšířenějších materiálů v České republice s velmi příznivou cenou. Produkuje se vypěněním do forem nebo řezáním vypěněných kvádrů. Expandovaný polystyren tvořený prvním způsobem má nízkou nasákavost a zpravidla větší pevnost než při vytváření řezáním kvádrů. Polystyren z řezaných bloků může časem zmenšovat svůj objem. Podle názoru Ing. Romana Šubrtu se ovšem jedná o vyjádření neinformované veřejnosti. Dodržení správných systémových postupů či aplikací pěnového polystyrenu se předchází případným vadám a prodlužuje se jeho životnost. Není odolný vůči vysokým teplotám. Výrobci většinou uvádějí hranici kolem 85 °C. Nedoporučuje se proto používat do jednoplášťových plochých střech. Využití izolace z expandovaného polystyrénu je vhodné pro stěny, podlahové konstrukce, dvouplášťové střechy a sendvičové desky. (27) (31)



Obr. č. 7 – Fasádní polystyren Baumit EPS F (32)

Expandovaný grafitový polystyren (EPS)

„Jedná se o obdobný materiál, jako bílý EPS. Do materiálu je přidána přísada z grafitových nanočástic, díky níž se významně snižuje sálavá složka přenosu tepla v izolačním materiálu. Grafitový EPS dosahuje lepších hodnot součinitele tepelné vodivosti λ .“ (33)



Obr. č. 8 – Grafitový polystyren Isover (33)

Extrudovaný polystyren (XPS)

Tímto druhem polystyrenu se na rozdíl od pěnového uzavřenou buněčnou strukturou neabsorbují vlhkost z prostředí. Další výhodou je vyšší pevnost při zatížení polystyrenu. Používá se v místech s vyšší koncentrací vlhkosti. Jeho vlastnosti se využívají především k zateplení základových konstrukcí, soklů, plochých střech, ale i do míst s vyššími nároky na zatížení izolace (např. do průmyslových podlah). Není odolný vůči teplotám přesahujícím 75 °C a rozpouštědlům. (27)



Obr. č. 9 – Extrudovaný polystyren Styrodur (34)

Minerální vlna

Společně s pěnovým polystyrenem se jedná o nejpoužívanější materiál u nás. K výrobě minerální vlny se využívají různé druhy hornin, kterými jsou čedič (kamenná vlna), křemen a příměsi skla (skelná vlna). Suroviny se taví na velmi slabá vlákna a zpracovávají se do rohoží nebo desek. Výhodou materiálu je nízká propustnost vodních par, tvárnost minerální vlny a zároveň odolnost vůči vyšším teplotám. Existují různé druhy výrobků z minerální vlny, které se používají pro daný účel podle svých charakteristických vlastností. Záměnou využití určitého typu minerální vlny k jinému účelu, než k jakému ji výrobce předurčil, může dojít ke zhoršení vlastností. Produkty z měkké rohože se využívají na izolaci půdních prostorů a rozvodů topenářského potrubí. Tuhé desky nacházejí uplatnění pro izolaci šikmých střech nebo při zateplení stěn. Kromě toho se často používají jako kročejová izolace do podlahových konstrukcí, kde může ovšem docházet k odlamování částic s následným šířením do ovzduší. Na druhou stranu se minerální vlna snadno odstraňuje a je ekologicky neškodná. Do konstrukcí se zvýšenými požadavky na požární bezpečnost se používá kamenná vlna díky odolnosti proti působení ohně. (27) (31) (35)



Obr. č. 10 – Desky z minerální vaty Isover (35)

Pěnový polyetylén

Materiál z pěnového polyetylénu je oproti ostatním cenově dražší. Mezi jeho podstatné výhody patří pružnost a odolnost proti vodě. Pěnový polyetylén se využívá především pro izolaci potrubí nebo při malé tloušťce pod plovoucí podlahy jako elastická podložka. (27)



Obr. č. 11 – Pěnový polyetylén (Mirelon) pod plovoucí podlahy (36)

Celulóza

Výroba tepelné izolace z celulózy se uskutečňuje pomocí starého papíru technologickým postupem, kterým se nenarušují její vlákna. V opačné situaci může docházet k nárustu objemové hmotnosti a snížení tepelněizolačních schopností materiálu. Hmotu z celulózy se impregnuje z důvodu zvýšení požární odolnosti a proti působení biologických vlivů. Jedná se o velmi nasákový materiál, jenž se nehodí do vlhkých prostředí. V případech využívání celulózy k izolaci obvodových konstrukcí se musí důkladně realizovat parozábrana a následně se zajistí odvětrání materiálu. Další nedostatek se projevuje při tlakovém zatížení. Celulóza nemá v podstatě žádnou únosnost a při zatížení např. betonem se musí chránit samonosnou vrstvou. Její výhodou je nízká cena a možnost zhotovení přímo na místě foukáním. Využívá se pro zateplení dřevěných stropních konstrukcí, podkroví, ale také k izolaci stěn. (27)



Obr. č. 12 – Izolace z celulózy Isocell (37)

Perlit

Tento čistě přírodní materiál se vyrábí zahřátím horniny perlitu na vysokou teplotu, který při tomto procesu uvolňuje vázanou vodu a napěňuje se. Mezi vlastnosti perlitu se řadí nasákovost a odolnost proti vysokým teplotám. Využívá se do prostředí, kde se nevyskytuje žádná voda nebo vlhkost. V současnosti se perlit nejčastěji používá k výrobě tepelněizolačních malt a betonů. (27)



Obr. č. 13 – Perlit (38)

Keramzit

Vyrábí se obdobně jako perlit z přírodních hornin za procesu uvolnění vázané vody se zvětšováním svého objemu. Má nízké tepelněizolační schopnosti, ale na druhou stranu vysokou teplotní odolnost a schopnost odolávat vysokému tlaku. Keramzit se často používá jako kamenivo do malt a betonů. Další vhodný způsob využití je pro lehký izolační zásyp či drenáž. (27)



Obr. č. 14 – Keramzit (39)

Desky z dřevité vlny a cementu

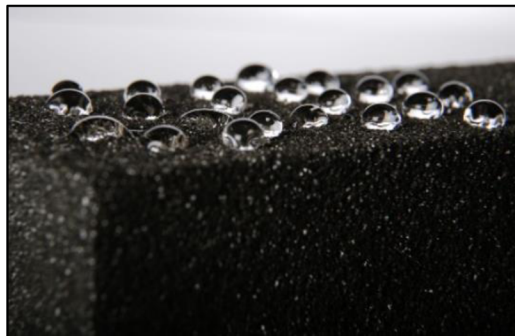
„Jsou známé pod názvem Heraklit a Lignát.“ Desky z dřevité vlny mají vyšší součinitel prostupu tepla oproti ostatním materiálům. Proto se používají v kombinaci s maltou a betonem, které k deskám dobře přilnou. Tyto tuhé desky se často uplatňují pro podhledy v interiérech a k zateplení fasád ve spojení s méně pevnými izolacemi jako polystyren nebo minerální izolace. (27)



Obr. č. 15 – Deska z dřevité vlny a cementu (40)

Pěnové sklo

Materiál s některými podobnými atributy klasického skla vzniká prostřednictvím napěněného práškového uhlí. Mezi podstatné vlastnosti pěnového skla patří odolnost proti vodě, páře a odolnost proti ohni. Další výhodou je vysoká pevnost v tlaku, díky níž se využije jako izolace do pochozích teras či střeš. Pro svou nehořlavost se také používá k izolaci komínových průduchů. (27)



Obr. č. 16 – Pěnové sklo (41)

Ovčí vlna

Izolace z chemicky upravené ovčí vlny není u nás příliš rozšířeným materiálem. Tento druh vlny snadno pohlcuje a udržuje vlhkost, kterou následně v závislosti na okolním prostředí uvolňuje. Jedná se o ekologický materiál s vhodným využitím do přírodních staveb. (31)



Obr. č. 17 – Ovčí vlna (42)

2.8 ZPŮSOBY ZATEPLENÍ

2.8.1 Zateplení obvodové konstrukce

Zateplení obvodového pláště se zásadním vlivem zobrazuje do celkové energetické náročnosti celé stavby. Z tohoto důvodu se realizuje u stávajících i nových budov. V současnosti mohou být obvodové konstrukce zatepleny více způsoby. Každá možnost zateplení sebou nese jak pozitivní, tak negativní stránku. (43)

Tepelněizolační omítky

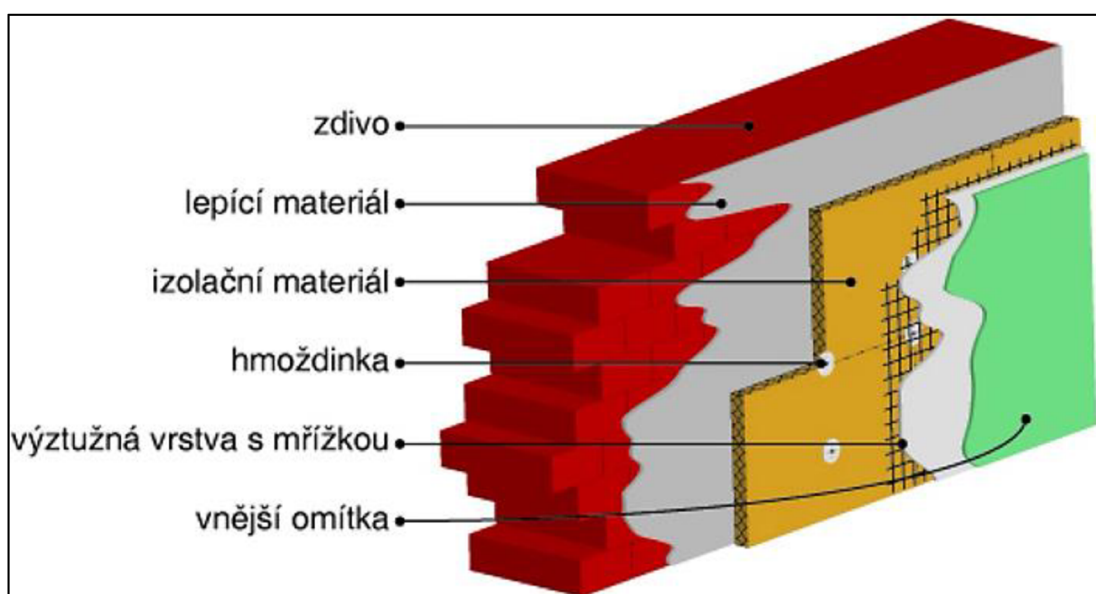
Jednou z možných variant je využití termoizolačních omítek, kterými ovšem v porovnání se 150 mm polystyrenem není dosahováno dostatečně vysokého tepelného odporu. Omítky s dobrými tepelněizolačními vlastnostmi jsou proto kombinovány např. s cihlami se zabudovaným izolačním materiálem v dutinách. Využívají se pro zateplení fasády historických budov, kde vzhledem k složitosti provedení fasády nelze využít klasické zateplovací systémy. Předností využití tepelněizolačních omítek je nízká difúze vodní páry, možnost strojního nanášení a snížená pracnost. Mezi nevýhody patří horší tepelněizolační schopnosti oproti ostatním variantám, mokrý způsob provedení včetně pracnějšího přichystání podkladu. (27) (43)



Obr. č. 18 – Řešení s tepelněizolační omítkou (44)

Kontaktní zateplovací systémy (ETICS)

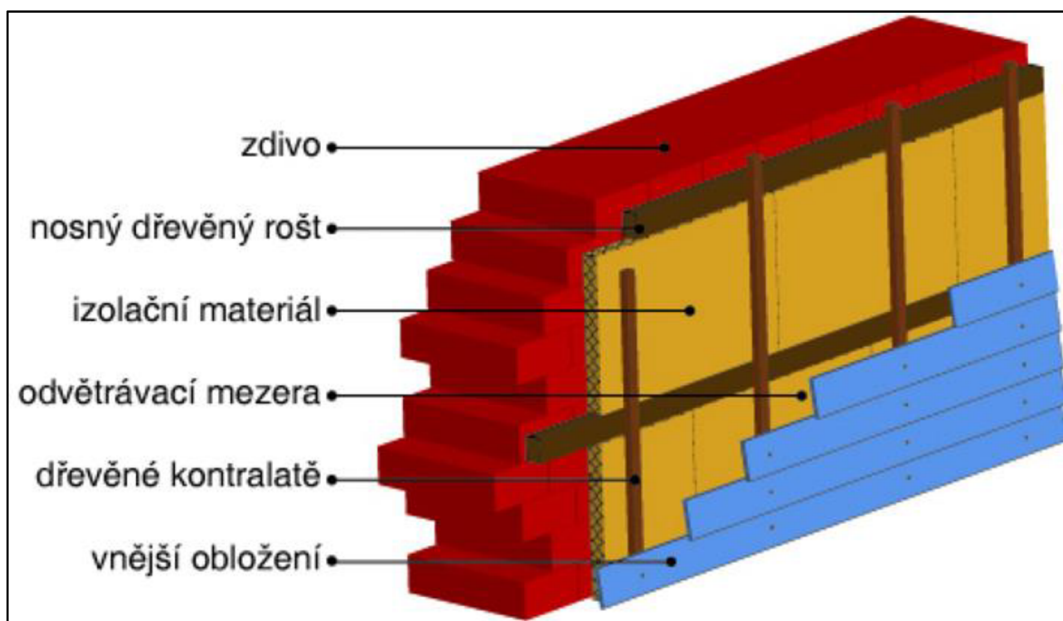
Jedná se o jeden z nejpoužívanějších způsobů zateplovacích systémů. U použití kontaktního zateplovacího systému se neprovádí žádná vzduchová mezera a nedochází k odvětrání konstrukce. Na obvodovou konstrukci opatřenou penetračním nátěrem je lepena a kotvena tepelná izolace, na kterou se nanáší stěrková omítka s výztužnou mřížkou. Nakonec je prováděna vnější fasádní omítka. Pomocí kontaktního zateplení se umožňuje jednotné zateplení celého objektu a tím je předcházeno případným vznikům tepelných mostů. K dalším přednostem kontaktního zateplovacího systému patří vysoký tepelný odpor, snadná údržba, popřípadě oprava a nízká technologická náročnost. K nevýhodám systému patří omezení plynulého pohybu vodních par vlivem vysokého difúzního odporu, snížená odolnost proti mechanickému poškození a částečný mokrá způsob provedení. (28) (43)



Obr. č. 19 – Kontaktní zateplovací systém (43)

Bezkontaktní zateplovací systémy (provětrávané fasády)

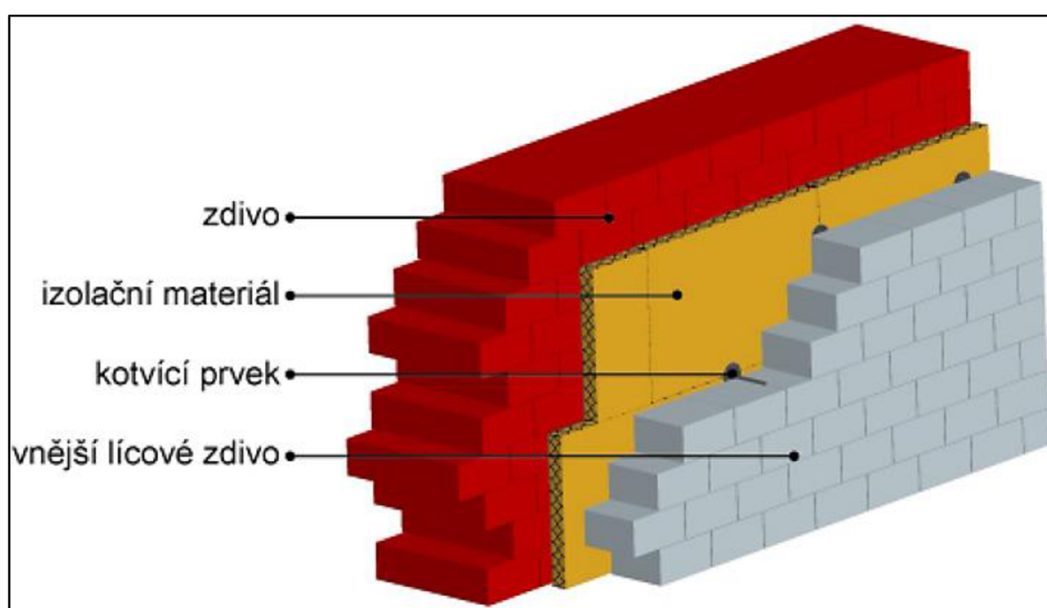
Podstatou systému bezkontaktního zateplení je provedení vzduchové mezery mezi vnější pohledovou vrstvou a tepelnou izolací, kde je zajištěno odvětrání obvodového pláště pro zabezpečení odvádění vlhkosti mimo konstrukci. Provětrávané fasády se využívají zejména pro budovy s nadměrnou vnitřní vlhkostí nebo u budov s deskovým obložením obvodového pláště. Mezi výhody bezkontaktního zateplovacího systému patří vysoký tepelný odpor konstrukce, nízký difúzní odpor, suchý způsob provedení (možnost realizace i při nízkých teplotách), snadná údržba a oprava. U systému provětrávané fasády může docházet při špatném provedení detailů (kotvení izolace) k vzniku tepelných mostů. (43)



Obr. č. 20 – Bezkontaktní zateplovací systém (43)

Sendvičové izolační systémy

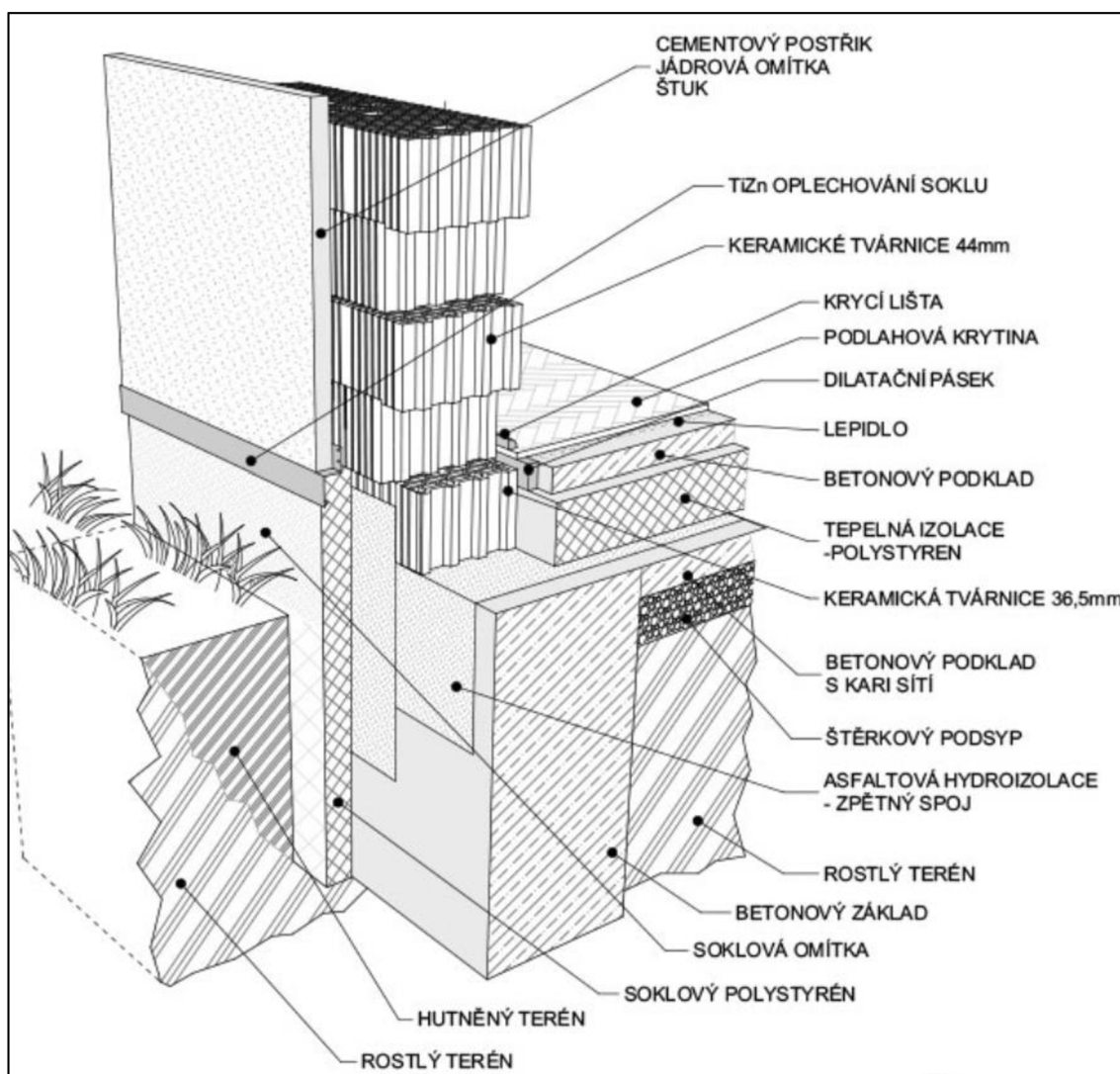
Varianta zateplení za použití sendvičového izolačního systému se zpravidla dělí na obvodovou konstrukci, tepelnou izolaci, vzduchovou mezeru a zděnou přizdívku. Kromě toho lze systém řešit bez využití vzduchové mezery, kdy ovšem může docházet ke zvýšené kondenzaci vodní páry v konstrukci. Tento systém zajišťuje dobré tepelněizolační vlastnosti konstrukce, přičemž je dosahováno vysoké akumulace tepla. K přednostem sendvičového systému patří vysoký tepelný odpor konstrukce, odolnost proti hluku a protipožární odolnost. Nevýhodou je větší pracnost včetně technologické náročnosti. (43)



Obr. č. 21 – Bezkontaktní zateplovací systém (43)

2.8.2 Zateplení soklu

Místem zateplení spodní části stavby (suterén či základ), která se napojuje na zateplení vrchní části obvodové konstrukce se nazývá soklovou částí. Oblast soklu je náchylnější na vznik teplených mostů. V případě nezateplení této oblasti může docházet vlivem nízkých teplot k promrzání základové konstrukce, nebo vytvoření plísni. Tepelná izolaci se doporučuje provést, až do nezámrzné hloubky a musí odolávat působení vody. Nejvhodnějšími typy izolací pro zateplení soklové oblasti jsou extrudovaný polystyren XPS nebo perimetr. Využívají se z důvodu vysoké pevnosti při zatížení a nízké nasákavosti. (45)



Obr. č. 22 – Zateplení soklové části (46)

2.9 POŽÁRNÍ BEZPEČNOST PŘI KONTAKTNÍCH ZATEPLOVACÍCH SYSTÉMECH

Zateplení objektu musí být provedeno v souladu s požadavky požárních norem ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení a ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb – Změny staveb. Zohledňují se čtyři požární výškové kategorie budov. (47)

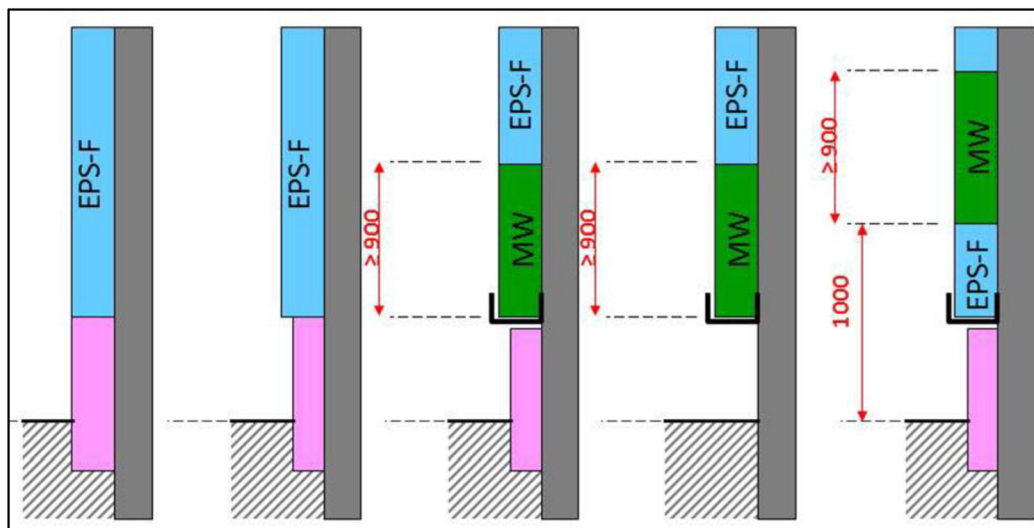
Budovy s jedním podlažím a požární výškou 0 m

Na budovy s požární výškou 0 m se nekladou žádné zvláštní požadavky. Materiály a výrobky se musí minimálně pohybovat do třídy reakce na oheň E. Obvodové konstrukce jsou posuzovány jako požárně otevřené plochy. (47)

Budovy s požární výškou do 12 m

Zateplovací systém musí spadat do třídy reakce na oheň B, kde je nutné použít tepelnou izolaci alespoň s třídou reakce na oheň E. (47)

Oblast soklu musí být opatřena požárním pruhem výšky min. 0,9 m s vnějším zateplením třídy reakce na oheň A1 či A2. Požární pruh se nemusí zřizovat, pokud je tepelný izolant založen pod úrovní terénu a není použita soklová zakládací lišta. (47)



Obr. č. 23 – Požadavky na požární pruh v oblasti soklu (47)

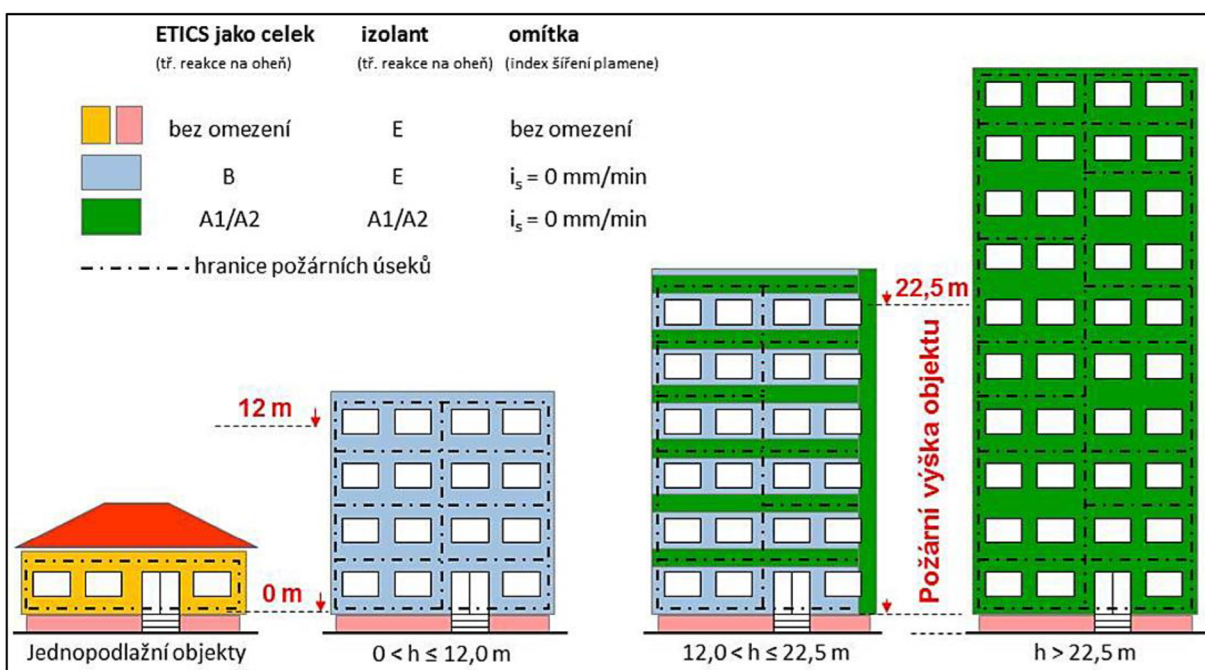
Budovy s požární výškou od 12 do 22,5 m

Stejně jak u budov s požární výškou do 12 m musí zateplovací systémy s požární výškou mezi 12 a 22,5 m patřit do třídy reakce na oheň B a tepelná izolace musí splnit minimálně třídu reakce na oheň E. (47)

V oblasti soklu se musí provést požární pruh min. výšky 0,9 m s vnějším zateplením třídy reakce na oheň A1 nebo A2. Požární pruh není nutné provádět, pokud je tepelná izolace založena pod úrovní terénu a není použita soklová zakládací lišta. Dále je nutné provést požární pruh nad otvory s min. výškou 0,9 m při zateplovacím systému třídy reakce na oheň A1 nebo A2, kdy může být požární pruh umístěn max. 0,4 m nad nadpražím. Při zateplení obvodové stěny bez otvorů se požární pruhy nemusí realizovat. Takto zateplená obvodová stěna musí být ovšem oddělena od ostatních úseků požárním pruhem šířky min. 0,9 m, přičemž zateplovací systém musí mít třídu reakce na oheň A1 nebo A2. V okolí elektrických zařízení je zapotřebí vytvořit požární pruh o rozměru 0,25 m, pomocí vnějšího zateplení třídy reakce na oheň A1 nebo A2. Další nutnost provedení požárního pruhu ze zateplovacích systémů třídy reakce na oheň A1 či A2 je: mezi sousedními objekty šířky 0,9 m, v oblasti otvorů vnitřního schodiště sloužícího jako svislá úniková cesta do vzdálenosti 1,5 m ve všech směrech, ze spodní strany pohledů zateplovacích vodorovných konstrukcí a min. 0,25 m na obě strany od hromosvodu. (47)

Budovy s požární výškou nad 22,5 m

„Na celém objektu je nutno použít izolant s třídou reakce na oheň A1 nebo A2. Pokud jsou objekty s požární výškou nad 12,0 m zastřešeny střešní konstrukcí (krovem – DP3) s přesahující římsou, pak pro omezení šíření požáru do konstrukce střechy je nutné spodní stranu přesahující římsy z konstrukcí druhu DP3 v šikmé nebo ve vodorovné rovině chránit výrobky třídy reakce na oheň A1 nebo A2 tloušťky minimálně 25 mm.“ (47)



Obr. č. 24 – Požadavky na vnější zateplení podle normy ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb (47)

2.10 METODY SESTAVENÍ ROZPOČTU

Souhrnný rozpočet

Představuje rozpočet, který je vytvořen investorem za účelem sestavení souhrnné ceny stavebního díla a stanovuje veškeré náklady stavby. Souhrnným rozpočet se vynaložené náklady investora člení do několika částí či oddílů. Struktura souhrnného rozpočtu v České republice není pevně stanovena, ale využívají se různá doporučení institucí, starší právní předpisy nebo vlastní postupy. Obsahuje zpravidla náklady spojené se zahájením projektu (investiční záměr), formulací projektu (studie potřeb), návrhem projektu (jednotlivé druhy architektonických řešení, dokumentace stavebního povelení, ohlášení či územního rozhodnutí), realizací projektu (příprava, provedení, předání), provozem stavby a odstraněním stavby. Podklady pro souhrnný rozpočet se dělí na technické a ekonomické. K technickým podkladům patří projektová dokumentace stavby s technickou zprávou. Do ekonomická částí se řadí podklady od odborných firem, individuální oceňovací podklady, skutečné ceny materiálů a prací. (48)

Rozpočet podle rozpočtových ukazatelů stavebního objektu

Rozpočtové ukazatele reprezentují technickoekonomické atributy stavebních objektů. Informace o technickoekonomických parametrech budov se zpracovávají podle dříve navržených a realizovaných staveb. Využívají se pro určení nákladů na obdobné připravované objekty, zjednodušené rozpočtování a snadnou přípravu budov včetně jejich realizace. Ukazatele se musí vztahovat k všeobecným měrným jednotkám, které jsou lehce kontrolovatelné: (48)

- Účelové jednotky (1 osoba, 1 lékařské pracoviště apod.)
- Technické jednotky (1 m³ obestavěného prostoru, 1 m² užité plochy apod.)

Rozpočet pomocí agregovaných cen

Rozpočet se provádí na základě agregovaných položek zahrnujících náklady přímé, režie a zisky počítané na soubor stavebních prací (agregátů). Agregovaná položka obvykle spojuje náklady se ziskem do více jednotkových cen stavebních prací. Sestavení ceníku z agregovaných položek není jednoduchou záležitostí, proto je snahou specializovaných firem vytvářet vlastní ceníky z agregovaných položek. Nejpoužívanější systémy pro tvorbu ceníku z agregovaných položek jsou cenové soustavy RTS nebo ÚRS. (48)

2.11 EKONOMICKÉ METODY HODNOCENÍ INVESTICE

Ekonomické metody se rozdělují na základě způsobu hodnocení, zda při rozhodování o efektivnosti investice je zohledňován faktor času či nikoliv. (49)

2.11.1 Metody statické

Doba návratnosti

Představuje počet let, za které se z peněžních příjmů navrátí investice vložená do projektu. Používá se, pokud faktor času nemá významný vliv na hodnocení investice. Pro své snadné použití se v praxi často využívá, ale nezahrnuje faktor rizika a čas zohledňuje pouze omezeným způsobem. (49)

Jsou-li peněžní příjmy konstantní v jednotlivých letech, prostá doba návratnosti (PB) se vyjádří jednoduchým podílem investičních nákladů na realizaci úspor (IN) a peněžních příjmů (CF). V diplomové práci je rovněž kalkulováno s reálnou dobou návratnosti, kde se na rozdíl od prosté doby návratnosti bere v úvahu vývoj ceny zemního plynu. (49)

2.11.2 Metody dynamické

Zohlednění času významně ovlivňuje hodnocení efektivnosti projektu a výběr nejvýhodnější varianty. (49)

Čistá současná hodnota

Vypočítá se součtem očekávaných budoucích příjmů za celou životnost projektu diskontovaných na současnou hodnotu, ze kterých se odečtou celkové investiční náklady. Pokud je výsledek čisté současné hodnoty (NPV) větší než nula, znamená to vyšší diskontované peněžní příjmy, než je investiční náklad a projektem se zaručuje požadovaná míra výnosnosti. V případě, že se čistá současná hodnota rovná nule, je projekt neutrální a diskontované peněžní příjmy jsou stejné s investičním nákladem. V poslední možnosti, kdy investiční náklad převyšuje diskontované peněžní příjmy je čistá současná hodnota menší než nula a projektem se tak nezajistí požadovaná míra výnosnosti. (49)

Při rozdílu mezi diskontovanými peněžními příjmy a jednorázovým investičním nákladem se čistá současná hodnota vyjádří vzorcem: (49)

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} - IN = \frac{CF_1}{1+i} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n} - IN$$

kde

CF ... očekávané peněžní příjmy v jednotlivých letech (Kč)

IN ... investiční náklad (Kč)

n ... doba životnosti investice

j ... jednotlivé roky životnosti investice

i ... diskontní sazba investičního projektu, požadovaná výnosnost

Jestliže není investiční výdaj realizován jednorázově, jedná se o rozdíl mezi čistými diskontovanými příjmy a diskontovanými investičními náklady. Čistá současná hodnota je poté formulována vztahem: (49)

$$NPV = \sum_{j=0}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} = CF_0 + \frac{CF_1}{1+i} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n}$$

kde

CF ... očekávané peněžní příjmy v jednotlivých letech (Kč)

n ... doba životnosti investice

j ... jednotlivé roky životnosti investice

i ... diskontní sazba investičního projektu, požadovaná výnosnost

3 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ

Zpracovaná projektová dokumentace zdravotního střediska pro provedení stavby obsahuje návrh obvodového pláště, který zapříčiňuje vysoké tepelné ztráty. Z tohoto důvodu by objekt zdravotního střediska byl vzhledem k energetické náročnosti méně úsporný a tím by docházelo k vyšším nákladům na jeho provozování.

Cílem diplomové práce je provést návrh několika variant zateplovacích systémů, které zajistí zamezení vysokých tepelných ztrát zdravotního střediska. Dílčím cílem je zjištění tepelných ztrát obvodové konstrukce bez zateplení a navržených variant se zateplením. Na základě jednotlivých návrhů poté zjistit rozdíly v nákladech na provozování střediska. Hlavním cílem je výběr nejvhodnější varianty podle ekonomické návratnosti investice spojené s její realizací, včetně využití vlastních finančních zdrojů a úvěru.

4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ

V diplomové práci byl na začátku proveden návrh jednotlivých variant zateplení, u kterých byly vypočítány hodnoty součinitelů prostupu tepla, a následně byl vyhotoven průkaz energetické náročnosti budovy pro všechny navržené varianty. Tato metoda byla použita, aby mohlo dojít ke zjištění rozdílů v nákladech na provozování zdravotního střediska před a po provedení zateplení.

Výpočet nákladů na realizaci jednotlivých typů zateplení byl proveden pomocí položkového rozpočtu. Prostřednictvím položkového rozpočtu byly vyjádřeny stavební, montážní a řemeslné práce, které jsou doplněny jednotkovou cenou za měrnou jednotku, dodávky a konečné ceny konkrétních položek.

Ke zhodnocení ekonomické návratnosti investic vynaložených na jednotlivé navržené varianty zateplení byly použity metody prosté doby návratnosti, reálné doby návratnosti a dynamické doby návratnosti. Použití zvolených metod slouží ke zjištění doby, za kterou se finanční prostředky vložené do zateplení objektu vrátí, na základě úspory energie spojené se zateplením objektu.

5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

5.1 POPIS LOKALITY A ÚČELU ZDRAVOTNÍHO STŘEDISKA

Navrhovaná stavba bude situována v okrajové části města Jablunkov na ulici Školní, parcela č. 614/1, katastrální území Jablunkov (656305). Město Jablunkov se nachází v Moravskoslezském kraji, okrese Frýdek-Místek. Objekt zdravotního střediska je navržen jako stavba občanské vybavenosti, sloužící pro ambulantní ošetření pacientů. Dále bude jeho součástí prodejna nabízející sortiment zdravotních potřeb a rehabilitačních pomůcek. (50)



Obr. č. 25 – Jižní pohled na budoucí objekt zdravotního střediska v Jablunkově [zdroj: vlastní]



Obr. č. 26 – Severozápadní pohled na budoucí objekt zdravotního střediska v Jablunkově [zdroj: vlastní]

5.1.1 Popis objektu

Novostavba zdravotního střediska bude nepodsklepená se dvěma nadzemní podlažími. Nosná část konstrukčního systému bude tvořena železobetonovým prefabrikovaným skeletem. Do objektu se bude vcházet čtyřmi vstupy. Z toho na jihozápadní straně se budou nacházet dva vstupy do objektu. Jeden bude určený pro pacienty a druhý pro personál. Zbylé dva vstupy budou na severovýchodní a severozápadní straně. Od jihozápadu bude v přízemí situován bezbariérový vstup pro pacienty. Tento vstup povede přes zádveří do čekárny zdravotního střediska, na kterou bude navazovat hygienické zázemí pro pacienty. Jihozápadní vchod bude rovněž veden do technické a úklidové místnosti. Vstupem pro zaměstnance umístěným na jihozápadní straně budovy se bude vcházet přes zádveří do denní místnosti a na záchody pro personál. Vedle denní místnosti bude po jedné straně situována sprcha pro personál a na straně druhé sesterna s místností pro lékaře. Vstup do místnosti izolace bude řešen přes zádveří na severovýchodní straně. Do druhého nadzemního podlaží povede schodiště umístěné ve schodišťovém prostoru na severozápadě. Z tohoto prostoru se bude vcházet přes chodbu do místnosti čekárny. Odtud bude přístupná kancelář a oční ordinace, vedle níž se bude nacházet temná místnost. Dále bude z čekárny dostupná prodejna zdravotních potřeb se skladem, denní místnost zaměstnanců s čajovnou a chodba, která povede k toaletám, úklidové a technické místnosti. Z hlediska požární

bezpečnosti bude objekt spadat do kategorie AZ 1, která zahrnuje zdravotnická zařízení s jednotlivými ordinacemi nebo nejvýše třemi lékařskými pracovišti. (50)

Základové konstrukce

Objekt bude založen na monolitických základových patkách a pásech z prostého betonu C 20/25. Podkladní betony budou také z prostého betonu C 20/25, tloušťky 150 mm a budou prováděny na ztuhnutou zeminu. Výška založení základů je uzpůsobena požadavku na nezámrznou hloubku. (50)

Svislé konstrukce

Prefabrikované sloupy, které jsou součástí skeletu budou železobetonové čtvercového průřezu 300 × 300 mm. Obvodové zdivo je navrženo z pórobetonových cihel Ytong Jumbo Block P4-500 tloušťky 375 mm na zdící maltu BAUMIT. Nosná zeď pro schodiště bude provedena jako prefabrikovaná železobetonová. Vnitřní stěna vedle schodišťového prostoru se bude skládat z přesných tvárnic Ytongu P4-500 tloušťky 200 mm a bude zděná na zdící maltu Ytong. Vnitřní příčky budou sádkartonové typu Knauf. (50)

Vodorovné konstrukce

Prefabrikované průvlaky a ztužidla jsou navrženy jako železobetonové obdélníkového průřezu. Stropní konstrukce bude tvořena prefabrikovanými dutinovými panely Spiroll. Výška panelu je 265 mm. Panely budou ukládány na průvlaky. Na obvodových a vnitřních stěnách jsou navrženy ztužující železobetonové věnce obdélníkového průřezu. Překlady budou tvořeny prefabrikovanými prvky Ytong NOP. Výška překladů je 250 mm. (50)

Schodiště, rampa

Vnitřní schodiště bude železobetonové (prefabrikované) dvouramenné a pravotočivé. Schodiště vedoucí z prvního nadzemního podlaží do druhého bude mít na stupnicích a podstupnicích nášlapnou vrstvu zhotovenou z keramické dlažby. Výškové rozdíly u vstupů do objektu a přilehlého terénu budou vyrovnány pomocí monolitických železobetonových schodišť. Nášlapná vrstva schodišť bude opatřena obkladem z mrazuvzdorné betonové dlažby. Rampa sloužící pro bezbariérový přístup do prvního nadzemního podlaží je navržena stejně jako schodiště monolitická a železobetonová. (50)

Zastřešení

Zastřešení je řešeno jednopláštovou plochou střechou s následujícím návrhem skladby střešního pláště směrem z interiéru: Spádová vrstva z Liaporbetonu, penetrační asfaltová emulze Dekprimer, modifikované SBS asfaltové pásy, tepelná izolace EPS kladená ve dvou vrstvách, ochranná a separační fólie Fatratex a hydroizolace Fatrafol. Součinitel prostupu tepla ploché střechy U je $0,161 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. (50)

Tepelné izolace

Ve skladbě podlahy 1.NP je tepelná izolace ze stabilizovaného pěnového polystyrénu Isover EPS tloušťky 180 mm. Celková skladba podlahy v 1.NP má součinitel prostupu tepla $0,181 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. V návrhu tepelné izolace ploché střechy je počítáno s tepelnou izolací Isover EPS tloušťky 200 mm. Na přerušení tepelného mostu u železobetonového věnce a atiky bude použita tepelná izolace z šedého EPS tloušťky 150 mm. (50)

Izolace akustické

Ve skladbě podlahy v druhém nadzemním podlaží je navržena izolační deska z čedičové minerální vlny Isover N o tloušťce 20 mm. (50)

Hydroizolace

Spodní stavba bude izolována proti zemní vlhkosti modifikovaným asfaltovým pásem s nosnou vložkou ze skelné tkaniny tloušťky 5 mm. Hydroizolační vrstva ploché střechy bude z hydroizolace Fatrafol tloušťky 2 mm. (50)

Izolace proti radonu

Parcela se nachází v oblasti s nízkým radonovým indexem, proto postačí jako ochrana modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou ze skelné tkaniny. (50)

Výplně otvorů

Veškerá okna v objektu budou mít rám z hliníkového materiálu a budou zasklená pomocí izolačního dvojskla. Jedná se o okna sklápěcí, otevíravá a doplněná parapety. Vnitřní parapety budou řešeny jako plastové. Vnější parapety jsou navrženy z taženého hliníku. Podle podkladů z projektové dokumentace mají okenní otvory označené O1 součinitel prostupu tepla $U_w = 1,36 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a okenní otvory označené O2 mají součinitel prostupu tepla $U_w = 1,46 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. (50)

Čtvery vstupní dveře budou mít podobně jako okna rám z hliníku se zasklením izolačním dvojsklem. Bezpečnostní opatření těchto dveří bude pomocí samozamykacího zámku. Vchodové dveře na jihozápadní a severozápadní straně budou mít po obou stranách umístěny boční světlíky. Součinitel prostupu tepla U_w pro vstupní dveře označené D1 je $1,51 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a pro dveře označené D2 je $1,36 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Vnitřní dřevěné dveře budou osazeny v ocelových zárubních. (50)

Způsob vytápění a ohřevu TUV

V budově bude technická místnost, ve které bude zajišťována příprava teplé užitkové vody a topné vody. V této místnosti bude umístěn nástěnný plynový kondenzační kotel o jmenovitém výkonu 30,6 kW včetně expanzní nádoby o objemu 10 l. Teplá užitková voda bude ohřívána v externím nepřímo ohřívaném zásobníku teplé vody s objemem 144 l, který je součástí sestavy s plynovým kondenzačním kotlem. Kotel se zásobníkem teplé vody je dimenzován pro provoz bez solárních kolektorů. (50)

Vzduchotechnika

V podkladech k budově zdravotního střediska není vzduchotechnika nijak specifikována. Předmětem práce není návrh vzduchotechnické soustavy. Uvažuje se s větráním přirozeným. (50)

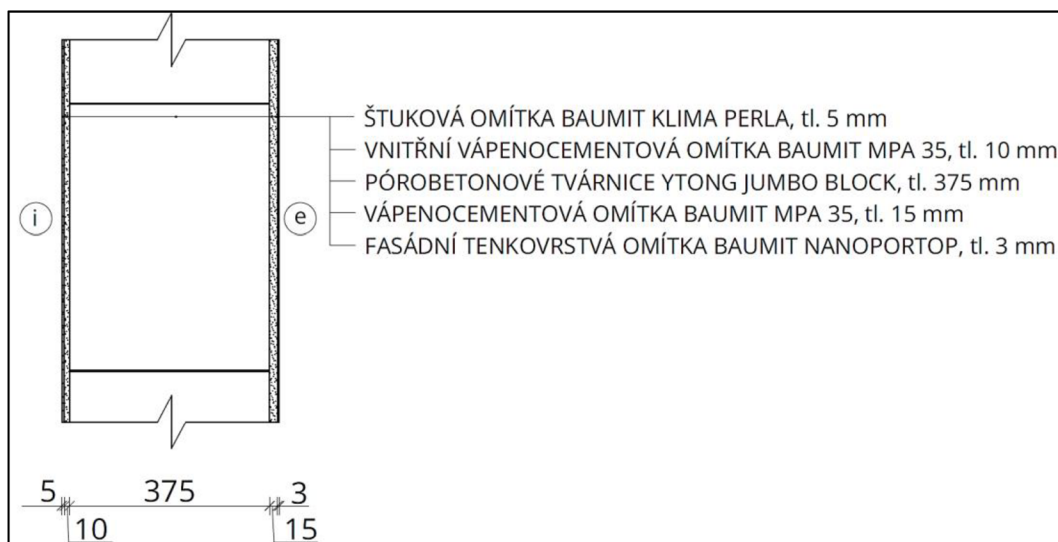
Napojení na technickou infrastrukturu

Budova se napojí na technickou infrastrukturu pomocí nových přípojek navazujících na stávající prodloužené sítě. Stavba bude napojena na kanalizaci splaškovou, plynovod, vodovod a elektrickou síť NN. (50)

5.2 NAVRŽENÉ VARIANTY ZATEPLENÍ OBVODOVÉ KONSTRUKCE

5.2.1 Skladba obvodové konstrukce bez provedení zateplení

Objekt zdravotního střediska je navržen bez zateplení obvodových stěn. Nosná část obvodového pláště je tvořena velkoformátovými pórobetonovými tvárnici Ytong Jumbo Block, které zkracují dobu zdění a zvyšují přesnost stěny. (50)

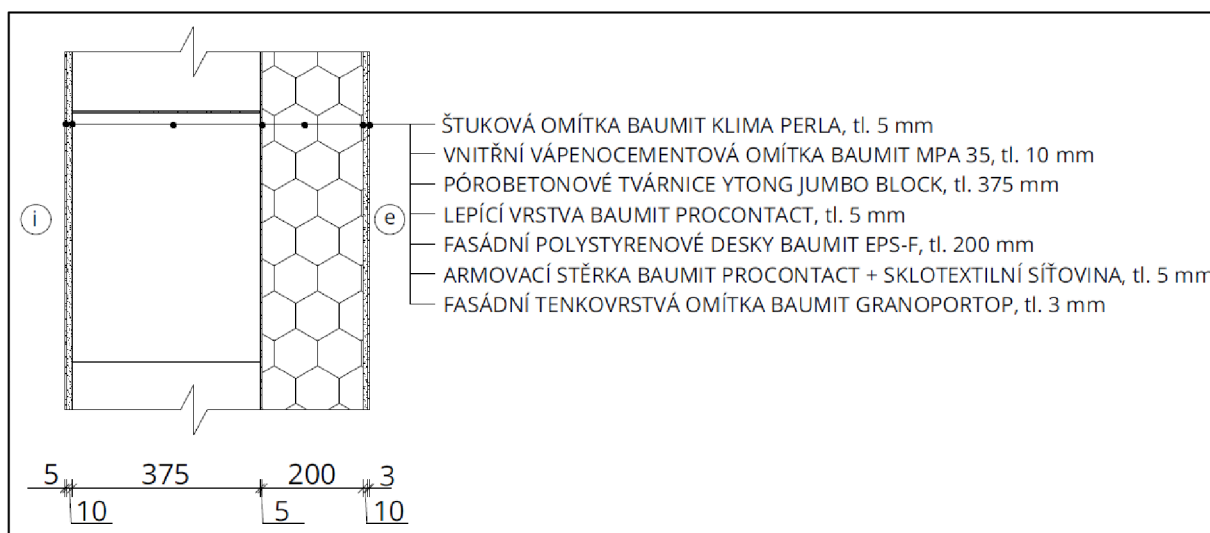


Obr. č. 27 – Skladba obvodové konstrukce bez provedení zateplení [zdroj: vlastní]

5.2.2 Varianta č. 1 - Zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F

Pro první variantu zateplení skladby se využil pěnový expandovaný polystyren. Tyto bílé izolační desky se skládají ze zpěňovaného polystyrenu ve formě perlí. Jedná se o cenově dostupný materiál využívaný ve stavebnictví pro zlepšení energetických vlastností budovy. Jeho nejdůležitějšími vlastnostmi jsou malá tepelná vodivost, tvarová stabilita a dynamická tuhost zabraňující značné deformaci při zatížení. Expandovaný polystyren Baumit EPS F se řadí z hlediska reakce na oheň do kategorie E.

Využití nalezne zejména pro izolaci obvodových stěn, půdních stropů a plochých střech.

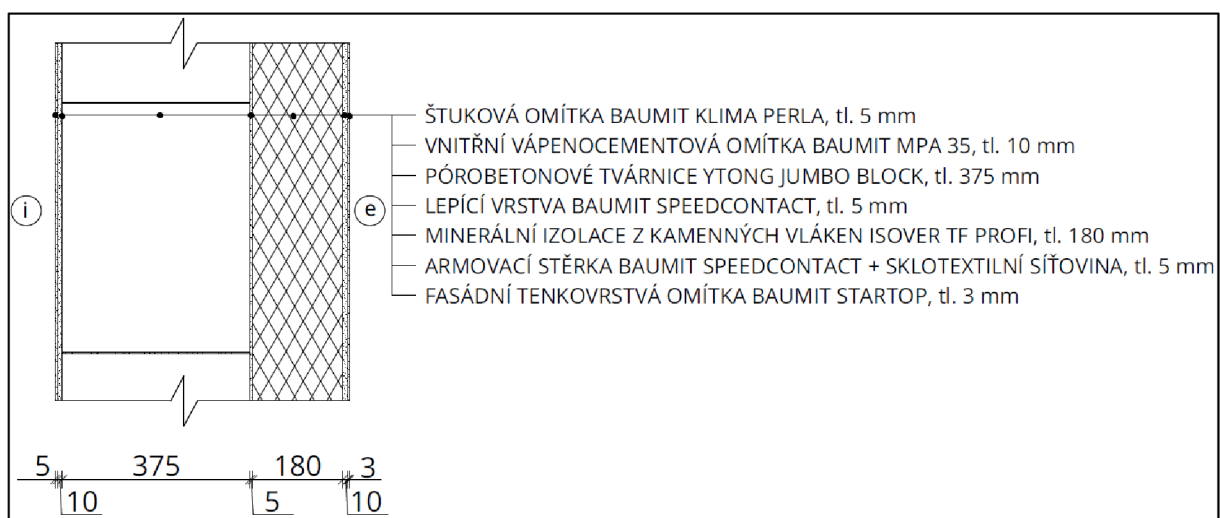


Obr. č. 28 – První varianta zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní]

5.2.3 Varianta č. 2 - Zateplení pomocí minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI

Druhá varianta zateplení je tvořena tuhými izolačními kamennými deskami s podélným vláknem. Pro výrobu izolace z kamenných vláken se používají horniny bazalt, čedič a gabro. Přednostmi této izolace jsou dobré tepelněizolační vlastnosti, nízký difúzní odpor, protipožární odolnost a výborná zvuková pohltivost. Minerální izolace z kamenných vláken má třídu reakce na oheň A1.

Izolační kamenné desky jsou vhodné pro kontaktní zateplovací systémy, provětrávané fasády, ale také pro izolaci šikmých střech a podlah.

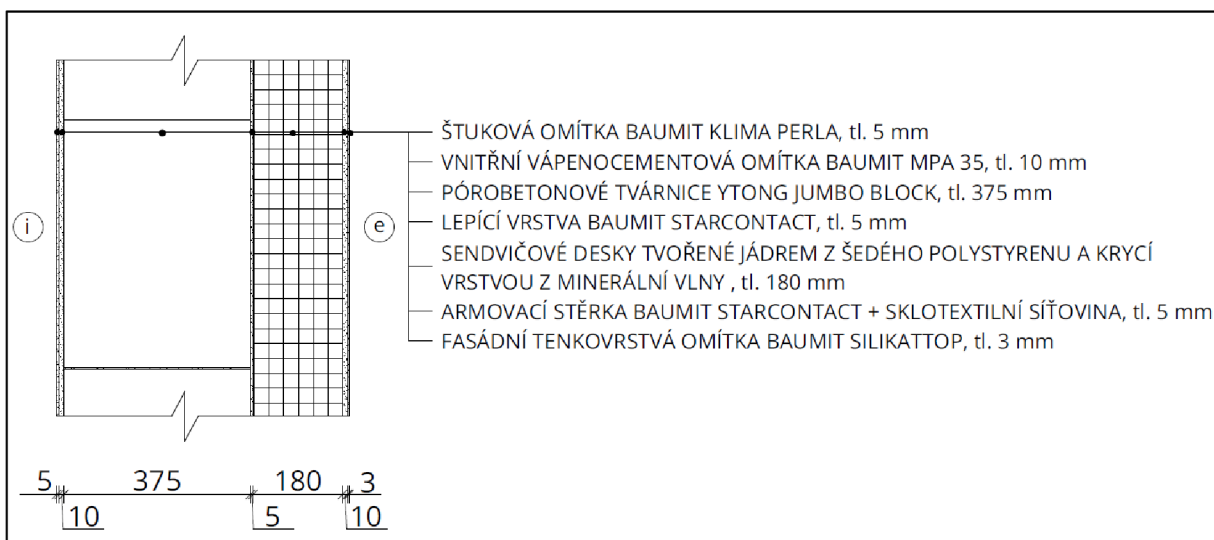


Obr. č. 29 – Druhá varianta zateplení pomocí minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI
[zdroj: vlastní]

5.2.4 Varianta č. 3 - Zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER

Ve třetí variantě se pro zateplení použily sendvičové fasádní desky tvořené jádrem z šedého polystyrenu s příměsí grafitu a krycí vrstvou z minerální vlny. Ochrana šedého EPS umožňuje montáž na přímém slunci bez stínění. Hlavními výhodami tohoto zateplení jsou dobré tepelně izolační vlastnosti včetně zajištění lepší požární bezpečnosti s třídou reakce na oheň B.

Fasádní desky Isover TWINNER se nejběžněji využívají pro fasádní zateplovací systémy, na které jsou kladeny velké nároky z hlediska požární odolnosti.



Obr. č. 30 – Třetí varianta zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER
 [zdroj: vlastní]

5.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT ZATEPLENÍ OBVODOVÉ KONSTRUKCE

Jednotlivé varianty jsou z tepelně technického hlediska posouzeny na základě programu Teplo 2017 EDU.

„Program Teplo 2017 EDU je freeware a lze ho bezplatně používat pro nekomerční posouzení skladeb stavebních konstrukcí z hlediska šíření tepla a vodní páry v rámci studia a výuky na odborných školách v ČR a SR. Program stanovuje součinitel prostupu tepla, tepelný odpor, nejnižší vnitřní povrchovou teplotu, teplotní faktor, pokles dotykové teploty a roční bilanci zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 6946, EN ISO 13788, ČSN 730540 a STN 730540.“ (22)

5.3.1 Skladby konstrukcí a hodnoty vstupující do výpočtu

Vstupní okrajové podmínky použité do výpočtu pro zdravotní středisko:

Návrhová vnitřní teplota θ_i :	24,0 °C
Převažující návrhová vnitřní teplota θ_{im} :	21,0 °C
Návrhová venkovní teplota θ_{ae} :	-15,0 °C
Teplota na vnější straně θ_e :	-15,0 °C
Návrhová teplota vnitřní vzduchu θ_{ai} :	24,6 °C
Relativní vlhkost v interiéru φ_i :	50,0 °C

Tab. č. 5 – Skladba obvodové konstrukce bez provedení zateplení [zdroj: vlastní]

Číslo	Specifikace materiálu	Výrobek	d (m)	λ (W/mK)	Mi (-)
1	Vnitřní štuková omítka	Baumit KlimaPerla	0,005	0,800	15,0
2	Vnitřní vápenocementová omítka	Baumit MPA 35	0,010	0,450	25,0
3	Pórobetonové tvárnice	Ytong Jumbo Block	0,375	0,110	5,0
4	Vnější vápenocementová omítka	Baumit MPA 35	0,015	0,450	25,0
5	Fasádní tenkovrstvá omítka	Baumit NanoporTop	0,003	0,700	20,0

Tab. č. 6 – Varianta č. 1 - Zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní]

Číslo	Specifikace materiálu	Výrobek	d (m)	λ (W/mK)	Mi (-)
1	Vnitřní štuková omítka	Baumit KlimaPerla	0,005	0,800	15,0
2	Vnitřní vápenocementová omítka	Baumit MPA 35	0,010	0,450	25,0
3	Pórobetonové tvárnice	Ytong Jumbo Block	0,375	0,110	5,0
4	Lepící vrstva	Baumit ProContact	0,005	0,800	18,0
5	Fasádní polystyrenové desky	Baumit EPS F	0,200	0,039	40,0
6	Armovací stěrka + sklotextilní síťovina	Baumit ProContact	0,005	0,800	18,0
7	Fasádní tenkovrstvá omítka	Baumit GranoporTop	0,003	0,700	125,0

Tab. č. 7 – Varianta č. 2 - Zateplení pomocí minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI [zdroj: vlastní]

Číslo	Specifikace materiálu	Výrobek	d (m)	λ (W/mK)	Mi (-)
1	Vnitřní štuková omítka	Baumit KlimaPerla	0,005	0,800	15,0
2	Vnitřní vápenocementová omítka	Baumit MPA 35	0,010	0,450	25,0
3	Pórobetonové tvárnice	Ytong Jumbo Block	0,375	0,110	5,0
4	Lepící vrstva	Baumit SpeedContact	0,005	0,800	50,0
5	Minerální izolace z kamenných vláken	Isover TF PROFI	0,180	0,036	1,0
6	Armovací stěrka + sklotextilní síťovina	Baumit SpeedContact	0,005	0,800	50,0
7	Fasádní tenkovrstvá omítka	Baumit StarTop	0,003	0,700	40,0

Tab. č. 8 – Varianta č. 3 – Zateplení pomocí sendvičové fasádní desky Isover TWINNER [zdroj: vlastní]

Číslo	Specifikace materiálu	Výrobek	d (m)	λ (W/mK)	Mi (-)
1	Vnitřní štuková omítka	Baumit KlimaPerla	0,005	0,800	15,0
2	Vnitřní vápenocementová omítka	Baumit MPA 35	0,010	0,450	25,0
3	Pórobetonové tvárnice	Ytong Jumbo Block	0,375	0,110	5,0
4	Lepící vrstva	Baumit StarContact	0,005	0,800	50,0
5	Sendvičové desky tvořené jádrem z šedého polystyrenu a krycí vrstvou z minerální vlny	Isover TWINNER	0,180	0,034	30,0
6	Armovací stěrka + sklotextilní síťovina	Baumit StarContact	0,005	0,800	50,0
7	Fasádní tenkovrstvá omítka	Baumit SilikatTop	0,003	0,700	40,0

5.3.2 Požadavek na splnění normových hodnot součinitele prostupu tepla

Podle níže uvedené tabulky vyplývá, že požadovaný součinitel prostupu tepla $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ pro obvodovou konstrukci bez zateplení je nevyhovující. U jednotlivých navržených variant zateplení je naopak tento požadavek splněn.

Při porovnání všech navržených variant, se nejlépe umístilo zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER při tloušťce 180 mm. Vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla u této varianty je $0,132 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na druhém místě se umístilo zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F s tloušťkou 200 mm, kde je hodnota součinitele prostupu tepla $0,134 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zateplení pomocí minerální izolace Isover TF Profi při tloušťce 180 mm má součinitel prostupu tepla $0,136 \text{ W/m}^2\text{K}$. Z pohledu tepelněizolačních vlastností se varianta č. 2 umístila na třetím místě a jedná se o nejhůře hodnocenou variantu.

Tab. č. 9 – Porovnání a vyhodnocení vypočítaných hodnot součinitelů prostupu tepla podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [zdroj: vlastní]

Jednotlivé varianty obvodové konstrukce	Vypočtená hodnota U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Normativní požadavek U_N ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Vyhodnocení
Obvodová konstrukce bez zateplení	0,324	0,300	NEVYHOVUJE
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F	0,134	0,300	VYHOVUJE
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFÍ	0,136	0,300	VYHOVUJE
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičové fasádní desky Isover TWINNER	0,132	0,300	VYHOVUJE

5.3.3 Požadavek na šíření vlhkosti v konstrukci

Na základě vyhodnocení programem TEPLO 2017 EDU je patrné, že u jednotlivých navržených variant zateplení jsou splněny požadavky na šíření vlhkosti v těchto konstrukcích. Při venkovní návrhové teplotě sice může docházet ke kondenzaci vodní páry, ale vždy v povolených limitech. Proto funkce jednotlivých konstrukcí není ohrožena.

U skladby obvodové konstrukce bez provedení zateplení je nižší množství kondenzátu za rok vzhledem k roční kapacitě odparu, ale množství zkondenzované vodní páry se dostává nad limit 0,5 kg/m² za rok. Z tohoto důvodu pro obvodovou konstrukci bez zateplení požadavek není splněn.

Tab. č. 10 – Posouzení požadavku na šíření vlhkosti v konstrukci podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [zdroj: vlastní]

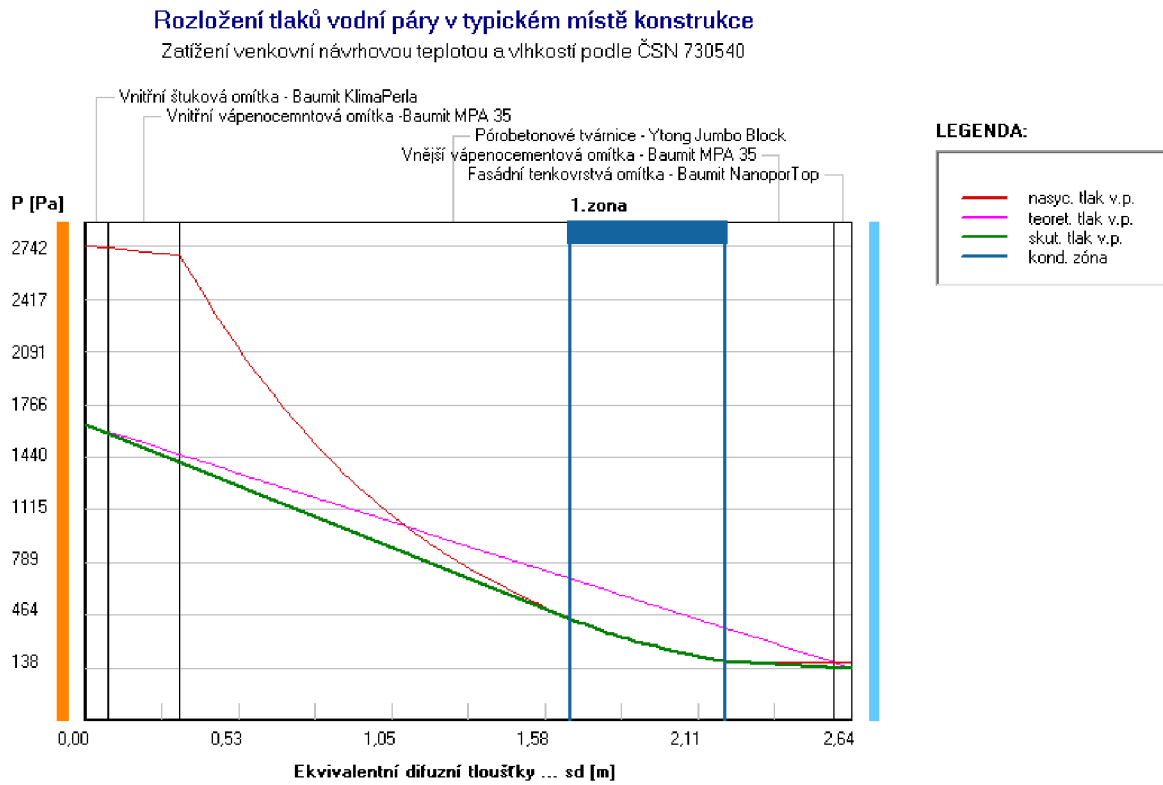
Šíření vlhkosti v konstrukci	Bez zateplení	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ (kg/m ² a)	0,5149	0,0665	0,3475	0,0505
Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a}$ (kg/m ² a)	3,8350	0,8195	4,4124	1,2971
Kondenzace vodní páry v konstrukci	Ano	Ano	Ano	Ano
Vyhodnocení: $M_{c,a} < M_{ev,a}$	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
Vyhodnocení: $M_{c,a} < M_{c,N}$	Nevyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

5.3.4 Grafické znázornění průběhů tlaků vodní páry a oblastí kondenzace

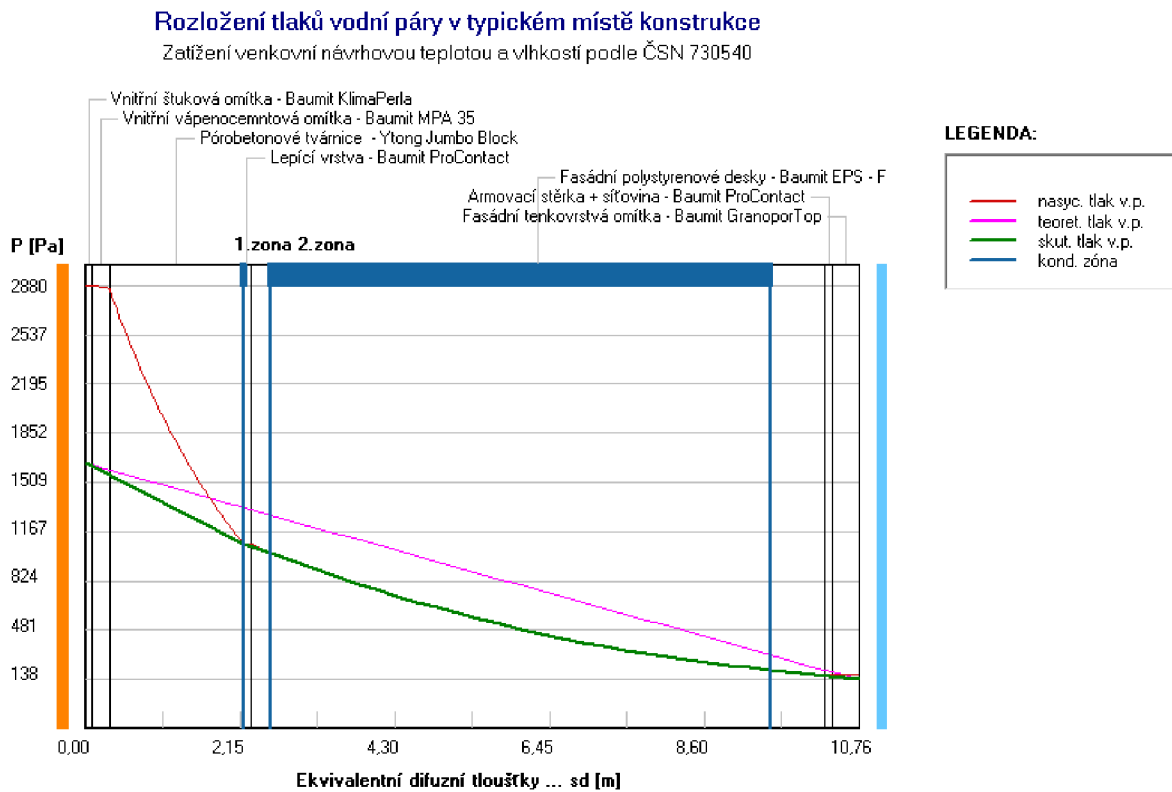
Na níže uvedených grafech lze vidět rozložení tlaků vodní páry s oblastmi kondenzace u jednotlivých variant obvodových konstrukcí.

V rámci programu Teplo 2017 EDU je možné také grafické zobrazení rozložení teplot v místě konstrukce. Výstupy zobrazení teplotního rozložení všech variant se nacházejí v příloze A.

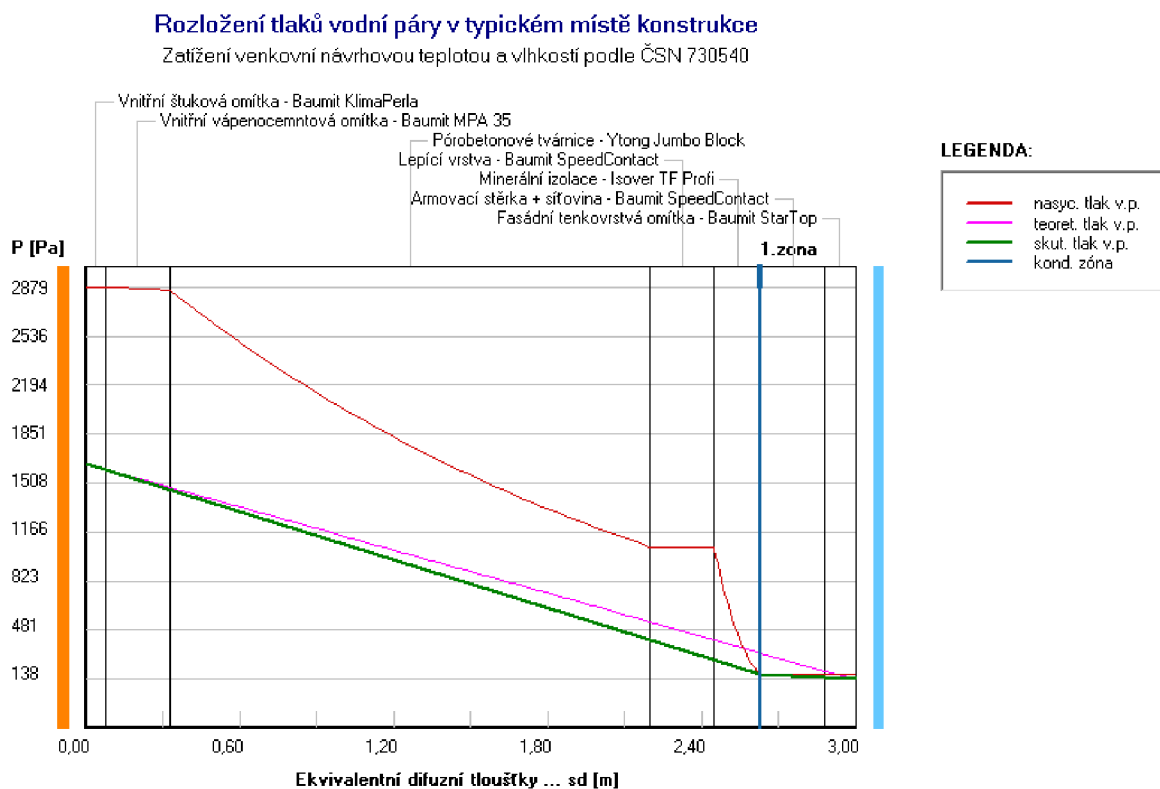
Graf č. 3 – Rozložení tlaků vodní páry u nezateplené obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]



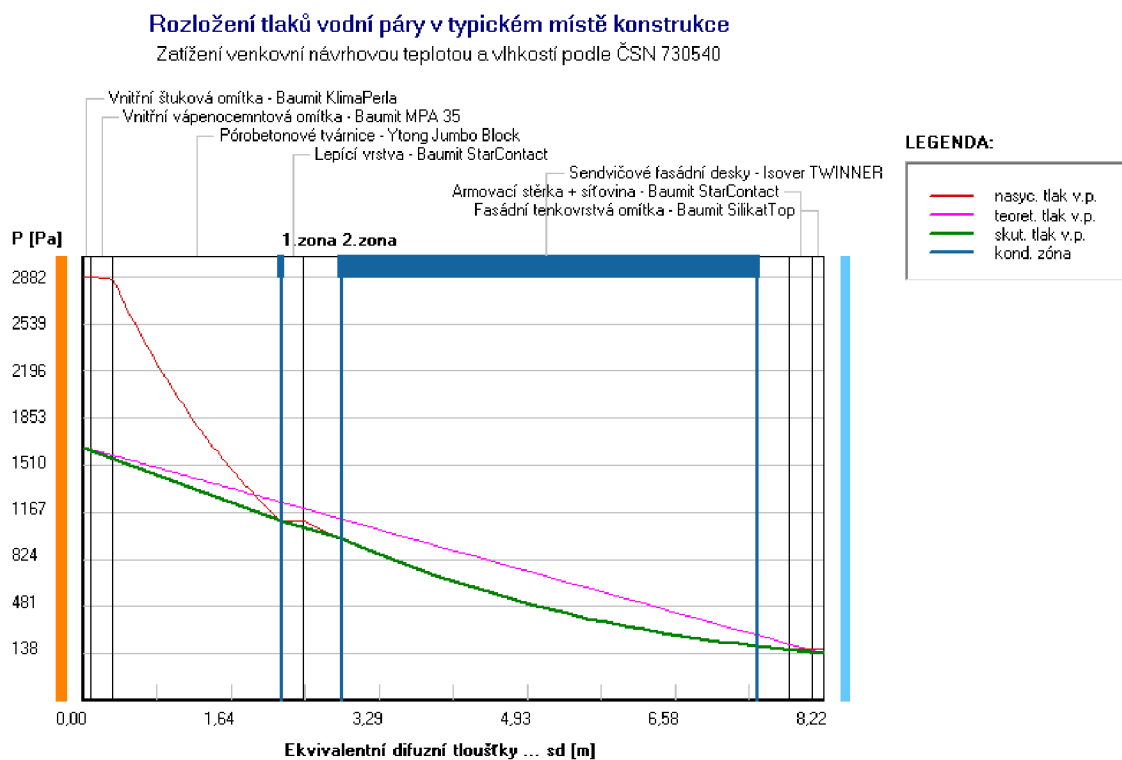
Graf č. 4 – Rozložení tlaků vodní páry u zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F [zdroj: vlastní]



Graf č. 5 – Rozložení tlaků vodní páry u zateplení pomocí izolace Isover TF PROFI [zdroj: vlastní]



Graf č. 6 – Rozložení tlaků vodní páry u zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní]



5.4 VÝPOČET NÁKLADŮ NA PROVOZOVÁNÍ ZDRAVOTNÍHO STŘEDISKA V JABLUNKOVĚ

Náklady na provozování posuzovaného objektu jsou spočítány pomocí programu Národního kalkulačního nástroje II.

„Výpočetní nástroj NKN II principálně vychází z výpočetního nástroje NKN, nicméně se v jádru jedná o úplně nový výpočetní nástroj. NKN II nabízí výstupy nejen pro potřeby vyhlášky 78/2013 Sb., ale také detailní informace o energetické bilanci budovy. Výpočetní nástroj NKN II je určený pro zpracování průkazu energetické náročnosti budov podle požadavků zákona 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky 78/2013 Sb. Výpočetní nástroj NKN zpracovává požadavky výše uvedených předpisů. Výpočet energetické náročnosti budov vychází z okrajových podmínek uvedených v ČSN 73 0331-1 - Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet. Současně lze výpočetní nástroj využít pro analýzu energetických potřeb budovy bez ohledu na princip hodnocení energetické náročnosti.“ (51)

Pro výpočet nákladů byly vloženy do programu vstupní údaje jako jsou součinitele prostupu tepla, zdroj tepla s jeho účinností, účinnost tepla systému vytápění, účinnost rozvodů tepla a údaje pro přípravu teplé užitkové vody.

5.4.1 Součinitele prostupu tepla posuzovaných konstrukcí

Tab. č. 11 – Hodnoty součinitelů prostupu tepla u jednotlivých stavebních konstrukcí [zdroj: vlastní]

Identifikace konstrukce	Vypočtená hodnota U (W/m ² K)	Normativní požadavek U _N (W/m ² K)	Vyhodnocení
Obvodová konstrukce bez zateplení	0,324	0,30	NEVYHOVUJE
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F	0,134	0,30	VYHOVUJE
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI	0,136	0,30	VYHOVUJE
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových desek Isover TWINNER	0,132	0,30	VYHOVUJE
Jednoplášťová plochá střecha	0,161	0,24	VYHOVUJE
Podlaha na zemině	0,181	0,45	VYHOVUJE
Okna O1	1,36	1,50	VYHOVUJE
Okna O2	1,46	1,50	VYHOVUJE
Dveře D1	1,51	1,70	VYHOVUJE
Dveře D2	1,36	1,70	VYHOVUJE

5.4.2 Vstupní údaje pro vytápění

Vytápění je řešeno pomocí kondenzačního kotle na zemní plyn VAILLANT VU 306/5-5 ecoTEC plus. Kotel bude umístěn v technické místnosti a jeho jmenovitý výkon je 30,6 kW. (52) Desková otopná tělesa nacházející se v jednotlivých místnostech budou napojena na tento plynový kotel.

Účinnost zdroje tepla

Sezónní účinnost výroby tepla zdrojem je dána pro plynový kondenzační kotel do 35 kW určený na vytápění a přípravu teplé vody, kdy $\eta_{H,gen} = 0,94$. Stanovení je podle normy ČSN 73 0331-1, přílohy A, tabulky A.5. (19)

Tab. č. 12 – Sezónní účinnost výroby tepla zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ pro plynové kotle do 35 kW (19)

Plynový kotel pro vytápění a přípravu teplé vody o jmenovitém výkonu do 35 kW	$\eta_{H,gen}$
	(–)
standardní (jednostupňový hořák)	0,74
standardní (modulovaný hořák)	0,77
nízkoteplotní (modulovaný hořák)	0,85
kondenzační (modulovaný hořák)	0,94

Účinnost sdílení tepla systému vytápění

Účinnost sdílení tepla mezi vytápěnou zónou a systémem vytápění se uvažuje pro teplovodní systémy s deskovými otopnými tělesy a termostatickou hlavicí. Hodnota $\eta_{H,em} = 0,88$ se stanovila na základě normy ČSN 73 0331-1, přílohy A, tabulky A.24. (19)

Tab. č. 13 – Typické účinnosti sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$ pro systémy vytápění (19)

Systém vytápění	$\eta_{H,em}$ (–)
Teplovodní systém s deskovými otopnými tělesy s termostatickou hlavicí (2K), umístěnými u vnější stěny	0,88
Teplovodní podlahové vytápění provedenémokrým způsobem s regulací podle řídicí místnosti	0,83
Teplovzdušný systém pro bytové domy s centrální regulací zdroje tepla a regulace teploty přiváděného vzduchu podle referenční místnosti	0,92
Teplovzdušný systém pro nebytové budovy s regulací teploty přiváděného vzduchu podle teploty vzduchu v místnosti	0,85

Účinnost rozvodů tepla na vytápění

Efektivnost distribuce tepla pro vytápění $\eta_{H,dis}$ je dána střední teplotou teplotonosné látky $\theta_m = 55$ °C a délkou rozvodů v nevytápěných prostorách. Předepsána účinnost je stanovena podle normy ČSN 73 0331-1, přílohy A, tabulky A.17 vychází $\eta_{H,dis} = 0,87$. (19)

Tab. č. 14 – Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$ pro teplovodní systémy vytápění (19)

θ_m (°C)	$\eta_{H,dis}$ (-)	
	min. 20 % délky rozvodů vedeno v nevytápěných a temperovaných prostorách	min. 80 % délky rozvodů vedeno ve vytápěných prostorách rozvody v nevytápěných prostorách jsou izolovány podle platné legislativy ²⁾
> 60	0,85	0,90
≥ 45	0,87	0,92
< 45	0,89	0,93

5.4.3 Údaje pro přípravu teplé vody

Teplá užitková voda se bude připravovat stejným plynovým kondenzačním kotlem s externím nepřímo ohříváním zásobníkem teplé vody VIH R 150/6 M o objemu 144 l. (52)

Denní ztráta zásobníku teplé vody

Denní měrná ztráta zásobníku je stanovena na základě přílohy A, tabulky A.56 z normy ČSN 73 0331-1. Hodnota ztráty tepla pro zásobníky s objemem do 200 l činí $Q_{W,gen,ls} = 7,9$ l. (19)

Tab. č. 15 – Denní ztráta tepla zásobníku teplé vody $Q_{W,gen,ls}$ – nepřímo ohřívání zásobník teplé vody (19)

Objem zásobníku	200	400	600	800	1 000
	$Q_{W,gen,ls}$ (Wh/(l·den))				
Zásobníky cca od roku 1995	7,9	5,6	4,7	4,2	3,9
Zásobníky cca 1987 – 1994	17,1	12,1	10,0	8,7	7,8

Denní ztráta tepla rozvodů teplé vody

Ztráta tepla rozvodů teplé vody za den je uvažována pro vnitřní průměr potrubí 9,5 mm s tloušťkou izolace 13 mm. Pro stálou cirkulaci je dána hodnota $Q_{W,dis,ls} = 134,6$ Wh/(m·den). Denní ztráta tepla rozvodů teplé vody byla určena podle normy ČSN 73 0331-1, přílohy A, tabulky A.62. (19)

Tab. č. 16 – Denní ztráta tepla rozvodů teplé vody $Q_{W,dis,ls}$ – tloušťka izolace 13 mm (19)

DN	(palce)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/4"
DN	(mm)	9,5	12,7	19,1	25,4	31,8
tepelná izolace 13 mm		$Q_{W,dis,ls}$ (Wh/(m·den))				
stálá cirkulace		134,6	144,7	154,8	164,3	173,3
bez cirkulace		17,4	30,9	68,8	115,1	161,4

Potřeba teplé vody

Množství potřebované teplé vody na osobu za den je určeno na základě přílohy A, tabulky A.55 uvedené v normě ČSN 73 0331-1. Potřeba teplé vody na osobu se pro administrativní budovu pohybuje v rozmezí 4–8 l za den, kde pro výpočet denní spotřeby zdravotního střediska je brána hodnota 8 l na osobu. (19)

Tab. č. 17 – Měrná denní potřeba na přípravu teplé vody (19)

Typ zóny	$q_{W,nd,f,d}$ (l/(mj·den))
Rodinný dům	35 – 55 l na osobu a den
Bytový dům	30 – 45 l na osobu a den
Administrativní budova	4 – 8 l na osobu a den

Celková potřeba teplé vody byla poté vypočítána pro uvažovaný počet 12 osob v objektu za celý kalendářní rok. Výpočet celkové potřeby teplé vody vychází 35,04 m³/rok.

Tab. č. 18 – Celková potřeba teplé vody [zdroj: vlastní]

Celková potřeba teplé vody na osobu za den	0,008 m ³ /den
Celková potřeba teplé vody pro 12 osob za den	0,096 m ³ /den
Celková potřeba teplé vody pro 12 osob za rok	35,04 m ³ /rok

5.4.4 Výstup výsledků z programu NKN II

Pro názornou ukázkou jsou vybrány výsledky pro obvodovou konstrukci bez zateplení a zateplenou konstrukci varianty č. 3 se zateplením pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER. Výsledky energetické náročnosti budovy včetně protokolu a průkazu energetické náročnosti jsou pro všechny skladby obvodových konstrukcí zobrazeny v příloze B.

Výsledná spotřebovaná energie budovy u skladby obvodového pláště bez provedení zateplení vyšla 71,8 MWh/(m²rok). Objekt bez zateplení spadá v hodnocení průkazu energetické náročnosti do kategorie D a jedná se o méně úspornou budovu. U zateplených skladeb obvodové konstrukce dochází k poklesu spotřebované energie objektu. Pro variantu č. 1 se zateplením pomocí polystyrenu Baunit EPS F vychází celková spotřeba 42,5 MWh/(m²rok). U varianty č. 2 se zateplenou obvodovou konstrukcí minerální izolací z kamenných vláken Isover TF PROFI je celková spotřeba energie 42,7 MWh/(m²rok). Ve variantě č. 3 s použitím sendvičových fasádních desek Isover TWINNER vychází nejmenší spotřeba energie 42,4 MWh/(m²rok). Zateplený objekt se ve všech variantách posunul v hodnocení energetické náročnosti do kategorie B jako velmi úsporný.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Evidenční číslo PENB: 1122

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Jablunkov, Školní**
 PSC, místo:
 Typ budovy: **Budova pro zdravotnictví**
 Plocha obálky budovy: **970** m²
 Objemový faktor tvaru A/V: **0,48** m²/m³
 Celková energeticky vztažná plocha: **512** m²

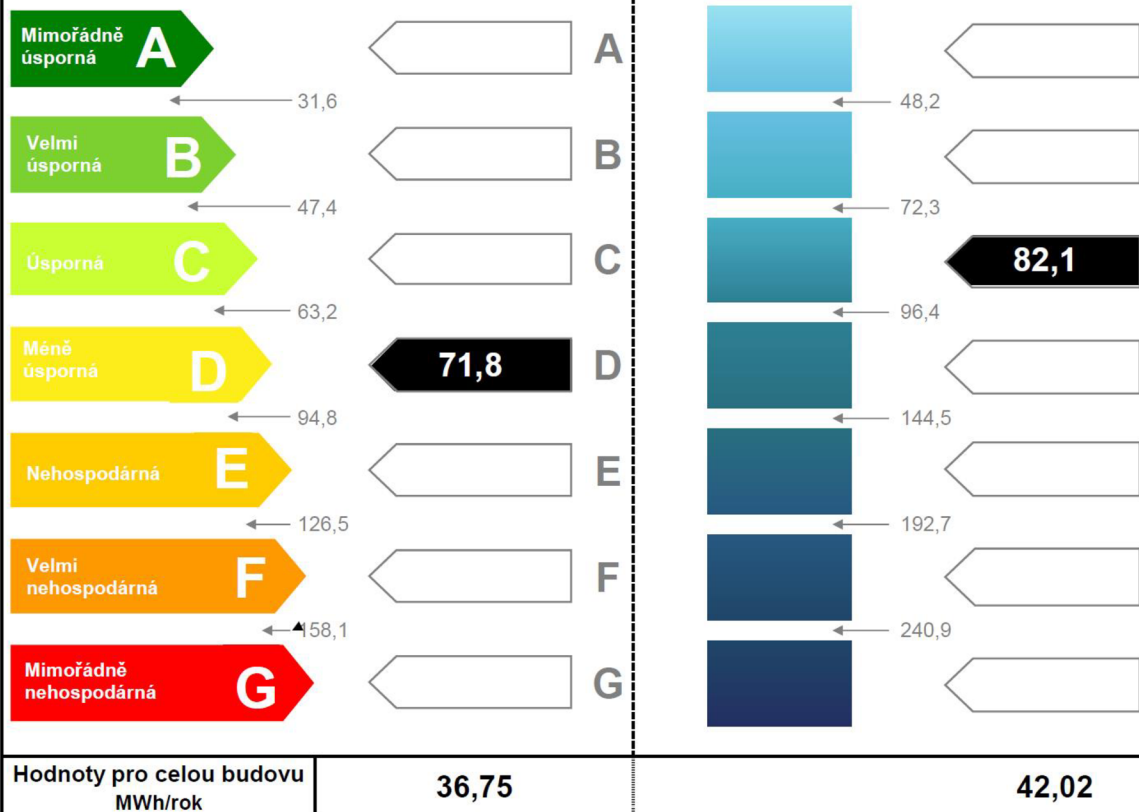


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m².rok)



Obr. č. 31 – První strana PENB u nezateplené obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ			
Opatření pro	Stanovena		
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>	Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu ma energetickou náročnost je znázorněn šipkou <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; transform: rotate(90deg);">Doporučení</div>	
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>		
Střechu:	<input type="checkbox"/>		
Podlahu:	<input type="checkbox"/>		
Vytápění:	<input type="checkbox"/>		
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>		
Větrání:	<input type="checkbox"/>		
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>		
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>		
Jiné:	<input type="checkbox"/>		

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGI	
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zemní plyn ■ Černé uhlí ■ Hnědé uhlí ■ Propan-butan/LPG ■ Topný olej ■ Elektřina ■ Dřevěné peletky ■ Kusové dřevo, dřevní štěpka ■ Energie okolního prostředí (elektřina a teplo) ■ Elektřina - dodávka mimo budovu ■ Teplo - dodávka mimo budovu ■ CZT s vyšším než 80% podílem OZE ■ CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem OZE ■ CZT s 50% a nižším podílem OZE ■ Ostatní neuvedené energonositele 	

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² .K)	Díličí dodaná energie			Měrné hodnoty kWh/(m ² .rok)		
Mimořádně úsporná							
A	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	1,6
B	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	7,0	<input type="text"/>
D	0,41	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E	<input type="text"/>	63,1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
G	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mimořádně neúsporná							
	Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	32,3	0,0	0,0	0,0	3,6	0,8

Zpracovatel:	Tomáš Bojko	Osvědčení č.:	nevyplněno
Kontakt:	776623431	Vyhotoveno dne:	#####
		Podpis:	

Obr. č. 32 – Druhá strana PENB u nezateplené obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Evidenční číslo PENB: 1122

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Jablunkov, Školní**
 PSČ, místo:
 Typ budovy: **Budova pro zdravotnictví**
 Plocha obálky budovy: **970** m²
 Objemový faktor tvaru A/V: **0,48** m²/m³
 Celková energeticky vztažná plocha: **512** m²

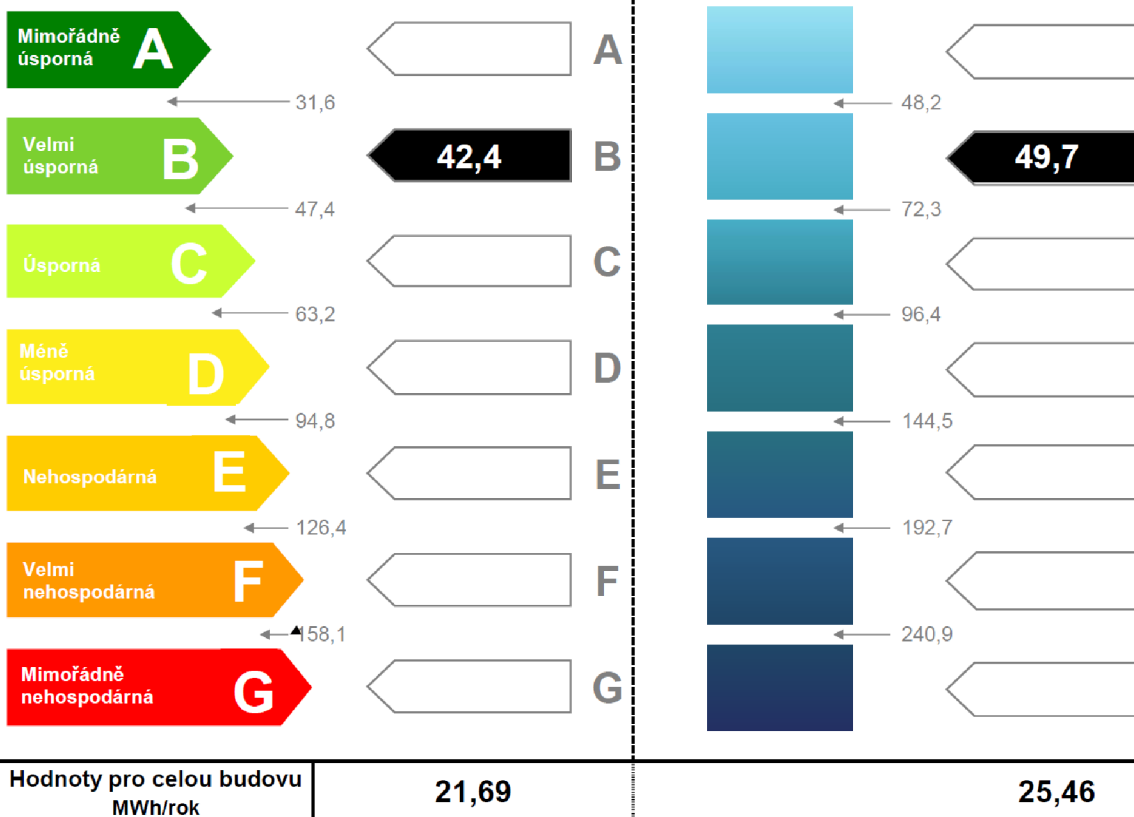


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

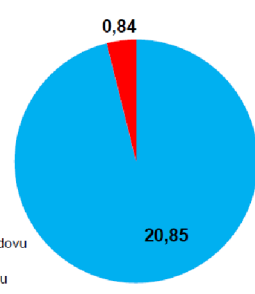
Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)








Měrné hodnoty kWh/(m².rok)



Obr. č. 33 – První strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní]

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ			
Opatření pro	Stanovena		
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>	Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu ma energetickou náročnost je znázorněn šipkou	Doporučení
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>		
Střechu:	<input type="checkbox"/>		
Podlahu:	<input type="checkbox"/>		
Vytápění:	<input type="checkbox"/>		
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>		
Větrání:	<input type="checkbox"/>		
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>		
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>		
Jiné:	<input type="checkbox"/>		

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII	
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zemní plyn ■ Černé uhlí ■ Hnědé uhlí ■ Propan-butan/LPG ■ Topný olej ■ Elektřina ■ Dřevěné peletky ■ Kusové dřevo, dřevní štěpka ■ Energie okolního prostředí (elektřina a teplo) ■ Elektřina - dodávka mimo budovu ■ Teplo - dodávka mimo budovu ■ CZT s vyšším než 80% podílem OZE ■ CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem OZE ■ CZT s 50% a nižším podílem OZE ■ Ostatní neuvedené energonositele 	

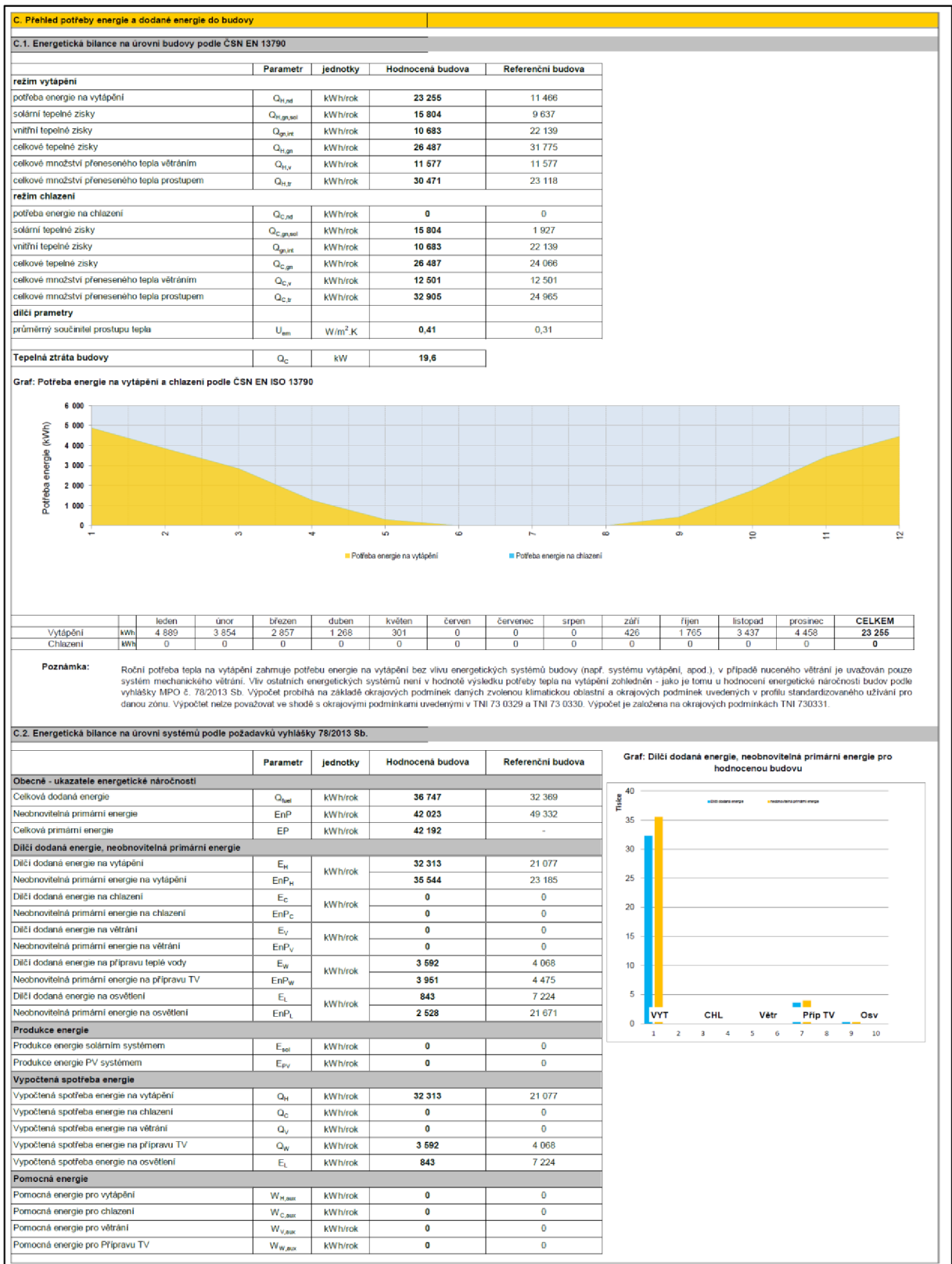
UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² .K)	Dílní dodaná energie			Měrné hodnoty kWh/(m ² .rok)		
Mimořádně úsporná							
A	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
B	0,24	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	<input type="text"/>	33,7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	7,0	<input type="text"/>
D	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
G	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		17,3	0,0	0,0	0,0	3,6	0,8

Zpracovatel:	Tomáš Bojko	Osvědčení č.:	nevyplněno
Kontakt:	776623431	Vyhotoveno dne:	#####
		Podpis:	

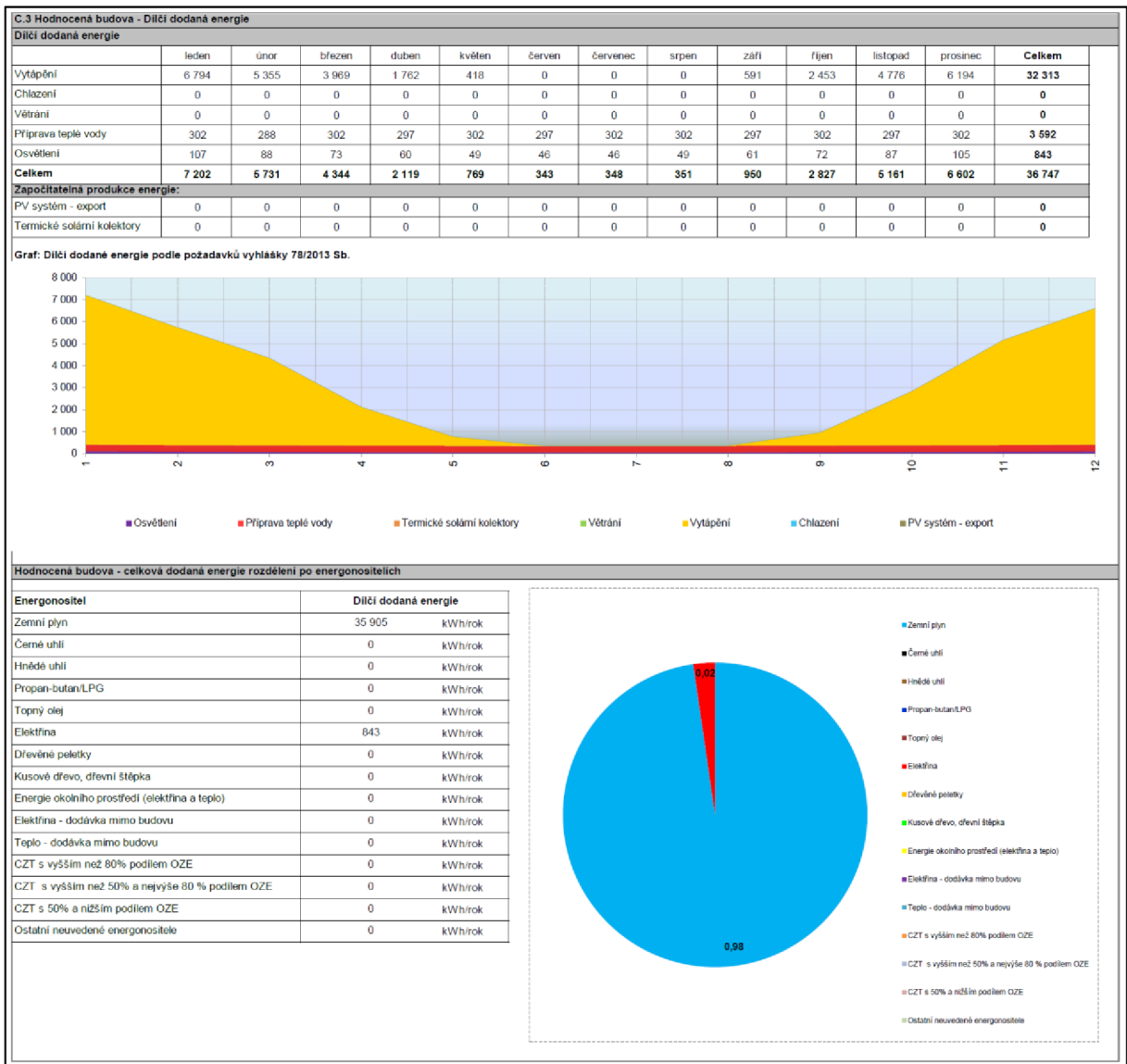
Obr. č. 34 – Druhá strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní]

Příloha NKN - doplnění PENB													
Hodnocení energetické náročnosti budov - analýza energetických potřeb													
Evidenční číslo PENB:		není vyplněno											
Budova:		Zdravotní středisko											
Adresa:		Jablunkov, Školní											
Stavebník/Vlastník:		není vyplněno											
Základní geometrické údaje:													
Energeticky vztázná plocha												511,9	m ²
Celkový vnější objem budovy												2 019,6	m ³
Ochlazovaná plocha obálky budovy												969,8	m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V												0,48	m ² /m ³
A. Hodnocení ukazatelů energetické náročnosti podle vyhlášky 78/2013 Sb.													
Budova je hodnocena jako: Nová budova													
Typ budovy: Ostatní													
A.1. Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy													
	Zóna	Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10	Budova	
Hodnocená budova	U _{em}	(W/m ² .K)	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	
Referenční budova	U _{em,R}	(W/m ² .K)	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	
Ref budova- klasifikace	U _{em,R,klas}	(W/m ² .K)	0,31	U _{em} porovnání:									
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :			1,32										
Splnění požadavku ukazatele EN:			Ne, požadavek není splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:			D - Méně úsporná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.													
A.2. Celková dodaná energie do budovy													
		kWh/rok	kWh/m ² .rok		Díleč dodná energie - porovnání:								
Hodnocená budova	Q _{dod}	36747,3	71,8										
Referenční budova	Q _{dod,R}	32369,4	63,2										
Ref budova- klasifikace	Q _{dod,R,klas}	32369,4											
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :			1,14										
Splnění požadavku ukazatele EN:			Ne, požadavek není splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:			D - Méně úsporná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.													
A.3. Neobnovitelná primární energie													
		kWh/rok	kWh/m ² .rok		Neobnovitelná primární energie - porovnání:								
Hodnocená budova	EnP	42023,3	82,1										
Referenční budova	EnP _R	49331,6	96,4										
Ref budova- klasifikace	EnP _{R,klas}	49331,6											
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :			0,85										
Splnění požadavku ukazatele EN:			Ano, požadavek splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:			C - úsporná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.													
B. Hodnocení doplňujících ukazatelů													
B.1. Díleč dodaná energie na vytápění													
		kWh/rok	kWh/m ² .rok		Hodnocená budova								
Hodnocená budova	E _H	32313,0	63,1										
Referenční budova	E _{H,R}	21077,4	41,2										
Ref budova- klasifikace	E _{H,R,klas}	21077,4											
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :			1,53										
Třída energetické náročnosti:			E - Nehospodárna										
B.2. Díleč dodaná energie na chlazení													
		kWh/rok	kWh/m ² .rok		Referenční budova								
Hodnocená budova	E _C	0,0	0,0										
Referenční budova	E _{C,R}	0,0	0,0										
Ref budova- klasifikace	E _{C,R,klas}	0,0											
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :			-										
Třída energetické náročnosti:			Nehodnoceno										
B.3. Díleč dodaná energie na větrání													
		kWh/rok	kWh/m ² .rok		Referenční budova								
Hodnocená budova	E _V	0,0	0,0										
Referenční budova	E _{V,R}	0,0	0,0										
Ref budova- klasifikace	E _{V,R,klas}	0,0											
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :			-										
Třída energetické náročnosti:			Nehodnoceno										
B.4. Díleč dodaná energie na přípravu teplé vody													
		kWh/rok	kWh/m ² .rok		Hodnocená budova								
Hodnocená budova	E _W	3591,5	7,0										
Referenční budova	E _{W,R}	4068,2	0,0										
Ref budova- klasifikace	E _{W,R,klas}	4068,2											
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :			0,88										
Třída energetické náročnosti:			C - úsporná										
B.5. Díleč dodaná energie na osvětlení													
		kWh/rok	kWh/m ² .rok		Hodnocená budova								
Hodnocená budova	E _L	842,8	1,6										
Referenční budova	E _{L,R}	7223,8	14,1										
Ref budova- klasifikace	E _{L,R,klas}	7223,8											
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :			0,12										
Třída energetické náročnosti:			A - Mimořádně úsporná										

Obr. č. 35 – První strana hodnocení energetické náročnosti budovy s nezateplenou obvodovou konstrukcí [zdroj: vlastní]



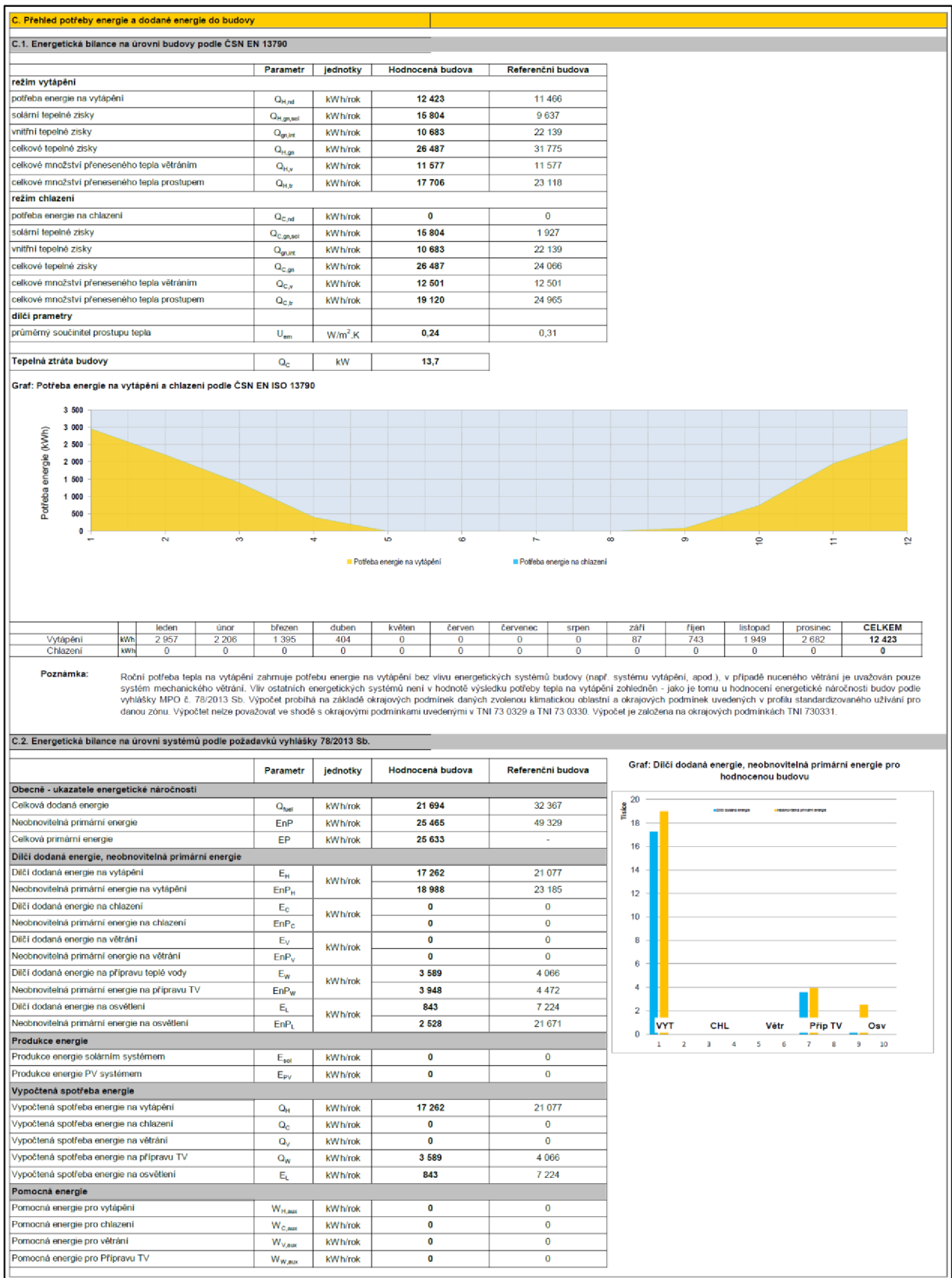
Obr. č. 36 – Druhá strana hodnocení energetické náročnosti budovy s nezateplenou obvodovou konstrukcí [zdroj: vlastní]



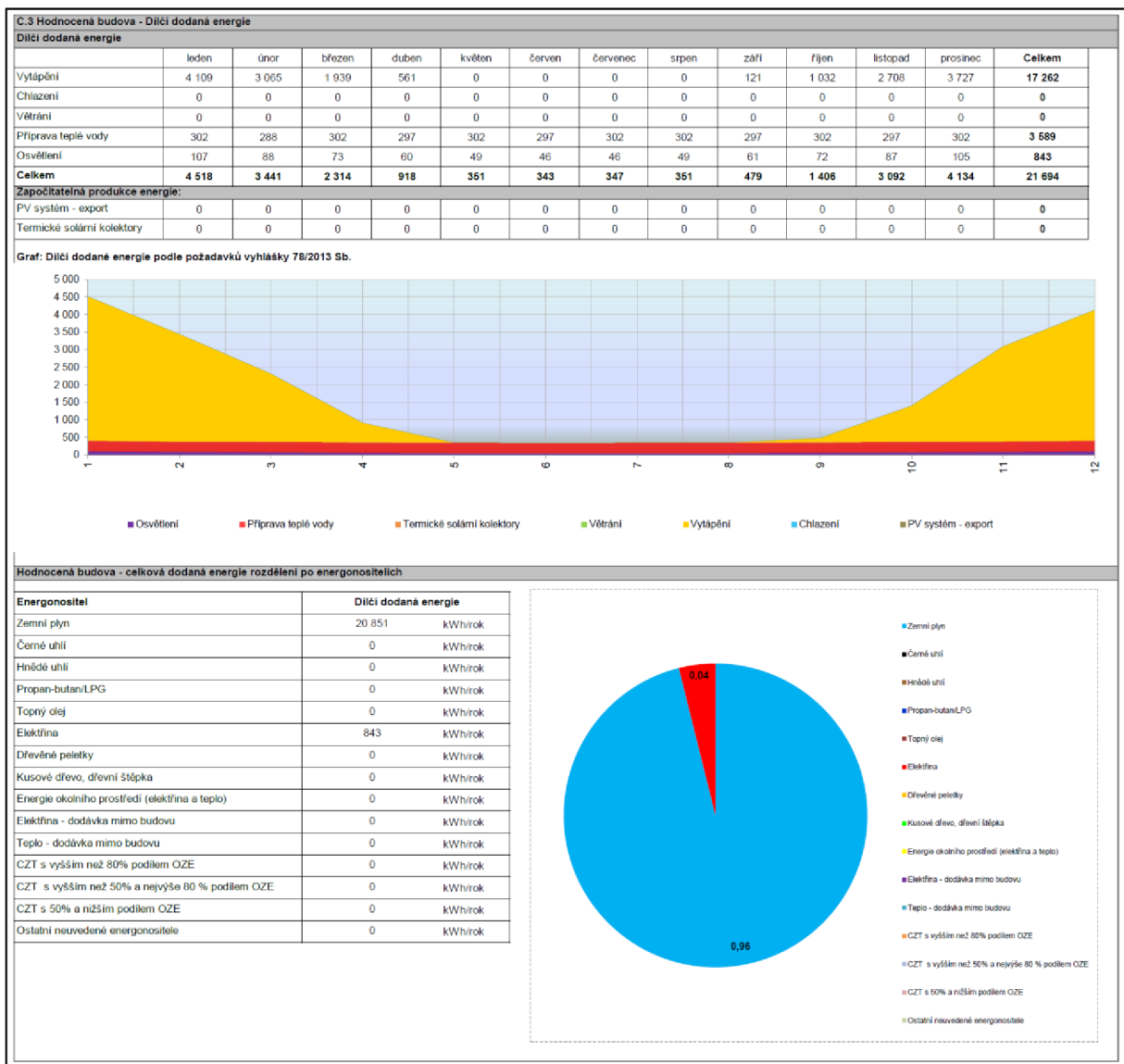
Obr. č. 37 – Třetí strana hodnocení energetické náročnosti budovy s nezateplenou obvodovou konstrukcí [zdroj: vlastní]

Příloha NKN - doplnění PENB													
Hodnocení energetické náročnosti budov - analýza energetických potřeb													
Evidenční číslo PENB: <i>není vyplněno</i>													
Budova: <i>Zdravotní středisko</i>													
Adresa: <i>Jablunkov, Školní</i>													
Stavebník/Vlastník: <i>není vyplněno</i>													
Základní geometrické údaje:													
Energeticky vztázná plocha											511,9	m ²	
Celkový vnější objem budovy											2 019,6	m ³	
Ochlazovaná plocha obálky budovy											969,8	m ²	
Objemový faktor tvaru budovy <i>AVV</i>											0,48	m ² /m ³	
A. Hodnocení ukazatelů energetické náročnosti podle vyhlášky 78/2013 Sb.													
Budova je hodnocena jako: Nová budova													
Typ budovy: Ostatní													
A.1. Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy													
	Zóna	Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10	Budova	
Hodnocená budova	U_{em}	(W/m ² .K)	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	
Referenční budova	$U_{em,R}$	(W/m ² .K)	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	
Ref budova- klasifikace	$U_{em,R,klas}$	(W/m ² .K)	0,31	U_{em} porovnání:									
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: 0,77													
Splnění požadavku ukazatele EN: Ano, požadavek splněn													
Třída energetické náročnosti ukazatele EN: B- Velmi úsporná													
<i>pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.</i>													
A.2. Celková dodaná energie do budovy													
			kWh/rok	kWh/m ² .rok	Díličí dodaná energie - porovnání:								
Hodnocená budova	Q_{bud}		21693,9	42,4									
Referenční budova	$Q_{bud,R}$		32366,9	63,2									
Ref budova- klasifikace	$Q_{bud,R,klas}$		32366,9										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: 0,67													
Splnění požadavku ukazatele EN: Ano, požadavek splněn													
Třída energetické náročnosti ukazatele EN: B- Velmi úsporná													
<i>pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.</i>													
A.3. Neobnovitelná primární energie													
			kWh/rok	kWh/m ² .rok	Neobnovitelná primární energie - porovnání:								
Hodnocená budova	EnP		25464,6	49,7									
Referenční budova	EnP _R		49328,9	96,4									
Ref budova- klasifikace	EnP _{R,klas}		49328,9										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: 0,52													
Splnění požadavku ukazatele EN: Ano, požadavek splněn													
Třída energetické náročnosti ukazatele EN: B- Velmi úsporná													
<i>pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.</i>													
B. Hodnocení doplňujících ukazatelů													
B.1. Díličí dodaná energie na vytápění													
			kWh/rok	kWh/m ² .rok	Hodnocená budova								
Hodnocená budova	E_{H}		17261,9	33,7	Rozdělení celkové dodané energie:								
Referenční budova	$E_{H,R}$		21077,4	41,2									
Ref budova- klasifikace	$E_{H,R,klas}$		21077,4										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: 0,82													
Třída energetické náročnosti: C - úsporná													
B.2. Díličí dodaná energie na chlazení													
			kWh/rok	kWh/m ² .rok	Referenční budova								
Hodnocená budova	E_C		0,0	0,0	Rozdělení celkové dodané energie:								
Referenční budova	$E_{C,R}$		0,0	0,0									
Ref budova- klasifikace	$E_{C,R,klas}$		0,0										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: -													
Třída energetické náročnosti: Nehodnoceno													
B.3. Díličí dodaná energie na větrání													
			kWh/rok	kWh/m ² .rok	Referenční budova								
Hodnocená budova	E_V		0,0	0,0	Rozdělení celkové dodané energie:								
Referenční budova	$E_{V,R}$		0,0	0,0									
Ref budova- klasifikace	$E_{V,R,klas}$		0,0										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: -													
Třída energetické náročnosti: Nehodnoceno													
B.4. Díličí dodaná energie na přípravu teplé vody													
			kWh/rok	kWh/m ² .rok	Referenční budova								
Hodnocená budova	E_W		3589,3	7,0	Rozdělení celkové dodané energie:								
Referenční budova	$E_{W,R}$		4065,8	0,0									
Ref budova- klasifikace	$E_{W,R,klas}$		4065,8										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: 0,88													
Třída energetické náročnosti: C - úsporná													
B.5. Díličí dodaná energie na osvětlení													
			kWh/rok	kWh/m ² .rok	Referenční budova								
Hodnocená budova	E_L		842,8	1,6	Rozdělení celkové dodané energie:								
Referenční budova	$E_{L,R}$		7223,8	14,1									
Ref budova- klasifikace	$E_{L,R,klas}$		7223,8										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: 0,12													
Třída energetické náročnosti: A - Mimořádně úsporná													

Obr. č. 38 – První strana hodnocení energetické náročnosti budovy se zateplenou obvodovou konstrukcí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní]



Obr. č. 39 – Druhá strana hodnocení energetické náročnosti budovy se zateplenou obvodovou konstrukcí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní]



Obr. č. 40 – Třetí strana hodnocení energetické náročnosti budovy se zateplenou obvodovou konstrukcí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní]

5.5 STANOVENÍ NÁKLADŮ NA PROVEDENÍ ZATEPLENÍ OBVODOVÉ KONSTRUKCE

Celkové náklady na provedení jednotlivých variant zateplení obvodové konstrukce byly vypočteny za pomoci programu BUILD PowerS. „Jedná se o ucelený stavební informační systém, který zajišťuje podporu při řízení stavebních zakázek. Obecně zastřešuje činnosti obchodu, oceňování nabídek, výrobní přípravy, realizace a controlling stavby. Systém pracuje propojeně ve dvou zdánlivě oddělených liniích, a to cen a nákladů, jinak řečeno ve dvou různých dimenzích „ve světě cen“ a „ve světě nákladů“. Na jedné straně je finanční controlling – od zpracování cenové nabídky přes soupisy prací až po fakturaci. Na straně druhé nákladový controlling – od kalkulace zdrojů přes jejich plánování, zabudování

a sledování spotřeby v čase. Metodika nastavení procesů je vždy s ohledem na hlavní business – realizaci stavební zakázky.“ (53)

Protože se zvažuje nejvýhodnější varianta zateplení, která bude následně realizována během výstavby objektu zdravotního střediska, nejsou v položkových rozpočtech zahrnuty náklady na lešení a zakrývání otvorů. Kromě toho není také kalkulováno s náklady na provedení výkopových prací, izolace proti zemní vlhkosti a nopové fólie, jelikož by s těmito vynaloženými náklady bylo počítáno i v případě provedení obvodové konstrukce bez zateplení. Pokud se zváží provedení zateplení během realizace stavby s dodatečným zateplením objektu, vychází provedení zateplení při stavbě zdravotního střediska lépe ze stavebního i ekonomického hlediska. Do nákladů je naopak zahrnuto zateplení soklové oblasti, kde tepelná izolace vede do úrovně nezámrzé hloubky. Z důvodu nesplnění požárních požadavků tepelné izolace pro třídu reakce na oheň A1 či A2 za použití zakládací lišty u zateplené obvodové konstrukce varianty č. 1 a č. 3, je soklová oblast opatřena požárním pruhem z minerální izolace výšky 0,9 m.

V této práci jsou zobrazeny krycí listy dílčích položkových rozpočtů provedeného zateplení. Úplné podrobné položkové rozpočty všech typů zateplení jsou součástí přílohy C diplomové práce.

5.5.1 Varianta č. 1 - Zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F

Tab. č. 19 – Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F
[zdroj: vlastní]

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	1	Zdravotní středisko Jablunkov	
Objekt:	1	Zateplení obvodové konstrukce	
Rozpočet:	1	Zateplení polystyrenem Baumit EPS F	
Vypracoval:	Tomáš Bojko		
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	438 520,21	382 874,78	821 394,99
PSV	42 773,91	41 602,04	84 375,95
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	481 294,12	424 476,82	905 770,94
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %		0,00 CZK
Snížená DPH	15 %		0,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %		905 770,94 CZK
Základní DPH	21 %		190 212,00 CZK
Zaokrouhlení			0,06 CZK
Cena celkem s DPH			1 095 983,00 CZK

Tab. č. 20 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní]

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem	%
62	Úpravy povrchů vnější	HSV	438 520,21	380 434,16	818 954,37	90
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	2 440,62	2 440,62	0
711	Izolace proti vodě	PSV	1 571,91	19 750,66	21 322,57	2
713	Izolace tepelné	PSV	6 179,00	6 296,00	12 475,00	1
764	Konstrukce klempířské	PSV	35 023,00	15 555,38	50 578,38	6
Cena celkem			481 294,12	424 476,82	905 770,94	100

5.5.2 Varianta č. 2 - Zateplení pomocí minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI

Tab. č. 21– Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení minerální izolací Isover TF PROFI
[zdroj: vlastní]

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	1	Zdravotní středisko Jablunkov	
Objekt:	1	Zateplení obvodové konstrukce	
Rozpočet:	2	Zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI	
Vypracoval:	Tomáš Bojko		
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	803 048,37	413 915,95	1 216 964,32
PSV	39 834,99	41 524,60	81 359,59
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	842 883,36	455 440,55	1 298 323,91
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %	0,00 CZK	
Snížená DPH	15 %	0,00 CZK	
Základ pro základní DPH	21 %	1 298 323,91 CZK	
Základní DPH	21 %	272 648,00 CZK	
Zaokrouhlení		0,09 CZK	
Cena celkem s DPH		1 570 972,00 CZK	

Tab. č. 22 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení minerální izolací Isover TF PROFI [zdroj: vlastní]

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem	%
62	Úpravy povrchů vnější	HSV	803 048,37	408 096,06	1 211 144,43	93
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	5 819,89	5 819,89	0
711	Izolace proti vodě	PSV	1 571,91	19 750,66	21 322,57	2
713	Izolace tepelné	PSV	5 728,61	6 285,19	12 013,80	1
764	Konstrukce klempířské	PSV	32 534,47	15 488,75	48 023,22	4
Cena celkem			842 883,36	455 440,55	1 298 323,91	100

5.5.3 Varianta č. 3 - Zateplení pomocí sendvičových desek Isover TWINNER

Tab. č. 23 – Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení sendvičovými deskami Isover TWINNER
[zdroj: vlastní]

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	1	Zdravotní středisko Jablunkov	
Objekt:	1	Zateplení obvodové konstrukce	
Rozpočet:	3	Zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER	
Vypracoval:	Tomáš Bojko		
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	424 501,67	387 562,45	812 064,12
PSV	39 834,99	41 524,60	81 359,59
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	464 336,66	429 087,05	893 423,71
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %	0,00 CZK	
Snížená DPH	15 %	0,00 CZK	
Základ pro základní DPH	21 %	893 423,71 CZK	
Základní DPH	21 %	187 619,00 CZK	
Zaokrouhlení		0,29 CZK	
Cena celkem s DPH		1 081 043,00 CZK	

Tab. č. 24 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení sendvič. deskami Isover TWINNER [zdroj: vlastní]

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem	%
62	Úpravy povrchů vnější	HSV	424 501,67	385 208,36	809 710,03	91
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	2 354,09	2 354,09	0
711	Izolace proti vodě	PSV	1 571,91	19 750,66	21 322,57	2
713	Izolace tepelné	PSV	5 728,61	6 285,19	12 013,80	1
764	Konstrukce klempířské	PSV	32 534,47	15 488,75	48 023,22	5
Cena celkem			464 336,66	429 087,05	893 423,71	100

Při porovnání nákladů na provedení dílčích variant zateplení obvodové konstrukce vychází finančně nejvýhodněji varianta č. 3 se zateplením pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, kde jsou celkové náklady vypočítány včetně DPH na 1 081 043 Kč. Náklady na realizaci zateplení polystyrenem Baumit EPS F ve variantě č. 1 jsou srovnatelné s variantou č. 3 a vycházejí na 1 095 983 Kč včetně DPH. Výrazně nákladnější je zateplení při využití minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI. Celkové výdaje u této alternativy č. 2 vychází včetně DPH na 1 570 972 Kč a jednoznačně převyšují výdaje zbylých dvou variant. Z finančního hlediska se tak cenově výhodněji ukázalo provedení zateplení z materiálu pěnového expandovaného polystyrenu tloušťky 200 mm, nebo z šedého polystyrenu s krycí vrstvou z minerální vlny tloušťky 180 mm, než při realizaci minerální izolace z kamenných vláken o tloušťce 180 mm.

5.6 EKONOMICKÁ NÁVRATNOST INVESTICE VLOŽENÉ DO REALIZACE ZATEPLENÍ OBVODOVÉ KONSTRUKCE

5.6.1 Výpočet nákladů na vytápění a ohřev vody

Pro výpočet nákladů na vytápění a ohřev vody je zapotřebí znát spotřebovanou energii za rok a cenu zemního plynu.

Roční spotřeba energie byla vypočítána pomocí Národního kalkulačního nástroje II v kapitole 5.4. Odhad ceny plynu za 1 kWh byl stanoven pomocí stránek TZB-info. Jednotková cena plynu je ovlivňována podmínkami dodávaného plynu, kvalitou zemního plynu (výhřevnost), distribučním územím a odběrovým množstvím zemního plynu.

CENA ODEBRANÉHO ZEMNÍHO PLYNU	
Distribuční území zemního plynu	RWE Energie, a.s. <input type="button" value="v"/>
Odběrové množství zemního plynu	35000 - 40000 kWh <input type="button" value="v"/>
Jednotková cena odebrané energie k 01.01.2020 Ceny	<input type="text" value="1.18547"/> Kč/kWh

Obr. č. 41 – Jednotková cena zemního plynu při odběru 35 000 – 40 000 kWh/rok (54)

CENA ODEBRANÉHO ZEMNÍHO PLYNU	
Distribuční území zemního plynu	RWE Energie, a.s. <input type="button" value="v"/>
Odběrové množství zemního plynu	20000 - 25000 kWh <input type="button" value="v"/>
Jednotková cena odebrané energie k 01.01.2020 Ceny	1.22105 Kč/kWh

Obr. č. 42 – Jednotková cena zemního plynu při odběru 20 000 – 25 000 kWh/rok (54)

Distribučním územím Moravskoslezského kraje je území společnosti RWE Energie, a.s. S větším odebraným množstvím zemního plynu dochází k poklesu jeho jednotkové ceny za kWh.

Tab. č. 25 – Výpočet celkových nákladů na vytápění a ohřev vody za rok [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Spotřeba energie na vytápění a ohřev vody (kWh/rok)	Typ energie	Jednotková cena zemního plynu (Kč/kWh)	Celkové náklady (Kč/rok)
Obvodová konstrukce bez zateplení	35 905	Zemní plyn	1,19	42 727
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F	20 929	Zemní plyn	1,22	25 533
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI	21 007	Zemní plyn	1,22	25 629
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER	20 851	Zemní plyn	1,22	25 438

Při porovnání nezateplené obvodové konstrukce se zateplenými variantami jsou celkové roční náklady na vytápění a ohřev vody vlivem zateplení obvodové konstrukce nižší.

5.6.2 Výpočet úspory energie za vytápění a ohřev vody

Z důvodu podobných součinitelů prostupů tepla u všech tří zateplených variant dochází k obdobným nákladům za spotřebovanou energii a roční úspory za vytápění s ohřevem vody se budou pohybovat kolem 17 000 Kč. Z toho lze soudit, že volba nejvýhodnější varianty bude záviset zejména na návratnosti investic vložených do jednotlivých druhů zateplení.

Tab. č. 26 – Úspora energie za vytápění a ohřev vody za rok [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Celkové náklady na vytápění a ohřev vody (Kč/rok)	Úspora energie (KWh/rok)	Úspora nákladů (Kč/rok)
Obvodová konstrukce bez zateplení	42 727	-	-
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F	25 533	14 976	17 194
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI	25 629	14 898	17 098
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER	25 438	15 054	17 289

5.7 FINANCOVÁNÍ ZA VYUŽITÍ VLASTNÍCH FINANČNÍCH PROSTŘEDKŮ

Financování za využití vlastních úspor je výhodné, protože nedochází k navýšení pořizovací ceny vynaložené na zateplení objektu o úrokovou sazbu. Při takovém druhu financování je ovšem zapotřebí mít dostatečné množství vlastních finančních zdrojů, a ne každý investor dokáže zastřešit veškeré náklady související se zateplením objektu.

Prostá doba návratnosti při financování z vlastních prostředků

Touto metodou se nezohledňují různé výše peněžního toku za jednotlivé roky a kalkuluje se s peněžním tokem nediskontovaným. V podstatě se jedná o dobu, za kterou se vrátí investiční výdaj vložený do zateplení na základě ušetřených nákladů za vytápění a ohřev vody. Cena plynu se u prosté doby návratnosti uvažovala po celou dobu jako konstantní. Výsledné hodnoty této metody jsou uvedeny v tabulce č. 23. Při porovnání konečných hodnot vychází nejkratší doba návratnosti u třetí varianty na 63 let. Návratnost první varianty se zateplením pomocí polystyrenu Baumit EPS F je o rok delší než při zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER. Jednoznačně nejdelší je doba návratnosti u druhé varianty, což je způsobeno vysokými finančními náklady na realizaci zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI. Celkové výpočty všech dob návratnosti při zohlednění financování z vlastních prostředků jsou součástí přílohy D.

Tab. č. 27 – Prostá doba návratnosti [zdroj: vlastní]

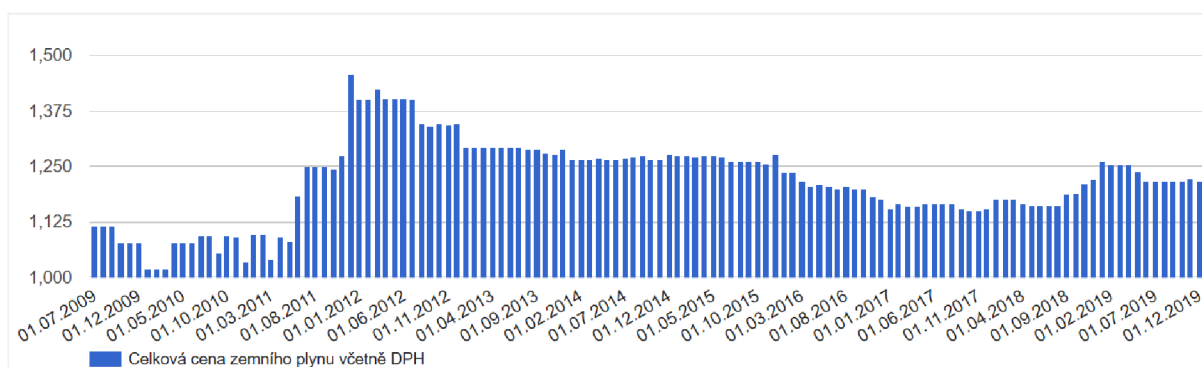
Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F	64
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI	92
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER	63

Reálná doba návratnosti při financování z vlastních prostředků

U metody reálné doby návratnosti se jedná o obdobný postup jako u metody prosté doby návratnosti. Zde byl ovšem zohledněn vývoj ceny zemního plynu. Odhad růstu ceny byl stanoven pomocí níže uvedeného grafu na 1 % za rok.

Graf č. 7 – Vývoj ceny zemního plynu při odběru 20 000 – 25 000 kWh/rok (55)

Odběr 20-25 MWh/rok



Se zohledněním růstu ceny zemního plynu dochází ve všech případech ke snížení doby návratnosti. U první varianty se doba návratnosti zkrátila o 16 let. Ve druhé variantě se reálná doba návratnosti oproti prosté době zkrátila o 29 let. Třetí varianta vyšla podobně jako varianta první a její doba návratnosti se rovněž snížila o 16 let. I přes kratší reálnou dobu návratnosti oproti prosté době návratnosti je období, za které se investice vložená do zateplení navrátí poměrně dlouhé.

Tab. č. 28 – Reálná doba návratnosti [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F	48
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI	63
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER	47

Dynamická doba návratnosti při financování z vlastních prostředků

Na rozdíl od prosté doby návratnosti není základem výpočtu u metody dynamické doby návratnosti prostý peněžní tok, ale počítá se s diskontovaným ziskem. Pro výpočet je proto za potřebí znát míru kapitalizace. Kapitalizační míra byla stanovena z přílohy č. 22 uvedené ve vyhlášce č. 441/2013 Sb. Její hodnota je u staveb pro zdravotnictví 8 %. Podle výsledků metody dynamické doby návratnosti se ani jedna z variant zateplení nenavrátí. Tento nepříznivý výsledek je způsoben vysokými finančními náklady na jednotlivé druhy zateplení a nízkým rozdílem mezi vynaloženými celkovými náklady na vytápění včetně přípravy teplé vody u nezateplené obvodové konstrukce a zateplených variant.

Tab. č. 29 – Dynamická doba návratnosti [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F	Nenavrátí se
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI	Nenavrátí se
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER	Nenavrátí se

Čistá současná hodnota při financování z vlastních prostředků

Čistá současná hodnota byla vypočítána jako součet očekávaných celkových zisků z úspor za uvažovanou životnost zateplení diskontovaných na současnou hodnotu, ze kterých se odečty celkové investiční náklady. Životnost zateplení je odhadnuta na 50 let. Z důvodu nízkých budoucích zisků za uvažovanou životnost zateplení diskontovaných na současnou hodnotu vychází záporná částka a to znamená, že výnosnost bude výrazně nižší, než 8 %. Podle výsledků vyplývá, že NPV je menší než 0. Investicí se nezajišťuje požadovaná míra výnosnosti.

Tab. č. 30 – Čistá současná hodnota [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Čistá současná hodnota (Kč)	Vyhodnocení
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F	- 843 919	Neefektivní
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI	- 1 320 221	Neefektivní
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER	- 827 666	Neefektivní

5.8 OPTIMALIZOVÁNÍ FINANČNÍCH NÁKLADŮ NA PROVEDENÍ ZATEPLENÍ OBVODOVÉ KONSTRUKCE

Vzhledem k vynaložení vysokých finančních nákladů na jednotlivá zateplení a nízkým ročním úsporám za vytápění s ohřevem teplé vody je zřejmé, že investice u všech tří variant nebude efektivní. Nicméně objekt s obvodovou konstrukcí bez navrženého zateplení při zohlednění vlivu tepelných mostů nespĺňuje požadavky normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov jak na součinitel prostupu tepla, tak na šíření vlhkosti v konstrukci. Proto jsou následně vybrány varianty č. 1 a č. 3, u kterých se sníží tloušťka tepelné izolace za účelem získání nižších celkových nákladů na provedení zateplení, ale za předpokladu dodržení požadovaných hodnot normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Pro variantu č. 2 se tloušťka tepelné izolace nebude dále snižovat, neboť ve srovnání se zbylými alternativami představuje výrazně nákladnější typ zateplení.

Při zateplení polystyrenovými deskami Baumit EPS F bude tloušťka tepelné izolace snížena na 120 mm. Ve variantě zateplení ze sendvičových fasádních desek Isover Twinner se tloušťka izolace sníží na 100 mm. Před celkovým posouzením součinitele prostupu tepla a kondenzace vlhkosti v konstrukci bylo uvažováno s možností ještě více snížit tloušťkou tepelné izolace jak u polystyrenu Baumit EPS F, tak u sendvičových fasádních desek Isover TWINNER. Při nižších tloušťkách tepelné izolace by však množství zkondenzované vodní páry bylo vyšší než roční kapacita odparu a mohlo by docházet k ohrožení funkce konstrukce. Za tohoto předpokladu byly polystyrenové desky sníženy na přijatelnou tloušťku 120 mm a sendvičové fasádní desky na tloušťku 100 mm.

5.8.1 Požadavek na splnění normových hodnot součinitele prostupu tepla

Obě varianty byly opět z tepelně technického hlediska posouzeny na základě programu Teplo 2017 EDU. Kompletní posouzení je součástí přílohy E.

Po snížení tloušťky polystyrenu Baumit EPS F na 120 mm se součinitel prostupu tepla obvodové konstrukce zvýšil na $0,169 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zateplená konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER při tloušťce 100 mm má rovněž vyšší hodnotu součinitele prostupu tepla, která činí $0,172 \text{ W/m}^2\text{K}$. Požadovaný součinitel prostupu tepla na obvodovou konstrukci $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ u obou alternativ vyhovuje.

Tab. č. 31 – Porovnání a vyhodnocení vypočítaných hodnot součinitelů prostupu tepla podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [zdroj: vlastní]

Jednotlivé varianty obvodové konstrukce	Vypočtená hodnota U (W/m ² K)	Normativní požadavek U _N (W/m ² K)	Vyhodnocení
Varianta č. 4 – zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm	0,169	0,300	VYHOVUJE
Varianta č. 5 – zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	0,172	0,300	VYHOVUJE

5.8.2 Požadavek na šíření vlhkosti v konstrukci

Na základě vyhodnocení programu TEPLO 2017 EDU je patrné, že u obou navržených variant při snížených tloušťkách zateplení jsou splněny požadavky na šíření vlhkosti v těchto konstrukcích. Celkové posouzení na šíření vlhkosti a grafické zobrazení rozložení tlaků vodní páry s oblastmi kondenzace je součástí přílohy E.

Tab. č. 32 – Posouzení požadavku na šíření vlhkosti v konstrukci podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [zdroj: vlastní]

Šíření vlhkosti v konstrukci	Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm	Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm
Roční množství zkondenzované vodní páry M _{c,a} (kg/m ² a)	0,1650	0,1190
Roční množství odpařitelné vodní páry M _{ev,a} (kg/m ² a)	1,0452	1,5775
Kondenzace vodní páry v konstrukci	Ano	Ano
Vyhodnocení: M _{c,a} < M _{ev,a}	Vyhovuje	Vyhovuje
Vyhodnocení: M _{c,a} < M _{c,N}	Vyhovuje	Vyhovuje

5.8.3 Výsledná energetická náročnost budovy dle programu NKN II

Celková spotřebovaná energie objektu u skladby obvodového pláště zatepleného polystyrenovými deskami Baumit EPS F o tloušťce 120 mm je 45,2 MWh/(m²rok). Pro variantu se zateplením sendvičovými fasádními deskami Isover TWINNER s tloušťkou 100 mm vychází výsledná spotřeba energie budovy na 45,4 MWh/(m²rok). U obou variant se snížením tloušťky tepelné izolace dochází k nárůstu spotřebované energie objektu. Souhrnné výsledky energetické náročnosti budovy včetně protokolu a průkazu energetické náročnosti jsou pro obě skladby obvodových konstrukcí uvedeny v příloze F diplomové práce.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Evidenční číslo PENB: 1122

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Jablunkov, Školní**
 PSČ, místo:
 Typ budovy: **Budova pro zdravotnictví**
 Plocha obálky budovy: 970 m²
 Objemový faktor tvaru A/V: 0,48 m²/m³
 Celková energeticky vztažná plocha: 512 m²

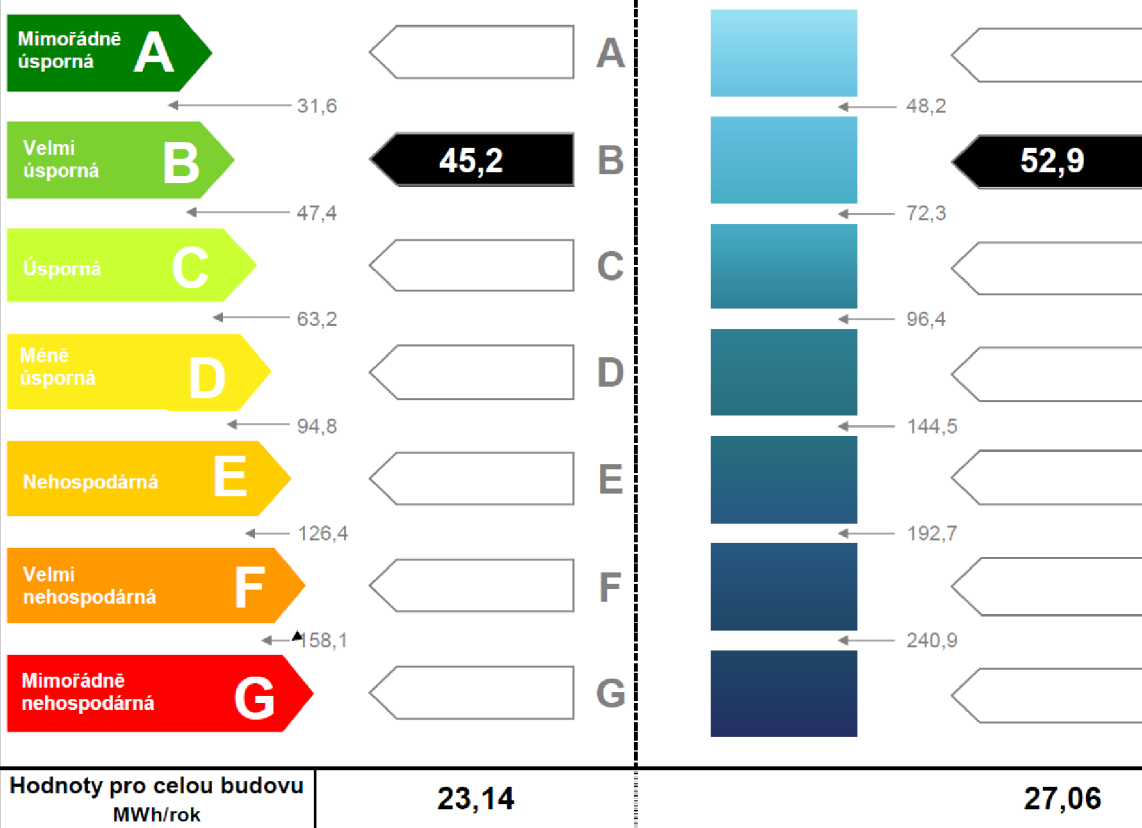


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m².rok)



Obr. č. 43 – První strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí polystyrenových desek Baumit EPS F, tl. 120 mm [zdroj: vlastní]

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ		Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu ma energetickou náročností je znázorněn šipkou
Opatření pro	Stanovena	
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>	Doporučení
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>	
Střechu:	<input type="checkbox"/>	
Podlahu:	<input type="checkbox"/>	
Vytápění:	<input type="checkbox"/>	
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>	
Větrání:	<input type="checkbox"/>	
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>	
Jiné:	<input type="checkbox"/>	

PODÍL ENERGOISITELŮ NA DODANÉ ENERGII	
Hodnoty pro celou budovu	
MWh/rok	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zemní plyn ■ Černé uhlí ■ Hnědé uhlí ■ Propan-butan/LPG ■ Topný olej ■ Elektřina ■ Dřevěné peletky ■ Kusové dřevo, dřevní štěpka ■ Energie okolního prostředí (elektřina a teplo) ■ Elektřina - dodávka mimo budovu ■ Teplo - dodávka mimo budovu ■ CZT s vyšším než 80% podílem OZE ■ CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem OZE ■ CZT s 50% a nižším podílem OZE ■ Ostatní neuvedené energonositele 	

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{em} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Díleč dodaná energie			Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)		
Mimořádně úspěšná							
A	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	1,6
B	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	0,25	36,5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	7,0	<input type="text"/>
D	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
G	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mimořádně neúspěšná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		18,7	0,0	0,0	0,0	3,6	0,8

Zpracovatel:	Tomáš Bojko	Osvědčení č.:	nevyplněno
Kontakt:	776623431	Vyhotoveno dne:	#####
		Podpis:	

Obr. č. 44 – Druhá strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí polystyrenových desek Baumit EPS F, tl. 120 mm [zdroj: vlastní]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Evidenční číslo PENB: 1122

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Jablunkov, Školní**
 PSČ, místo:
 Typ budovy: **Budova pro zdravotnictví**
 Plocha obálky budovy: **970** m²
 Objemový faktor tvaru A/V: **0,48** m²/m³
 Celková energeticky vztažná plocha: **512** m²

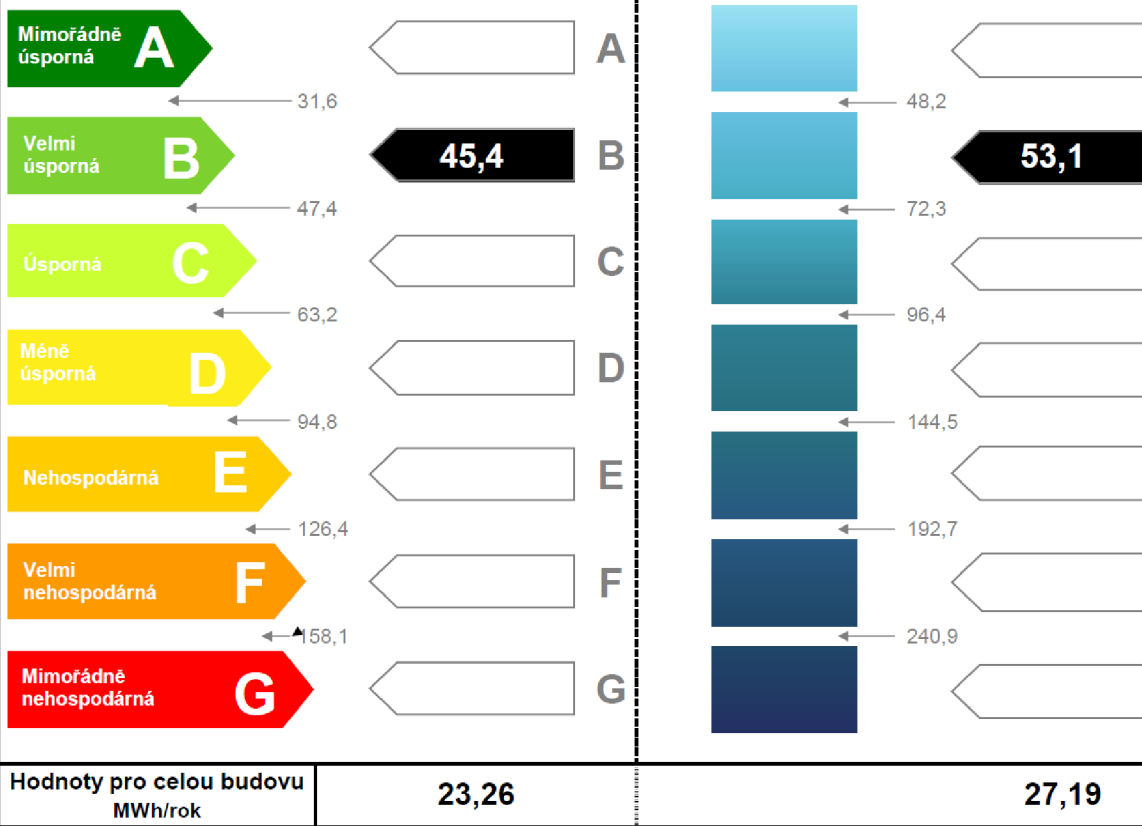


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m².rok)



Obr. č. 45 – První strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm [zdroj: vlastní]

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

PODÍL ENERGOISITELŮ NA DODANÉ ENERGI	
Hodnoty pro celou budovu	
MWh/rok	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zemní plyn ■ Černé uhlí ■ Hnědé uhlí ■ Propan-butan/LPG ■ Topný olej ■ Elektřina ■ Dřevěné peletky ■ Kusové dřevo, dřevní štěpka ■ Energie okolního prostředí (elektřina a teplo) ■ Elektřina - dodávka mimo budovu ■ Teplo - dodávka mimo budovu ■ CZT s vyšším než 80% podílem OZE ■ CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem OZE ■ CZT s 50% a nižším podílem OZE ■ Ostatní neuvedené energonositele 	

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/(m ² ·rok)		
Mimořádně úsporná							
A							1,6
B							
C	0,26	36,8				7,0	
D							
E							
F							
G							
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu		18,8	0,0	0,0	0,0	3,6	0,8
	MWh/rok						

Zpracovatel:	Tomáš Bojko	Osvědčení č.:	nevyplněno
Kontakt:	776623431	Vyhotoveno dne:	#####
		Podpis:	

Obr. č. 46 – Druhá strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm [zdroj: vlastní]

5.8.4 Stanovení nákladů na provedení zateplení obvodové konstrukce

Finanční náklady při využití tepelné izolace z pěnového expandovaného polystyrenu Baumit EPS F tloušťky 120 mm vychází včetně DPH na 912 607 Kč a oproti předchozí tloušťce pěnového polystyrenu 200 mm se snížily o 183 376 Kč. Náklady na realizaci alternativy se zateplením pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER tloušťky 100 mm byly vypočítány na 897 689 Kč včetně DPH. Ve srovnání s tloušťkou sendvičových fasádních desek 180 mm jsou celkové náklady u této varianty nižší o 183 354 Kč. K poklesu celkové ceny u obou variant přispívá také menší tloušťka tepelné izolace XPS pro zateplení soklové oblasti a základové konstrukce, která byla snížena ze 120 mm na 80 mm.

V této práci jsou opět zobrazeny pouze krycí listy dílčích položkových rozpočtů pro zateplení obvodové konstrukce. Podrobný položkový rozpočet pro variantu č. 4 a č. 5 se nachází v příloze G.

Varianta č. 4 - Zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm

Tab. č. 33 – Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní]

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	1	Zdravotní středisko Jablunkov	
Objekt:	1	Zateplení obvodové konstrukce	
Rozpočet:	1	Zateplení polystyrenem Baumit EPS F - 120 mm	
Vypracoval:	Tomáš Bojko		
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	315 835,71	364 390,55	680 226,26
PSV	32 569,47	41 425,06	73 994,53
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	348 405,18	405 815,61	754 220,79
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %		0,00 CZK
Snížená DPH	15 %		0,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %		754 220,79 CZK
Základní DPH	21 %		158 386,00 CZK
Zaokrouhlení			0,21 CZK
Cena celkem s DPH			912 607,00 CZK

Tab. č. 34 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní]

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem	%
62	Úpravy povrchů vnější	HSV	315 835,71	362 303,27	678 138,98	90
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	2 087,28	2 087,28	0
711	Izolace proti vodě	PSV	1 571,91	19 750,66	21 322,57	3
713	Izolace tepelné	PSV	4 390,43	6 252,20	10 642,63	1
764	Konstrukce klempířské	PSV	26 607,13	15 422,20	42 029,33	6
Cena celkem			348 405,18	405 815,61	754 220,79	100

Varianta č. 5 - Zateplení pomocí sendvičových desek Isover TWINNER, tl. 100 mm

Tab. č. 35 – Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení sendvičovými deskami Isover TWINNER [zdroj: vlastní]

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	1	Zdravotní středisko Jablunkov	
Objekt:	1	Zateplení obvodové konstrukce	
Rozpočet:	3	Zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER - 100 mm	
Vypracoval:	Tomáš Bojko		
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	381 804,81	289 858,83	671 663,64
PSV	28 872,61	41 355,38	70 227,99
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	410 677,42	331 214,21	741 891,63
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %		0,00 CZK
Snížená DPH	15 %		0,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %		741 891,63 CZK
Základní DPH	21 %		155 797,00 CZK
Zaokrouhlení			0,37 CZK
Cena celkem s DPH			897 689,00 CZK

Tab. č. 36 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení sendvič. deskami Isover TWINNER [zdroj: vlastní]

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem	%
62	Úpravy povrchů vnější	HSV	381 804,81	287 635,84	669 440,65	90
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	2 222,99	2 222,99	0
711	Izolace proti vodě	PSV	1 571,91	19 750,66	21 322,57	3
713	Izolace tepelné	PSV	3 205,66	6 234,05	9 439,71	1
764	Konstrukce klempířské	PSV	24 095,04	15 370,67	39 465,71	5
Cena celkem			410 677,42	331 214,21	741 891,63	100

5.9 EKONOMICKÁ NÁVRATNOST INVESTICE VLOŽENÉ DO REALIZACE ZATEPLENÍ OBVODOVÉ KONSTRUKCE PŘI SNÍŽENÝCH TLOUŠŤKÁCH TEPELNÉ IZOLACE

Výpočet nákladů na vytápění a ohřev vody

Výsledné náklady na spotřebovanou energii sloužící k vytápění a ohřevu teplé vody se při snížení tloušťky tepelné izolace ze sendvičových fasádních desek Isover TWINNER zvýšily o 1 912 Kč za rok. Ke zvýšení nákladů na vytápění a ohřev vzhledem ke snížení tloušťky tepelné izolace dochází také u pěnového polystyrenu Baumit EPS F, kde jsou celkové roční výdaje vyšší o 1 673 Kč.

Tab. č. 37 - Výpočet celkových nákladů na vytápění a ohřev vody za rok [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Spotřeba energie na vytápění a ohřev vody (kWh/rok)	Typ energie	Jednotková cena zemního plynu (Kč/kWh)	Celkové náklady (Kč/rok)
Obvodová konstrukce bez zateplení	35 905	Zemní plyn	1,19	42 727
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm	22 300	Zemní plyn	1,22	27 206
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	22 418	Zemní plyn	1,22	27 350

Výpočet úspory energie za vytápění a ohřev vody

Roční úspory za spotřebovanou energii na vytápění a ohřev vody se naopak ve srovnání s finančními náklady u obou variant po zmenšení tloušťky tepelné izolace obvodové konstrukce snížily. Úspora energie pro tepelnou izolaci z pěnového expandovaného polystyrenu Baumit EPS F tloušťky 120 mm vychází za rok na 15 521 Kč a při využití sendvičových fasádních desek Isover TWINNER činí roční úspora 15 377 Kč.

Tab. č. 38 – Úspora energie za vytápění a ohřev vody za rok [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Celkové náklady na vytápění a ohřev vody (Kč/rok)	Úspora energie (KWh/rok)	Úspora nákladů (Kč/rok)
Obvodová konstrukce bez zateplení	42 727	-	-
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F, tl. 120 mm	27 206	13 605	15 521
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	27 350	13 487	15 377

Prostá doba návratnosti při financování z vlastních prostředků

Cena plynu u prosté doby návratnosti byla znovu uvažována po celou dobu jako konstantní. Prostá návratnost byla pro čtvrtou a pátou alternativu vypočítána na 59 let. Při porovnání čtvrté a první alternativy se doba návratnosti zkrátila o 5 let. U páté varianty je doba návratnosti ve srovnání s třetí variantou kratší o 4 roky.

Tab. č. 39 – Prostá doba návratnosti [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F, tl. 120 mm	59
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	59

Reálná doba návratnosti při financování z vlastních prostředků

Se zohledněním růstu ceny zemního plynu vychází reálná doba návratnosti pro čtvrtou variantu se zateplením polystyrenovými deskami Baunit EPS F tloušťky 120 mm na 45 let. U páté varianty za využití sendvičových fasádních desek Isover TWINNER tloušťky 100 mm byla vypočtena na 44 let. Čtvrtá varianta se zmenšenou tloušťkou tepelné izolace má vzhledem k první variantě reálnou dobu návratnosti kratší o 3 roky. Ve srovnání páté a třetí varianty se reálná doba návratnosti pro alternativu s menší tloušťkou sendvičových fasádních desek Isover TWINNER taktéž snížila o 3 roky.

Tab. č. 40 – Reálná doba návratnosti [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm	45
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	44

Dynamická doba návratnosti při financování z vlastních prostředků

I v tomto případě byla kapitalizační míra počítána s 8 %. Podle výsledků dynamické doby návratnosti uvedených v tabulce č. 41 vyplývá, že ani po snížení investičních nákladů na zateplení objektu se investice nevrátí. Finanční náklady vynaložené na zateplení budovy jsou stále vysoké a rozdíl mezi celkovými náklady na vytápění včetně přípravy teplé vody u nezateplené obvodové konstrukce a obou zateplených variant nízké.

Tab. č. 41 – Dynamická doba návratnosti [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm	Nenavrátí se
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	Nenavrátí se

Čistá současná hodnota při financování z vlastních prostředků

Čistá současná hodnota u varianty č. 4 vychází pro odhadovanou životnost zateplení 50 let – 682 818 Kč a pro variantu č. 5 byla vypočítána na hodnotu – 669 863 Kč. Na základě výsledků NPV je zřejmé, že investice do zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm a sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm znovu nezajistí požadovanou míru výnosnosti.

Tab. č. 42 – Čistá současná hodnota [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Čistá současná hodnota (Kč)	Vyhodnocení
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm	- 682 818	Neefektivní
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	- 669 863	Neefektivní

5.10 FINANCOVÁNÍ ZA VYUŽITÍ BANKOVNÍHO ÚVĚRU

K výhodám úvěrů poskytovaných bankami patří nízké úrokové sazby a roční procentní sazby nákladů. Banky se řídí mnoha zákony, vyhláškami či nařízeními, kde samotný dohled provádí Česká národní banka. Tento způsob získání úvěru tak patří k jednomu z nejbezpečnějších. Požádat lze o nižší půjčky v hodnotě pár tisíc korun, ale i o částky ve výši několik stovek tisíc korun. Nevýhodou bankovního úvěru je jeho nízká dosažitelnost. Bankovními organizacemi se prověřuje velká část klientských informací a půjčka není poskytována všem žadatelům. U některých institucí nelze o úvěr zažádat, pokud nemá klient zřízen běžný bankovní účet. (56)

Společnost Wüstenrot nabízí možnost získání úvěru od 50 000 Kč do 1 800 000 Kč s fixovanou úrokovou sazbou 4,99 % po celou dobu splácení. Žadatel o získání úvěru má možnost výběru délky doby splatnosti v rozmezí 11 až 22 let. V diplomové práci je pro jednotlivé varianty zateplení uvažována bankovní půjčka v plné výši investice se splatností 15 let. (57)

Prostá doba návratnosti při využití bankovního úvěru

Při porovnání výsledných hodnot vychází nejkratší doba návratnosti u páté varianty na 82 let. Návratnost čtvrté varianty se zateplením pomocí polystyrenu Baumit EPS F tloušťky 120 mm je o rok delší, než při zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER s tloušťkou 100 mm. Alternativa při původní tloušťce sendvičových fasádních desek 180 mm se umístila na třetím místě a hned za ní skončila varianta s využitím polystyrenu Baumit EPS F tloušťky 200 mm. Výrazně nejdelší doba návratnosti vychází u druhé varianty se zateplením pomocí minerální izolace Isover TF PROFI. Celkové výpočty všech dob návratnosti za využití bankovního úvěru jsou v příloze I.

Tab. č. 43 – Prostá doba návratnosti při využití bankovního úvěru [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 200 mm	90
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI, tl. 180 mm	129
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 180 mm	88
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm	83
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	82

Reálná doba návratnosti při využití bankovního úvěru

Také pro reálnou dobu návratnosti u využití bankovního úvěru dochází při srovnání s vlastními prostředky ve všech případech k navýšení počtu let, za které se investice vrátí. Pořadí jednotlivých druhů zateplení je stejné jako v případě prosté doby návratnosti s tím, že nejkratší reálná doba návratnosti pro pátou variantu činí 57 let a nejdelší doba byla stanovena u varianty č. 2 na 80 roků.

Tab. č. 44 – Reálná doba návratnosti při využití bankovního úvěru [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F, tl. 200 mm	62
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI, tl. 180 mm	80
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 180 mm	61
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F, tl. 120 mm	58
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	57

Dynamická doba návratnosti při využití bankovního úvěru

Na základě výsledků dynamické doby návratnosti uvedených v tabulce č. 45 se finanční náklady při poskytnutí bankovního úvěru v žádném z případů zateplení opět nenavrátní. Kapitalizační míra je uvažována stejně jak v předchozích výpočtech metody dynamické doby návratnosti s 8 %.

Tab. č. 45 – Dynamická doba návratnosti při využití bankovního úvěru [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Doba návratnosti (roky)
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F, tl. 200 mm	Nenavrátní se
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI, tl. 180 mm	Nenavrátní se
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 180 mm	Nenavrátní se
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baunit EPS F, tl. 120 mm	Nenavrátní se
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	Nenavrátní se

Čistá současná hodnota při využití bankovního úvěru

Čistá současná hodnota počítána za poskytnutí bankovního úvěru pro odhadovanou životnost zateplení 50 let vyšla pro veškeré posuzované varianty zateplení menší než 0 a ve srovnání s financováním z vlastních finančních prostředků dochází u těchto variant k navýšení záporné částky. Jako nejméně efektivní byla vypočítána druhá varianta se zateplením pomocí minerální izolace Isover TF PROFI tloušťky 180 mm. Na čtvrtém místě vyšla první varianta při zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F tloušťky 200 mm. Na třetím místě z hlediska efektivity investice skončila třetí varianta s využitím sendvičových fasádních desek Isover TWINNER tloušťky 180 mm. Varianta č. 4 při snížené tloušťce polystyrenu Baumit EPS F na 120 mm se umístila jako druhá. Nejefektivnější variantou zateplení jsou sendvičové fasádní desky Isover TWINNER tloušťky 100 mm. Ani jedna z alternativ zateplení obvodové konstrukce nedosahuje požadovanou míru výnosnosti.

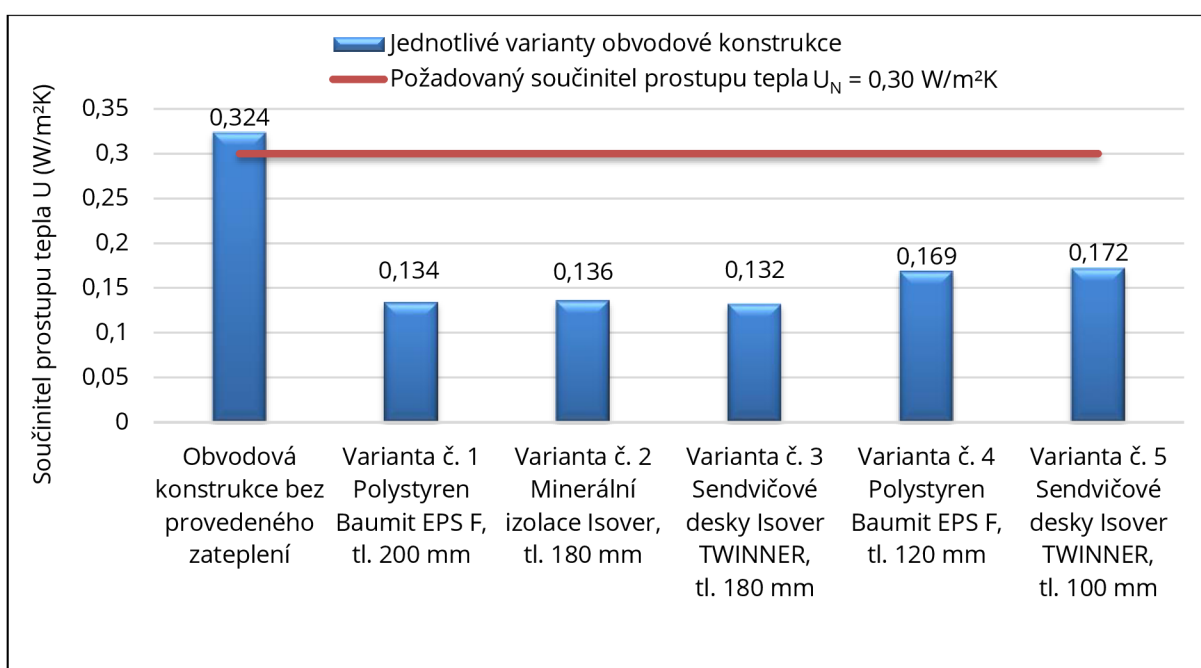
Tab. č. 46 – Čistá současná hodnota při využití bankovního úvěru [zdroj: vlastní]

Varianta zateplení	Čistá současná hodnota (Kč)	Vyhodnocení
Varianta č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 200 mm	- 1 281 435	Neefektivní
Varianta č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI, tl. 180 mm	- 1 947 353	Neefektivní
Varianta č. 3 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 180 mm	- 1 259 218	Neefektivní
Varianta č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm	- 1 047 931	Neefektivní
Varianta č. 5 - zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm	- 1 029 044	Neefektivní

6 ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

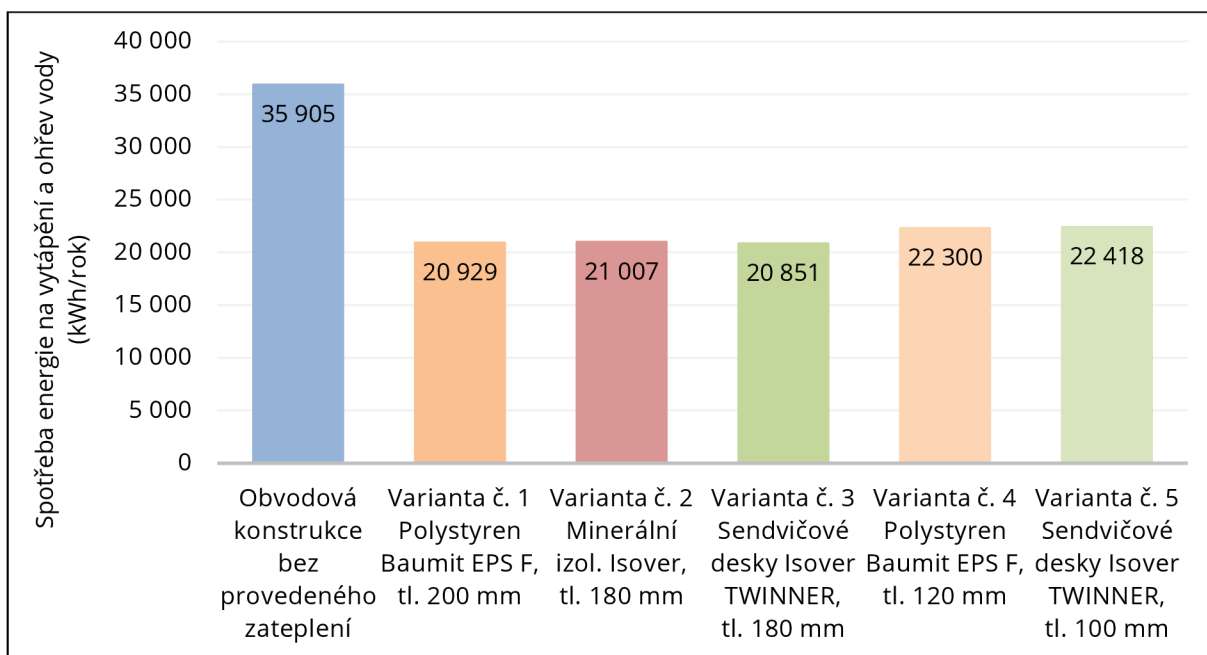
Při grafickém srovnání součinitelů prostupu tepla veškerých provedených návrhů zateplení je viditelné, že nejlépe dokáže zabránit úniku tepla z budovy varianta se sendvičovými fasádními deskami Isover TWINNER o tloušťce 180 mm. Nejvyšší součinitel prostupu tepla obvodovou konstrukcí byl vypočítán taktéž pro sendvičové fasádní desky Isover TWINNER, ale při tloušťce 100 mm, která byla snížena za účelem dosažení nižších finančních nákladů. Požadavek normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov na součinitel prostupu tepla obvodovou konstrukcí $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ je pro všechny navržené alternativy zateplení vyhovující.

Graf č. 8 – Porovnání vypočítaných hodnot součinitelů prostupu tepla U ($\text{W/m}^2\text{K}$) [zdroj: vlastní]



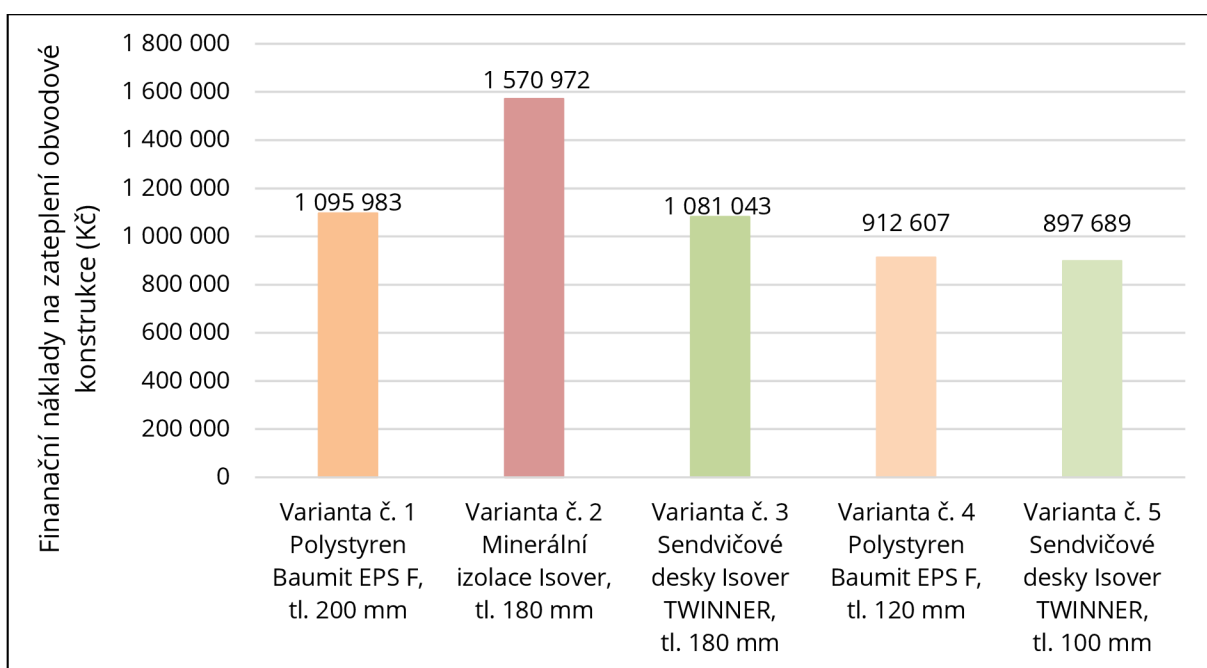
Schopnost obvodové konstrukce odolávat úniku tepla z budovy se projevuje na energii využitě k vytápění budovy a zahřívání vody. Pořadí jednotlivých navržených variant zateplení proto vychází stejně také u roční spotřeby energie vynaložené pro vytápění a ohřev vody, kdy nejnižší roční spotřeba činí u třetí varianty 20,851 MWh a naopak nejvyšší spotřeba v páté variantě má hodnotu 22,418 MWh. Roční spotřebovaná energie na vytápění a ohřev vody pro budovu s obvodovou konstrukcí bez zateplení byla vypočítána na 35,905 MWh a převyšuje tak varianty se zateplením přibližně o 13,5 až 15 MWh za rok.

Graf č. 9 – Porovnání roční spotřeby energie na vytápění a ohřev vody [zdroj: vlastní]



Nejdražším zateplením vyšla druhá varianta při použití minerální izolace z kamenných vláken, která byla vypočítána včetně DPH na 1 570 972 Kč. Ekonomicky nejvýhodnější je varianta č. 5 s cenou 897 689 Kč včetně DPH, kde bylo dosaženo nejnižších finančních nákladů pomocí snížení tloušťky sendvičových fasádních desek Isover TWINNER. Čtvrtá varianta za využití polystyrenu Baumit EPS F tloušťky 120 mm byla stanovena na 912 607 Kč a vzhledem k páte variantě je tak dražší o 14 918 Kč.

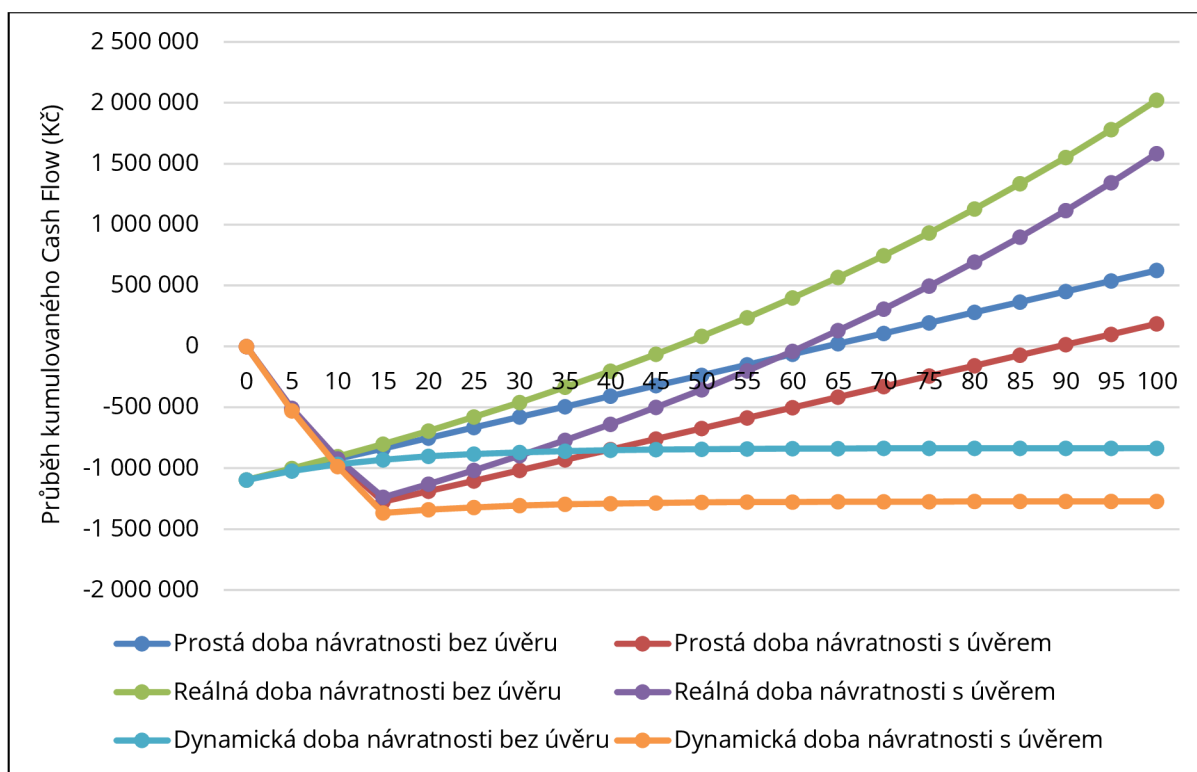
Graf č. 10 – Porovnání nákladů na provedení navržených variant zateplení [zdroj: vlastní]



Pro přehlednost byly do grafické podoby zhotoveny dílčí doby návratnosti pro všechny navržené varianty zateplení obvodové konstrukce. Podle podrobného ekonomického vyhodnocení lze na níže uvedených grafech vidět, že výhodnější je financování z vlastního kapitálu než při využití úvěru z banky.

Pro první variantu zateplení vychází prostá doba návratnosti s financováním pomocí vlastních zdrojů na 64 let a při využití bankovního úvěru se investice u prosté doby návratnosti prodlouží o 26 let. Reálná doba návratnosti při zateplení obvodové konstrukce polystyrenem Baumit EPS F tloušťky 200 mm za využití vlastního kapitálu byla vypočítána na 48 let a při poskytnutí bankovního úvěru je reálná doba návratnosti o 14 let delší. Podle znázorněných křivek dynamické doby návratnosti se pro financování vlastními prostředky a bankovním úvěrem peněžní toky v průběhu let pohybují v záporných částkách a investice se tak nikdy nenavrátí.

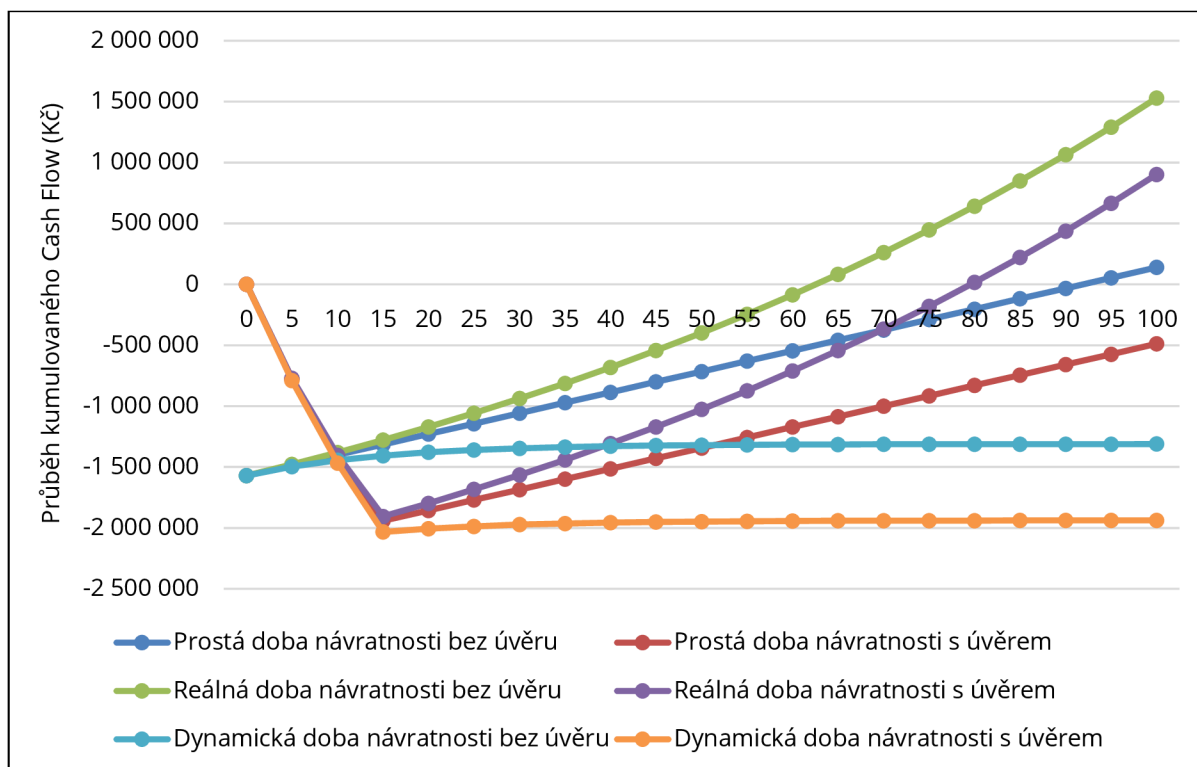
Graf č. 11 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 200 mm [zdroj: vlastní]



V druhé variantě byla prostá doba návratnosti investice pro vlastní zdroj financování vypočtena na 92 let a při využití bankovního úvěru je návratnost finančních prostředků delší o 37 let. Reálná doba návratnosti byla pro minerální izolaci Isover TF PROFI tloušťky 180 mm u vlastního kapitálu vypočítána na 63 let a při poskytnutí úvěru z banky se investice navrátí o 17 let

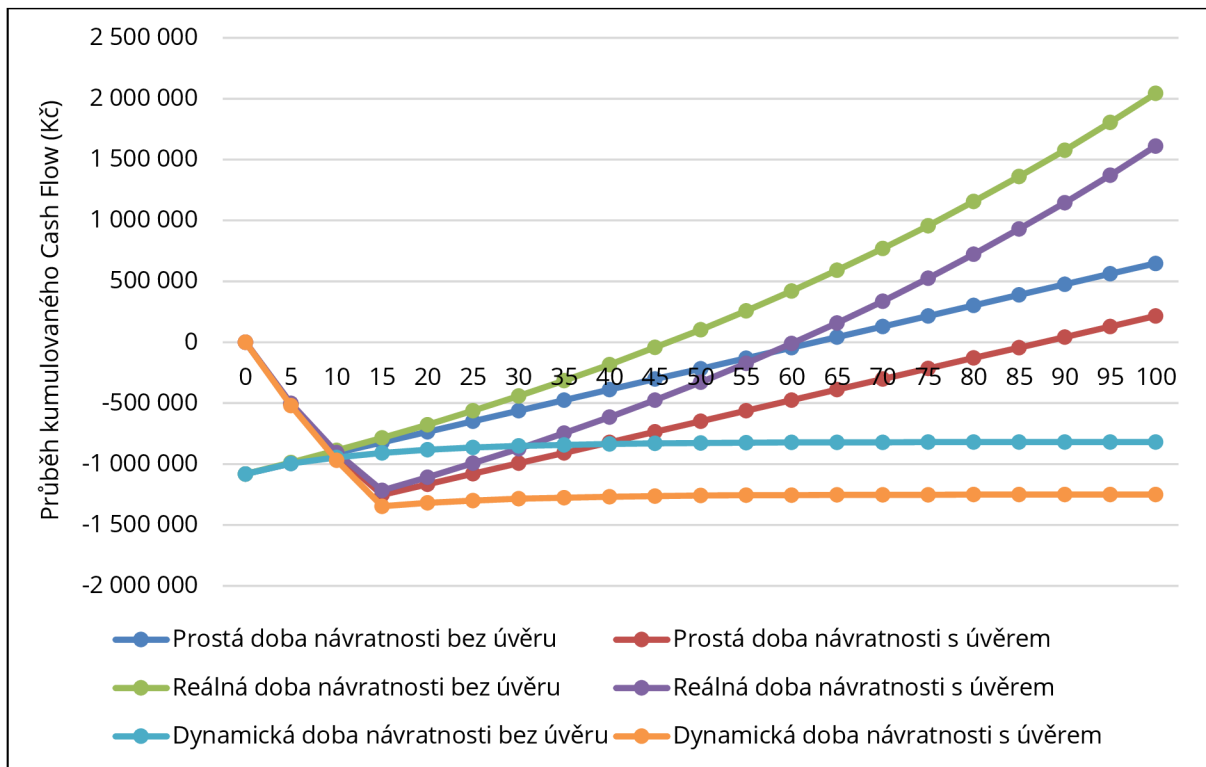
později. Na základě grafických výsledků dynamické doby návratnosti s kapitalizační mírou 8 % je opět viditelné, že nedojde k navrácení vložené investice do zateplení.

Graf č. 12 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI, tl. 180 mm [zdroj: vlastní]



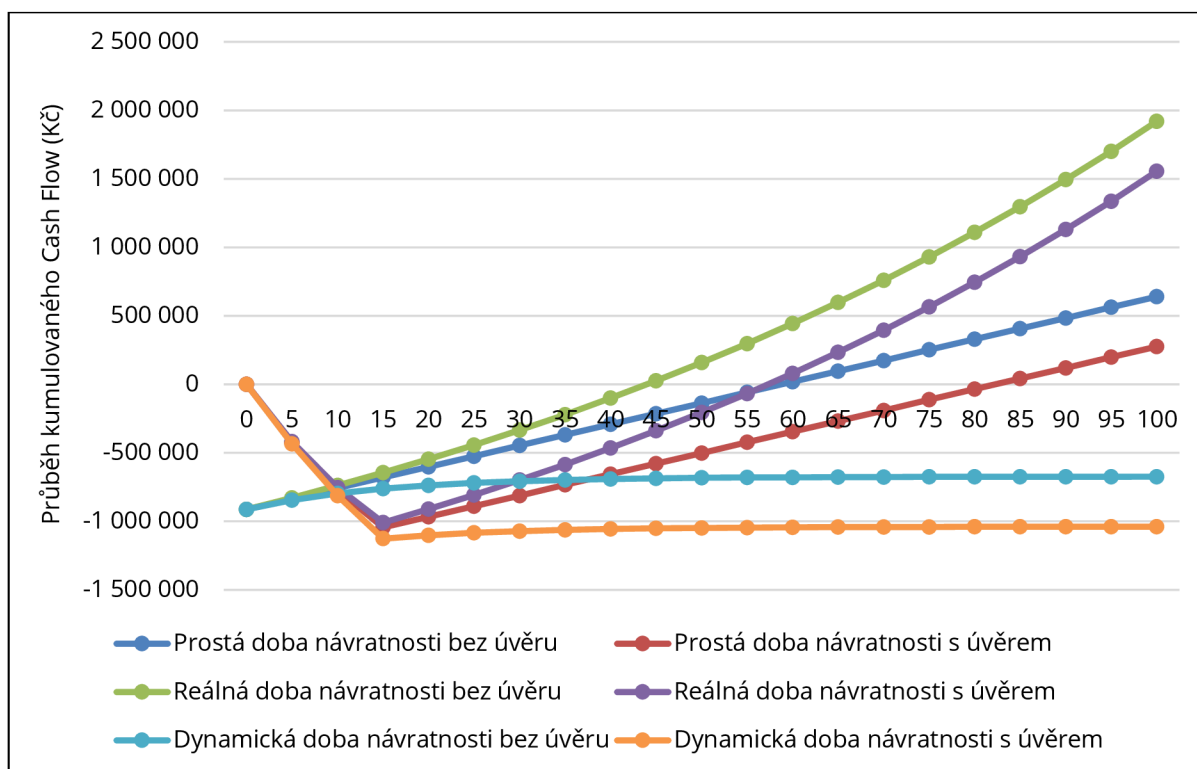
Na grafu č. 13, kde jsou vyobrazeny průběhy dílčích dob návratnosti pro třetí variantu se peněžní toky pohybují velmi obdobným způsobem jako u první alternativy se zateplením pomocí polystyrenu Baumit EPS F o tloušťce 200 mm. Varianta se zateplením pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER tloušťky 180 mm má prostou dobu návratnosti investice s využitím vlastního kapitálu 63 let a při financování za poskytnutí bankovního úvěru je návratnost investice delší o 25 let. Investice vložená do zateplení při reálné době návratnosti za využití vlastního kapitálu, která byla v tomto případě vypočtena na 47 let se navrátí o 14 let dříve než při využití bankovního úvěru. Dynamická doba návratnosti se pohybuje také u třetí varianty při využití financování jak z cizích zdrojů, tak ze zdrojů vlastních po celou dobu v záporných hodnotách.

Graf č. 13 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 3 - zateplení sendvičovými deskami Isover TWINER, tl. 180 mm [zdroj: vlastní]



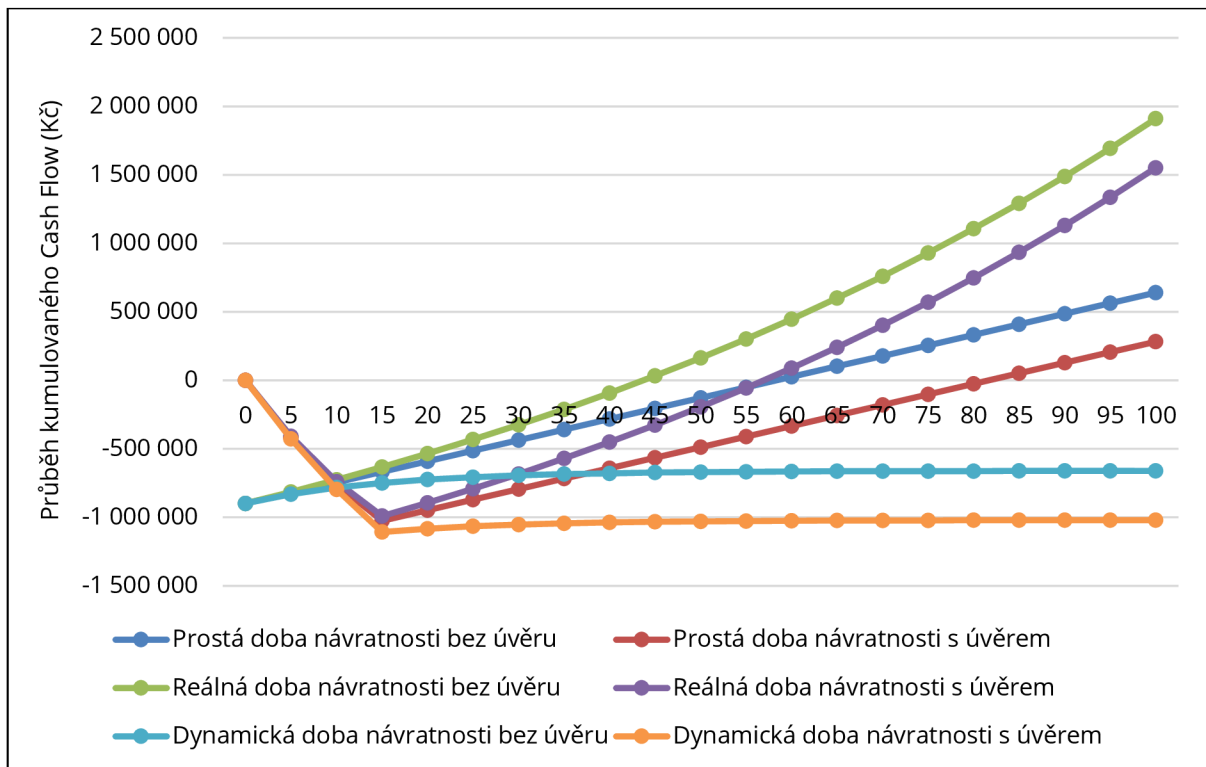
Po zmenšení tloušťky polystyrenu Baumit EPS F na 120 mm se snížily finanční náklady vynaložené na zateplení obvodové konstrukce a zároveň se zkrátila prostá i reálná doba návratnosti. Návratnost kapitálu vloženého do zateplení u prosté doby návratnosti s financováním z vlastních prostředků byla pro čtvrtou variantu vypočtena na 59 let a při využití bankovního úvěru je doba návratnosti o 24 roků delší. Reálná doba návratnosti za využití vlastního kapitálu byla vypočítána pro zateplenou obvodovou konstrukci polystyrenem Baumit EPS F se sníženou tloušťkou 120 mm na 45 let a při reálné době návratnosti za poskytnutí bankovního úvěru se návratnost investice prodlouží o 13 let. Podle výsledků dynamické doby návratnosti u čtvrté varianty vložená investice znova převyšuje diskontované peněžní příjmy a nikdy tak nezajistí požadovanou míru výnosnosti 8 %.

Graf č. 14 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm [zdroj: vlastní]



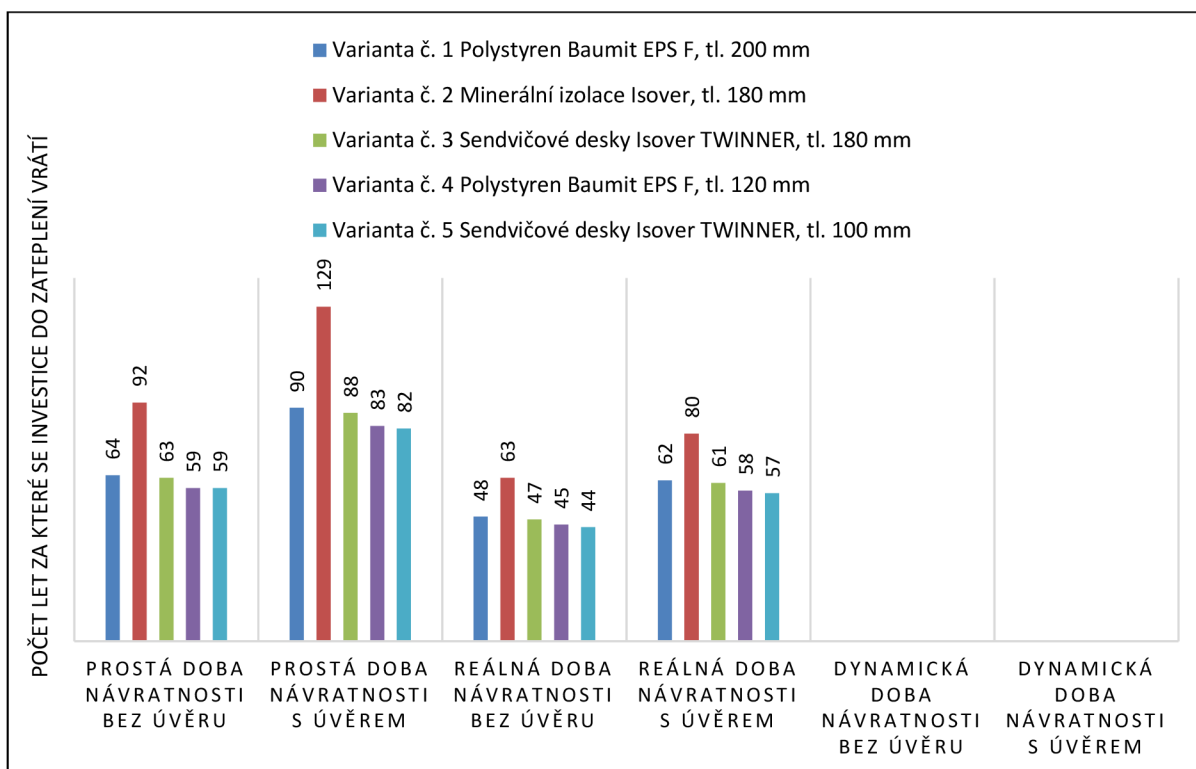
Pro pátou variantu, kde byla snížena tloušťka sendvičových fasádních desek Isover TWINNER na 100 mm se podobně jak u varianty č. 4 zkrátila prostá a reálná doba návratnosti. Varianta č. 5 má prostou dobu návratnosti investice při zohlednění vlastního kapitálu 59 let a ve srovnání s financováním za poskytnutí bankovního úvěru je doba návratnosti o 23 let kratší. Reálná doba návratnosti byla pro sendvičové fasádní desky tloušťky 180 mm u vlastního kapitálu vypočítána na 44 let a při financování s poskytnutím bankovního úvěru se investice vrátí o 13 let později. Průběh diskontovaných peněžních toků páté alternativy při obou způsobech financování dosahuje oproti dalším čtyřem variantám nejnižších záporných hodnot. Ani v tomto případě však nedochází k navrácení investice vložené do zateplení obvodové konstrukce.

Graf č. 15 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 5 - zateplení sendvičovými deskami Isover TWINER, tl. 100 mm [zdroj: vlastní]



Porovnání jednotlivých výsledků se zjištěnými dobami návratnosti veškerých variant zateplení je znázorněno v grafu č. 16. Varianta č. 5 se zateplením sendvičovými fasádními deskami Isover TWINER tloušťky 100 mm má nejkratší doby návratnosti ve všech případech kromě prosté doby návratnosti s financováním z vlastních prostředků, kdy vyšla shodně s čtvrtou variantou. Na druhém místě při srovnání všech dob návratnosti investice je právě varianta č. 4 s polystyrenem Baumit EPS F o tloušťce 120 mm. Další skončila třetí alternativa s původní tloušťkou sendvičových fasádních desek Isover TWINER 180 mm. Čtvrtou příčku obsadil polystyren Baumit EPS F s tloušťkou 200 mm. Jednoznačně nejdelší doby návratnosti byly vypočítány pro druhou variantu s minerální izolací tloušťky 180 mm.

Graf č. 16 – Porovnání dob návratnosti jednotlivých variant zateplení [zdroj: vlastní]



Podle výsledků dynamické doby návratnosti jsou všechny navržené varianty vzhledem k vysokým finančním nákladům na jednotlivá zateplení a nízkým ročním úsporám za vytápění včetně ohřevu teplé vody neefektivní. Ani jedna z variant zateplení obvodové konstrukce nedosahuje požadovanou míru výnosnosti a finanční náklady vynaložené na zateplení obvodové konstrukce se v žádném z navržených případů nenavratí. Původní obvodová konstrukce bez provedení zateplení ovšem při zohlednění vlivu tepelných mostů podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov nesplní požadavek na součinitel prostupu tepla a šíření vlhkosti v obvodové konstrukci. Proto je zapotřebí navzdory neefektivnosti investic vybrat nejvýhodnější alternativu na základě dosažených výsledků. Po vyhodnocení veškerých výpočtů vychází nejlépe pátá varianta, kde byla tloušťka sendvičových fasádních desek Isover TWINNER snížena na 100 mm. U varianty č. 5 vyšly nejnižší náklady na provedení zateplení obvodové konstrukce. Prostá doba návratnosti páté varianty při financování z vlastních prostředků byla vypočítána na 59 let, stejně jako pro čtvrtou variantu. V ostatních případech je doba návratnosti investice vždy kratší se zateplením pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER tloušťky 100 mm. Čistá současná hodnota pro odhadovanou životnost zateplení 50 let počítána jak za poskytnutí bankovního úvěru, tak při využití vlastního kapitálu vychází u páté varianty s nejmenší zápornou hodnotou. Z toho vyplývá, že se jedná o neefektivnější alternativu zateplení.

6.1 SROVNÁNÍ S PODOBNÝMI PŘÍPADY

V poslední části bylo snahou najít podobné již řešené případy v souvislosti s vlivem zateplení budovy na výdaje spojené s jejím provozem a následně porovnat dosažené výsledky ekonomické návratnosti. Srovnání je vzhledem k malému množství dostupných řešení dané problematiky velmi složité. Navíc každá stavba má rozdílné konstrukční a materiálové řešení. Liší se také způsob vytápění včetně jeho účinnosti, který rovněž ovlivňuje výslednou spotřebovanou energii budovy, a především jsou rozdílné klimatické podmínky, ve kterých se stavba nachází. Proto bylo cílem zaměřit se v obecné rovině na všechny typy staveb, u kterých byla tato problematika řešena. Diplomová práce ovšem řeší novou aktuální situaci zabývající se zateplením budovy na základě platných legislativních požadavků v roce 2020, které jsou aplikovány již na konkrétní energeticky úspornou budovu. Jedná se o novou problematiku a databáze takto řešených staveb ani odborné práce zabývající se návratností investic spojených se zateplením energeticky úsporných domů podle současně platné legislativy na území České republiky zatím neexistují. Posouzení bude možné až s odstupem času, kdy se bude zateplovat více těchto energeticky úspornějších staveb a bude existovat odpovídající základna, která bude statisticky vyhodnotitelná.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala vlivem provedení zateplení navrženého zdravotního střediska v Jablunkově na výdaje spojené s provozem této stavby. Ze začátku byly navrženy první tři varianty zateplení obvodové konstrukce. Pro první variantu zateplení byl využit pěnový expandovaný polystyren Baumit EPS F tloušťky 200 mm. Druhá varianta byla navržena pomocí minerální izolace z kamenných vláken o tloušťce 180 mm. Ve třetí variantě byly využity sendvičové fasádní desky Isover TWINNER tloušťky 180 mm tvořené šedým polystyrenem a krycí vrstvou z minerální vlny. Tyto navržené varianty byly posouzeny z hlediska požadovaného součinitele prostupu tepla a možnosti šíření vlhkosti v konstrukci. Ve všech případech došlo ke splnění normových hodnot. Následně byla vypočítána energetická náročnost budovy pro každou navrženou variantu zateplení včetně vyhotovení průkazu energetické náročnosti. Nejmenší spotřeba energie vyšla při porovnání prvních tří variant pro alternativu se zateplením pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER tloušťky 180 mm. Poté byly položkovým rozpočtem určeny náklady na provedení zateplení obvodové konstrukce, kdy finančně nejvýhodněji vyšla třetí varianta. Následně byly spočítány roční úspory energie za vytápění a ohřev vody, které se z důvodu podobných součinitelů prostupů tepla u všech tří variant pohybovaly kolem 17 000 Kč. Pro určení ekonomické návratnosti při financování z vlastních prostředků byl použit výpočet prosté doby návratnosti, reálné doby návratnosti a dynamické doby návratnosti. Prostá doba návratnosti, kde nebyla zohledňována různá výše peněžních toků v jednotlivých letech vyšla při srovnání původně navržených alternativ zateplení nejkratší pro třetí variantu. U metody reálné doby návratnosti se zohledněním růstu ceny zemního plynu 1 % ročně byla nejkratší návratnost investice vypočítána opět pro variantu č. 3. Podle výsledků dynamické doby návratnosti, kdy bylo počítáno s diskontovaným ziskem byl dosažen závěr, že žádná z výše posuzovaných variant nezajistí navrácení investice. Vysoké finanční náklady spojené s realizací zateplení obvodové konstrukce a malými rozdíly mezi celkovými náklady na vytápění (včetně přípravy teplé vody) u nezateplené obvodové konstrukce a zateplených variant zapříčinily, že čistá současná hodnota při životnosti zateplení 50 let vyšla výrazně nižší než nula. Objekt s obvodovou konstrukcí bez navrženého zateplení však nesplnil při zohlednění vlivu tepelných mostů požadavky normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov na součinitel prostupu tepla a šíření vlhkosti v konstrukci. Proto byly následně vybrány varianty č. 1 a č. 3, pro které byla zmenšena tloušťka tepelné izolace za účelem snížení celkových nákladů na provedení zateplení. Tloušťka pěnového polystyrenu Baumit EPS F byla zmenšena na 120 mm a sendvičových fasádních desek Isover TWINNER na 100 mm. Prostá doba návratnosti při využití vlastního kapitálu se u obou variant sice zkrátila, ale pouze o 5 let pro čtvrtou variantu a o 4 roky

pro variantu pátou. Také investice u reálné doby návratnosti za využití vlastních prostředků se výrazně nezkrátila, kdy doba návratnosti vyšla pro obě varianty se sníženou tloušťkou tepelné izolace o 3 roky kratší. Z výsledků dynamické doby návratnosti při financování z vlastního kapitálu také v případě čtvrté a páté varianty vyplynulo, že ani po snížení investičních nákladů na zateplení obvodové konstrukce se investice nenavratí. Průběh diskontovaných peněžních toků obou alternativ při financování z vlastních prostředků dosáhl oproti prvním třem variantám nižších záporných hodnot a tím došlo ke snížení neefektivnosti investice. Nakonec bylo počítáno pro jednotlivé varianty zateplení s možností financování za poskytnutí bankovního úvěru od společnosti Wüstenrot. Pro všechny navržené varianty se prostá doba návratnosti s reálnou dobou návratnosti při zohlednění bankovního úvěru vzhledem k využití vlastních finančních prostředků výrazně navýšila a zároveň došlo v průběhu let k navýšení záporných částek čisté současné hodnoty. Na základě porovnání výsledků výpočtů prosté, reálné a dynamické doby návratnosti při financování za využití bankovního úvěru, poté opět nejlépe vyšla pátá varianta.

Důvodem nezajištění požadované míry výnosnosti investice pro žádnou z navržených variant zateplení je fakt, že dochází ke srovnání nákladů na vytápění novostavby, jejíž tepelně technické parametry se blíží parametrům požadovaných normou ČSN 73 0540-2. Roční úspory spojené s vytápěním budovy jsou proto při srovnání nezateplené obvodové konstrukce s navrženými zateplenými variantami nízké. Investiční náklady spojené s realizací certifikovaného zateplovacího systému jsou naopak poměrně vysoké. Novostavba zdravotního střediska s nezateplenou obvodovou konstrukcí, která má součinitel prostupu tepla vyšší než $0,3 \text{ W/m}^2\text{k}$, však jak už bylo výše uvedeno, nespĺňuje požadavek současné platné normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, a proto na realizaci takové stavby nelze vydat stavební povolení. Aby budoucí novostavba zdravotního střediska vyhověla současným tepelně technickým požadavkům normy ČSN 73 0540-2 a mohla získat stavební povolení, musí být její obvodová konstrukce zateplena. Z tohoto důvodu musí být pro investora vybrána nejvýhodnější varianta zateplení.

Při srovnání výsledků jednotlivých dob návratnosti všech navržených typů zateplení obvodové konstrukce vychází nejlépe varianta č. 5 se sendvičovými fasádními deskami Isover TWINNER tloušťky 100 mm. Tato varianta podle výpočtů čisté současné hodnoty při obou typech financování s odhadovanou životností zateplení 50 let sice vychází menší než 0, ale v porovnání s ostatními variantami dosahuje nejnižší záporné hodnoty a jedná se tak o ekonomicky nejvýhodnější variantu. Vzhledem k těmto dosaženým výsledkům se proto doporučuje investovat do páté varianty.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) DAHLSVEEN, T., PETRÁŠ, D. a HIRŠ, J. *Energetický audit budov*. Bratislava: JAGA GROUP, 2003. ISBN 80-88905-86-9.
- (2) Úspory energie [online]. *INTOSAI WGEA, 2016 [cit. 2020-01-27]*. Dostupné z: <https://www.nku.cz/assets/publikace-a-dokumenty/ostatni-publikace/uspory-energie-intosai-wgea-2017.pdf>
- (3) VEVERKOVÁ, Jana. *Pozice obnovitelných zdrojů energie v energetické bilanci České republiky (1)*. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/19358-pozice-obnovitelnych-zdroju-energie-v-energeticke-bilanci-ceske-republiky-1>
- (4) VEVERKOVÁ, Jana. *Pozice obnovitelných zdrojů energie v energetické bilanci České republiky (2)*. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/19383-pozice-obnovitelnych-zdroju-energie-v-energeticke-bilanci-ceske-republiky-2>
- (5) Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. In: *Sbírka zákonů 2020*.
- (6) KRAUS, Michal. *Nízkoenergetické a pasivní stavby: Energetická bilance*. Michal Kraus [online]. Freelance Construction Consultant, 2018 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://krausmichal.cz/nizkoenergeticke-a-pasivni-stavby-energeticka-bilance/>
- (7) Kritéria NZEB a data platnosti požadavků. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/363-kriteria-nzeb-a-data-platnosti-pozadavku>
- (8) POČINKOVÁ, Marcela. *TZB II - VYTÁPĚNÍ BUDOV: TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOV*. MODUL 1. Brno: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ - FAKULTA STAVEBNÍ, 2006.
- (9) OSTRÝ, Milan a Roman BRZOŇ. *Stavební fyzika: Tepelná technika v teorii a praxi*. První vydání. Brno: oktaedr, 2014. ISBN 978-80-214-4879-7.
- (10) KM BETA, . *Zdicí systém SENDWIX*. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/11346-zdici-system-sendwix-novy-prvek-pro-minimalizaci-tepelnych-mostu-mezi-stenou-a-zaklady>
- (11) Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku. In: *Sbírka zákonů 2016*.
- (12) Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. In: *Sbírka zákonů 2015*.
- (13) Vyhláška č. 193/2007 Sb., stanovení účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie. In: *Sbírka zákonů 2007*.

- (14) Vyhláška č. 194/2007 Sb., pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody. In: Sbíрка zákonů 2014.
- (15) ČSN 73 0540-1. *Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- (16) ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- (17) ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- (18) ČSN 73 0540-4. *Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- (19) TNI 73 0331. *Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet - Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- (20) ČSN EN ISO 13789. *Tepelné chování budov – Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním – Výpočtová metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- (21) ČSN EN ISO 6946. *Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- (22) SVOBODA, Zbyněk. *Volně šiřitelný program Teplo 2017 EDU*. Katedra konstrukcí pozemních staveb [online]. c2008-2018 [cit. 2019-11-17]. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=369>
- (23) SVOBODA, Luboš. *Stavební hmoty 3*. Praha: Jaga Group, 2013. ISBN 978-80-260-4972-2.
- (24) Průkaz energetické náročnosti budovy a energetický audit. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/10584-prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-a-energeticky-audit>
- (25) KDY JE POTŘEBA MÍT ZPRACOVÁN PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI. *ENERCO [online]*. Enerco [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.energeticky-stitek-levne.cz/kdy-potrebuji-penb#>
- (26) Energetická náročnost budov - definice pojmů. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/239-energeticka-narocnost-budov-definice-pojmu>
- (27) ŠUBRT, Roman. *Tepelné izolace domů a bytů*. První vydání. Praha: Grada Publishing, 1998. ISBN 80-7169-566-1.

- (28) BARREIRA, Eva a Vasco DE FREITAS. *External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS): An Evaluation of Hygrothermal Behaviour*. Berlin: Springer International Publishing, 2016. ISBN 978-3-319-20381-2.
- (29) Izolační PUR Panel - Výmět od 150,-/m². *CHLADÍRENSKÝ SERVIS JEDLIČKA [online]*. [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <https://www.chsjedlicka.cz/bazar/izolacni-pur-panel-vymet-od-150-m2.htm>
- (30) Nejúčinnější tepelná izolace pro vaše projekty. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/izolace-strechy-fasady/13347-nejucinnejsi-tepelna-izolace-pro-vase-projekty>
- (31) ŠUBRT, Roman. *Jaké jsou druhy tepelných izolací? Rekonstrukce panelového bytu [online]*. Revitalizace.com [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.revitalizace.com/tepelne-izolace/jake-jsou-druhy-tepelnych-izolaci/>
- (32) Fasádní polystyren Baumit EPS-F 160 mm. *STAVEBNÍBAZAR [online]*. Stavební Bazar Online.cz, 2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.stavebni-bazar-online.cz/detail.php?sub=tepelna-izolace&id=1425&text=fasadni-polystyren-baumit-eps-f-160-mm>
- (33) Polystyrenové izolace. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>
- (34) Extrudovaný polystyren Isover Styrodur 5000 CS (1250x600 mm). *In: Epicentrum home [online]*. BSSHOP, 2017 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.epicentrumhome.cz/extrudovany-polystyren-isover-styrodur-5000-cs-1250x600-mm-p9487/?cid=2534>
- (35) Minerální izolace. *TZB-info [online]*. Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/298-mineralni-izolace>
- (36) Podložka pod plovoucí podlahy Mirelon 2 mm. *JANÍK STAVEBNINY [online]*. [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.stavebniny-janik.cz/podlozka-pod-plovouci-podlahy-mirelon-2-mm>
- (37) PETÁKOVÁ, Helena. *ISOCELL: Když mezi krokve zafouká. DŘEVOstavby.cz [online]*. Praha: DŘEVOstavby, 2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/2605-isocell-kdyz-mezi-krokve-zafouka#>
- (38) HOUŠKA, Petr. *Perlit je darem přírody. DŘEVOstavby.cz [online]*. Praha: DŘEVOstavby, 2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/2238-perlit-je-darem-prirody>
- (39) HOUŠKA, Petr. *Keramzit je darem přírody. DŘEVOstavby.cz [online]*. Praha: DŘEVOstavby, 2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/2448-karamzit-je-darem-prirody>
- (40) Heraklith Agro AK. *BigMat [online]*. Stavebniny Líbeznice [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://www.bigmatlibeznice.cz/heraklith-agro-ak>

- (41) HOUŠKA, Petr. *Znáte tepelně izolační pěnové sklo? DŘEVOstavby.cz [online]*. Praha: DŘEVOstavby, 2020 [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/2086-znate-tepelne-izolacni-penove-sklo>
- (42) Přírodní tepelné izolace. *Chalupář [online]*. Praha: Časopisy pro volný čas [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/prirodni-tepelne-izolace/>
- (43) Způsoby zateplení obvodového pláště domu. *ISTAVITEL.cz [online]*. iSTAVITEL.CZ, c2009-2010 [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepelne-izolace/zpusoby-zatepleni-obvodoveho-plaste-domu_81
- (44) Venkovní a vnitřní omítky YTONG: Provádění omítek YTONG. *In: STAVEBNICTVI3000.cz [online]*. Hradec Králové: VEGA spol [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/venkovni-a-vnitri-omitky-ytong>
- (45) DOLEŽEL, Jiří. *Zateplení soklu. CENTRUM ZATEPLENÍ [online]*. Centrum-zatepleni.cz., 2012 [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://www.centrum-zatepleni.cz/zatepleni-soklu/>
- (46) Zateplení soklu a základů svépomocí. *Venkovský dům [online]*. [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <http://www.venkovskydum.cz/zatepleni-soklu-a-zakladu-postup/>
- (47) Zateplovací systémy Baumit: *Požární bezpečnost staveb [online]*. Baumit, 2017 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: https://baumit.cz/files/cz/Technicke_dokumenty/Zateplovaci_systemy/Protipozarni_atesty/Pozadavky_pro_pozarni_bezpecnost.pdf
- (48) MARKOVÁ, Leona. *Ceny ve stavebnictví: Průvodce studiem předmětu [online]*. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta stavební. [cit. 2020-02-08].
- (49) CUPAL, Martin. *Ekonomická efektivnost investic: Ekonomické metody hodnocení efektivnosti investic*. Brno: Ústav soudního inženýrství, Vysoké učení technické.
- (50) BOJKO, Tomáš. *Zdravotní středisko. Brno, 2018*. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí práce Miloš Lavický.
- (51) Úvod. *NÁRODNÍ KALKULAČNÍ NÁSTROJ – NKN II [online]*. Praha: katedra technických zařízení budov, Fakulta stavební, ČVUT, 2014 [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <http://nkn.fsv.cvut.cz>
- (52) VAILLANT Sestava VU 306/5-5 ecoTEC plus + VIH R 150/6 M. *GAS.cz [online]*. GAS - TM, 2019 [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://www.gas.cz/vaillant-sestava-vu-3065-5-ecotec-plus--vih-r-1506-m/produkt/14779/252/?fbclid=IwAR2XXI-qKC43JumECoNgrVHMxQyh6n5FnwCNEG3u-V10D9stgyCUqE4wL2c#description>
- (53) BUILDpower S. *RTS [online]*. Brno: RTS [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://www.rts.cz/buildpower.aspx>

- (54) REINBERK, Zdeněk. *Přepoččet spotřeby zemního plynu na kWh. TZB-info [online].* Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-21]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/95-prepocet-spotreby-zemniho-plynu-na-kwh>
- (55) Vývoj celkových cen zemního plynu. *TZB-info [online].* Topinfo, c2001-2020 [cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-zemniho-plynu>
- (56) PŘEHLED ÚVĚŘŮ NA TRHU. *TOMMY STACHI Půjčky z pohodlí domova [online].* Praha: TOMMY STACHI, 2020 [cit. 2020-03-01]. Dostupné z: <https://tommystachi.cz/category/prehled-pujcky-vyhody-nevyhody/>
- (57) Úvěry: PůjčkaProBydlení. *Wüstenrot: Řešení vašeho bydlení [online].* Wüstenrot [cit. 2020-03-01]. Dostupné z: https://www.wuestenrot.cz/uvery/pujcka-probydleni?utm_id=102082&utm_medium=display&utm_source=pujckaco&utm_campaign=uvery_a_stavebni_sporeni_0220&utm_content=srovnac&utm_term=pujcka_probydleni

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 – Technické požadavky vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov (6)	15
Tab. č. 2 – Požadované a doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla U dle ČSN 73 0540-2:2011 (9)	21
Tab. č. 3 – Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy podle vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov (9)	25
Tab. č. 4 – Součinitel tepelné vodivosti λ (W/mK) u vybraných tepelněizolačních materiálů (27) ...	28
Tab. č. 5 – Skladba obvodové konstrukce bez provedení zateplení [zdroj: vlastní]	54
Tab. č. 6 – Varianta č. 1 - Zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní]	54
Tab. č. 7 – Varianta č. 2 - Zateplení pomocí minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI [zdroj: vlastní]	54
Tab. č. 8 – Varianta č. 3 – Zateplení pomocí sendvičové fasádní desky Isover TWINNER [zdroj: vlastní]	55
Tab. č. 9 – Porovnání a vyhodnocení vypočítaných hodnot součinitelů prostupu tepla podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [zdroj: vlastní]	55
Tab. č. 10 – Posouzení požadavku na šíření vlhkosti v konstrukci podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [zdroj: vlastní]	56
Tab. č. 11 – Hodnoty součinitelů prostupu tepla u jednotlivých stavebních konstrukcí [zdroj: vlastní]	59
Tab. č. 12 – Sezónní účinnost výroby tepla zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ pro plynové kotle do 35 kW (19) .	60
Tab. č. 13 – Typické účinnosti sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$ pro systémy vytápění (19)	60
Tab. č. 14 – Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$ pro teplovodní systémy vytápění (19) .	61

Tab. č. 15 – Denní ztráta tepla zásobníku teplé vody $Q_{W,gen,Is}$ – nepřímo ohříváný zásobník teplé vody (19).....	61
Tab. č. 16 – Denní ztráta tepla rozvodů teplé vody $Q_{W,dis,Is}$ – tloušťka izolace 13 mm (19)	61
Tab. č. 17 – Měrná denní potřeba na přípravu teplé vody (19)	62
Tab. č. 18 – Celková potřeba teplé vody [zdroj: vlastní]	62
Tab. č. 19 – Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní].....	74
Tab. č. 20 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní].....	74
Tab. č. 21– Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení minerální izolací Isover TF PROFI [zdroj: vlastní].....	75
Tab. č. 22 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení minerální izolací Isover TF PROFI [zdroj: vlastní].....	75
Tab. č. 23 – Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení sendvičovými deskami Isover TWINER [zdroj: vlastní].....	76
Tab. č. 24 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení sendvič. deskami Isover TWINNER [zdroj: vlastní].....	76
Tab. č. 25 – Výpočet celkových nákladů na vytápění a ohřev vody za rok [zdroj: vlastní]	78
Tab. č. 26 – Úspora energie za vytápění a ohřev vody za rok [zdroj: vlastní].....	79
Tab. č. 27 – Prostá doba návratnosti [zdroj: vlastní].....	80
Tab. č. 28 – Reálná doba návratnosti [zdroj: vlastní]	80
Tab. č. 29 – Dynamická doba návratnosti [zdroj: vlastní].....	81
Tab. č. 30 – Čistá současná hodnota [zdroj: vlastní].....	81
Tab. č. 31 – Porovnání a vyhodnocení vypočítaných hodnot součinitelů prostupu tepla podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [zdroj: vlastní].....	83
Tab. č. 32 – Posouzení požadavku na šíření vlhkosti v konstrukci podle normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [zdroj: vlastní].....	83
Tab. č. 33 – Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní].....	89
Tab. č. 34 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní].....	89
Tab. č. 35 – Krycí list položkového rozpočtu pro zateplení sendvičovými deskami Isover TWINER [zdroj: vlastní].....	90
Tab. č. 36 – Rekapitulace stavebních dílů pro zateplení sendvič. deskami Isover TWINNER [zdroj: vlastní].....	90
Tab. č. 37 – Výpočet celkových nákladů na vytápění a ohřev vody za rok [zdroj: vlastní]	91
Tab. č. 38 – Úspora energie za vytápění a ohřev vody za rok [zdroj: vlastní].....	92
Tab. č. 39 – Prostá doba návratnosti [zdroj: vlastní].....	92
Tab. č. 40 – Reálná doba návratnosti [zdroj: vlastní]	93

Tab. č. 41 – Dynamická doba návratnosti [zdroj: vlastní].....	93
Tab. č. 42 – Čistá současná hodnota [zdroj: vlastní]	93
Tab. č. 43 – Prostá doba návratnosti při využití bankovního úvěru [zdroj: vlastní].....	94
Tab. č. 44 – Reálná doba návratnosti při využití bankovního úvěru [zdroj: vlastní]	95
Tab. č. 45 – Dynamická doba návratnosti při využití bankovního úvěru [zdroj: vlastní].....	95
Tab. č. 46 – Čistá současná hodnota při využití bankovního úvěru [zdroj: vlastní]	96

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Primární energetické zdroje v ČR (3)	12
Graf č. 2 – Graf konečné spotřeby podle oblastí (4)	12
Graf č. 3 – Rozložení tlaků vodní páry u nezateplené obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]	57
Graf č. 4 – Rozložení tlaků vodní páry u zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní]	57
Graf č. 5 – Rozložení tlaků vodní páry u zateplení pomocí izolace Isover TF PROFI [zdroj: vlastní]	58
Graf č. 6 – Rozložení tlaků vodní páry u zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINER [zdroj: vlastní].....	58
Graf č. 7 – Vývoj ceny zemního plynu při odběru 20 000 – 25 000 kWh/rok (55)	80
Graf č. 8 – Porovnání vypočítaných hodnot součinitelů prostupu tepla U (W/m ² K) [zdroj: vlastní]	97
Graf č. 9 – Porovnání roční spotřeby energie na vytápění a ohřev vody [zdroj: vlastní]	98
Graf č. 10 – Porovnání nákladů na provedení navržených variant zateplení [zdroj: vlastní]	98
Graf č. 11 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 1 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 200 mm [zdroj: vlastní].....	99
Graf č. 12 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 2 - zateplení pomocí minerální izolace Isover TF PROFI, tl. 180 mm [zdroj: vlastní]	100
Graf č. 13 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 3 - zateplení sendvičovými deskami Isover TWINER, tl. 180 mm [zdroj: vlastní]	101
Graf č. 14 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 4 - zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F, tl. 120 mm [zdroj: vlastní].....	102
Graf č. 15 – Průběh dob návratnosti pro variantu č. 5 - zateplení sendvičovými deskami Isover TWINER, tl. 100 mm [zdroj: vlastní]	103
Graf č. 16 – Porovnání dob návratnosti jednotlivých variant zateplení [zdroj: vlastní]	104

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Předpokládaná poptávka po primárních zdrojích v roce 2035 (2)	11
---------------------------------------------------------------------------------	----

Obr. č. 2 – Kategorie budov podle roční měrné potřeby tepla na vytápění (6).....	13
Obr. č. 3 – Příklady umístění vymežující hranice obálky budovy (9).....	16
Obr. č. 4 – Ukázka grafického znázornění průkazu energetické náročnosti budovy (24).....	26
Obr. č. 5 – Izolační PUR panel (29).....	28
Obr. č. 6 – PIR deska pro ploché střechy (30)	29
Obr. č. 7 – Fasádní polystyren Baumit EPS F (32)	29
Obr. č. 8 – Grafitový polystyren Isover (33).....	30
Obr. č. 9 – Extrudovaný polystyren Styrodur (34)	30
Obr. č. 10 – Desky z minerální vaty Isover (35).....	31
Obr. č. 11 – Pěnový polyetylén (Mirelon) pod plovoucí podlahy (36)	32
Obr. č. 12 – Izolace z celulózy Isocell (37).....	32
Obr. č. 13 – Perlit (38).....	33
Obr. č. 14 – Keramzit (39)	33
Obr. č. 15 – Deska z dřevité vlny a cementu (40)	34
Obr. č. 16 – Pěnové sklo (41).....	34
Obr. č. 17 – Ovčí vlna (42).....	34
Obr. č. 18 – Řešení s tepelněizolační omítkou (44)	35
Obr. č. 19 – Kontaktní zateplovací systém (43).....	36
Obr. č. 20 – Bezkontaktní zateplovací systém (43).....	37
Obr. č. 21 – Bezkontaktní zateplovací systém (43).....	37
Obr. č. 22 – Zateplení soklové části (46)	38
Obr. č. 23 – Požadavky na požární pruh v oblasti soklu (47).....	39
Obr. č. 24 – Požadavky na vnější zateplení podle normy ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb (47).....	40
Obr. č. 25 – Jižní pohled na budoucí objekt zdravotního střediska v Jablunkově [zdroj: vlastní]	46
Obr. č. 26 – Severozápadní pohled na budoucí objekt zdravotního střediska v Jablunkově [zdroj: vlastní].....	47
Obr. č. 27 – Skladba obvodové konstrukce bez provedení zateplení [zdroj: vlastní].....	51
Obr. č. 28 – První varianta zateplení pomocí polystyrenu Baumit EPS F [zdroj: vlastní]	51
Obr. č. 29 – Druhá varianta zateplení pomocí minerální izolace z kamenných vláken Isover TF PROFI [zdroj: vlastní].....	52
Obr. č. 30 – Třetí varianta zateplení pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní].....	53
Obr. č. 31 – První strana PENB u nezateplené obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]	63
Obr. č. 32 – Druhá strana PENB u nezateplené obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]	64
Obr. č. 33 – První strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní].....	65

Obr. č. 34 – Druhá strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní].....	66
Obr. č. 35 – První strana hodnocení energetické náročnosti budovy s nezateplenou obvodovou konstrukcí [zdroj: vlastní]	67
Obr. č. 36 – Druhá strana hodnocení energetické náročnosti budovy s nezateplenou obvodovou konstrukcí [zdroj: vlastní]	68
Obr. č. 37 – Třetí strana hodnocení energetické náročnosti budovy s nezateplenou obvodovou konstrukcí [zdroj: vlastní]	69
Obr. č. 38 – První strana hodnocení energetické náročnosti budovy se zateplenou obvodovou konstrukcí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní].....	70
Obr. č. 39 – Druhá strana hodnocení energetické náročnosti budovy se zateplenou obvodovou konstrukcí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní].....	71
Obr. č. 40 – Třetí strana hodnocení energetické náročnosti budovy se zateplenou obvodovou konstrukcí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER [zdroj: vlastní].....	72
Obr. č. 41 – Jednotková cena zemního plynu při odběru 35 000 – 40 000 kWh/rok (54).....	77
Obr. č. 42 – Jednotková cena zemního plynu při odběru 20 000 – 25 000 kWh/rok (54).....	78
Obr. č. 43 – První strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí polystyrenových desek Baumit EPS F, tl. 120 mm [zdroj: vlastní].....	84
Obr. č. 44 – Druhá strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí polystyrenových desek Baumit EPS F, tl. 120 mm [zdroj: vlastní].....	85
Obr. č. 45 – První strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm [zdroj: vlastní]	86
Obr. č. 46 – Druhá strana PENB u zateplené obvodové konstrukce pomocí sendvičových fasádních desek Isover TWINNER, tl. 100 mm [zdroj: vlastní]	87

SEZNAM ZKRATEK

ETICS – External Thermal Insulation Composite System

PENB – Průkaz energetické náročnosti budov

EPS – Pěnový expandovaný polystyren

XPS – Extrudovaný polystyren

NKN – Národní kalkulační nástroj

NPV – Čistá současná hodnota