



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

POSOUZENÍ VLIVU PROVEDENÍ ZATEPLENÍ ZÁKLADNÍ ŠKOLY V DOBRUŠCE NA VÝDAJE SPOJENÉ S PROVOZEM

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THERMAL INSULATION PERFORMANCE OF THE PRIMARY
SCHOOL IN DOBRUŠKA ON ITS RUNNING EXPENSES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. JANA MAREŠOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL KLIKA

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2011/12

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jana Marešová

kteřý/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Realitní inženýrství (3917T003)**

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

Posouzení vlivu provedení zateplení Základní školy v Dobrušce na výdaje spojené s provozem

v anglickém jazyce:

Assessment of the Impact of Thermal Insulation Performance of the Primary School in Dobruška on its Running Expenses

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem studentky bude vyhodnotit vliv provedeného zateplení na tepelně technické vlastnosti budovy a na ekonomiku provozu základní školy.

Práce bude obsahovat:

1. Zjištění výdajů na provoz základní školy před provedením zateplení a po jeho provedení (tepelný audit).
2. Vyčíslení konkrétního ekonomického efektu provedeného zateplení na ekonomiku provozu základní školy v čase.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je vytvořit návrh postupu pro posuzování ekonomického efektu zateplení základní školy na ekonomiku jejího provozu.

Seznam odborné literatury:

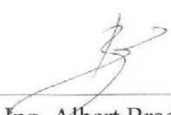
BRADÁČ, A. Teorie oceňování nemovitostí. VIII. Přepracované a doplněné vydání;
Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2009 Brno. 753 s. ISBN 978-80-7204-630-0.
Dahlsveen, T., Petráš, D., Hirš, J. : Energetický audit budov
Zákon č. 406/2000 Sb. + prováděcí vyhlášky Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické
náročnosti budov

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Klika

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.

V Brně, dne 1.11.2011





prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na vyhodnocení návratnosti investic v závislosti na dodatečném zateplení včetně výměny výplní otvorů a použití zpětného získávání tepla.

Pro výpočty byla použita stávající budova Základní školy Františka Kupky v Dobrušce. Jedná se o typovou budovu, která byla masově rozšířena na celém území České republiky. Rok realizace objektu byl 1994.

V práci jsou rozebrány varianty různých šířek zateplovacího systému. U každého návrhu je počítáno s náklady na pořízení konkrétního zateplení a výměny výplní otvorů. Dále jsou jednotlivé varianty propočítány s použitím zpětného získávání tepla. Jako nejvýhodnější bylo vyhodnoceno zateplení 180 mm obvodové stěny a 280 mm střešní konstrukce. Okna a dveře by měly hodnotu součinitele prostupu tepla $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Při experimentálních výpočtech s nejvýhodnější variantou byl vyvozen závěr, že na tepelné ztráty objektu mají nejvíce vliv výplně otvorů a zařízení na zpětné získávání tepla.

Jelikož se jedná o typovou budovu, bude moci tato diplomová práce sloužit jako podklad pro návrh snížení tepelných ztrát u budov stejného tvaru a využití.

Abstract

My diploma thesis is focused on evaluation of return of the investment based on the laster insulation together with the filling of the open space and the usage of the back gained heat.

For my calculation I used the real building of the basic school Františka Kupky in Dobruška. It is a typical building extended to the whole area of Czech Republic. The realization of the building was finished in 1994.

I deal with more variants of more widths of the insulation system in my work. In every single draft is counted with costs for buying of the insulation and the exchange of the filling of the open spaces. Every draft is counted with the usage of the back gained heat. The biggest benefit was found in the insulation of the 180 mm perimeter wall and the 280 mm of the roofing sytem. Windows and door had the same number of the heating $0.8 \text{ W/m}^2\text{k}$.

In the experimental calculation with the most advantages the conclusion was made that on the heat loss of thr object is the most influential the filling of the open spaces and the facilities for the back gained heat, too.

Because it is a typical building, my diploma thesis could work as a background for the draft of the elimination of the heat loss at the buildings with the same shape and usage.

Klíčová slova

Energetický audit, základní škola, zateplovací systém, výplně otvorů, zpětné získávání tepla, součinitel prostupu tepla, návratnost investic.

Keywords

Energy audit, the elementary school, insulation system, the filling of the open space, the back gainde heat, the investment return.

Bibliografická citace

MAREŠOVÁ, J. *Posouzení vlivu provedení zateplení Základní školy v Dobrušce na výdaje spojené s provozem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012. 131 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Klika.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu práce Ing. Pavlovi Klikovi za vedení, pomoc a užitečné rady při zpracování diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	12
1.1	Cíl diplomové práce	12
1.2	Použité pojmy	13
1.3	Energetická náročnost budov.....	19
1.3.1	<i>Hodnocení energetické náročnosti budov</i>	<i>19</i>
1.4	Důsledky chybného tepelně - technického návrhu	20
2	POSTUP PRO SNÍŽENÍ TEPELNĚ – TECHNICKÝCH NÁROKŮ BUDOV	25
2.1	Posouzení stávajících konstrukcí.....	25
2.2	Zateplování obvodového pláště	26
2.3	Materiály použité na snížení tepelných ztrát posuzovaného objektu	26
2.3.1	<i>Pěnový polystyren.....</i>	<i>26</i>
2.3.2	<i>Extrudovaný pěnový polystyren (XPS)</i>	<i>27</i>
2.3.3	<i>Výplně otvorů.....</i>	<i>28</i>
2.4	Způsoby větrání objektu	29
2.4.1	<i>Přirozené větrání objektu</i>	<i>29</i>
2.4.2	<i>Nucené větrání objektu</i>	<i>30</i>
3	POSUZOVANÁ BUDOVA POUŽITÁ PRO VÝPOČET.....	30
3.1	Identifikační údaje vyšetřovaného objektu.....	30
3.1.1	<i>Vstupní hodnoty posuzované budovy použité pro výpočet.....</i>	<i>32</i>
3.2	Popis konstrukcí	33
3.2.1	<i>Popis jednotlivých konstrukcí obvodového pláště.....</i>	<i>33</i>
3.2.2	<i>Popis jednotlivých konstrukcí střešní konstrukce</i>	<i>38</i>
3.2.3	<i>Popis jednotlivých konstrukcí podlahy na zemině.....</i>	<i>44</i>
3.3	Stávající stav	46
4	TEPELNÉ ZTRÁTY PRVNÍCH DVOU VARIANT VČETNĚ ZATEPLENÍ PODLAHY	47

4.1	1. Varianta.....	47
4.2	2. Varianta – zateplení dle energetického auditu	49
4.3	Ekonomické zhodnocení návratnosti obou variant	50
5	TEPELNÉ ZTRÁTY POSUZOVANÝCH VARIANT BEZ ZATEPLENÍ PODLAHY	51
5.1	Popis jednotlivých variant použitých ve výpočtu	51
5.2	Vyhodnocení tepelných ztrát jednotlivých variant	58
5.3	Úspora nákladů na vytápění jednotlivých variant.....	59
	5.3.1 Ušetření opoti stávajícímu stavu.....	60
5.4	Vyhodnocení návratnosti investic.....	65
	5.4.1 Návratnost investic do zatepelní obvodových konstrukcí a výměny výplní otvorů	65
	5.4.2 Návratnost investic do revitalizace obálky budovy a do zpětného získávání tepla.....	70
6	EXPERIMENTÁLNÍ VÝPOČTY SE 4. VARIANTOU	79
6.1	Absence zatepelní obvodového pláště	79
6.2	Absence zateplení střešní konstrukce	80
6.3	Výplně otvorů s výpočtovou hodnotou $U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	80
6.4	Výplně otvorů s výpočtovou hodnotou $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	81
6.5	Výplně otvorů s výpočtovou hodnotou $U=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ a zpětné získávání tepla	81
7	ZÁVĚR.....	82
8	PŘÍLOHY	84
8.1	Výpočet tepelných ztrát jednotlivých variant	84
8.2	Rozpis do sborníku potřeb a nákladů	97
8.3	Cenová nabídka pro výměnu výplní otvorů	103
8.4	Náklady na provedení jednotlivých variant	111
8.5	Půdorysy.....	119
8.6	Zpráva z tisku.....	123
8.7	Náklady na pořízení systému na zpětné získávání tepla.....	123

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERÁRNÍCH PRAMENŮ	124
10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	125

1 ÚVOD

1.1 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Předmětem této diplomové práce je zhodnocení ekonomického efektu investic vynaložených pro snížení energetické náročnosti budovy. Podkladem pro provedení výpočtů byla Základní škola Františka Kupky v Dobrušce. Jedná se o stávající budovu, která byla postavena v roce 1994. Objekt je čtyřpodlažní, bez podsklepení s plochou střechou. V 1.NP se nachází učebny PC, cvičná kuchyňka, šatny, sklady, místnosti s přívodem rozvodů otopné vody a teplé vody, sociální zařízení. V dalších nadzemních podlažích se nacházejí učebny, kabinety, sociální zařízení apod. Ve 4.NP je učebna fyziky, kde je použita vzduchotechnika pro odvod škodlivin při provádění pokusů. Obvodový plášť je proveden z celostěnových panelů šířky 400 mm. Okna jsou původní dřevěná s dvojitým zasklením. Střecha je plochá s minerální plstí tloušťky 120 mm. Jedná se o typický objekt, který byl realizován před zhruba 20 lety ve velkém celorepublikovém měřítku. Stávající stav budovy je již nevyhovující po tepelně-technické stránce.

Na snížení energetické náročnosti této budovy byl vypracován energetický audit v roce 2009. V této diplomové práci sloužil jako podklad pro tepelně-technické výpočty včetně informací o stávajícím zdroji vytápění. Energetický audit navrhl nejvýhodnější variantu zateplení. Tento návrh jsem vzala v úvahu ve svých výpočtech, ale nakonec jsem zvolila jako nejefektivnější případ s mohutnějším zateplovacím systémem.

Závěrem jsem se věnovala také výpočtu návratnosti nákladů na pořízení konkrétního zateplení. Ve variantách, kdy jsem hledala neoptimálnější tloušťku zateplovacího systému, jsem porovnávala ušetřené roční náklady po zateplení s náklady na pořízení a montáž tepelné izolace. Také jsem brala v úvahu náklady na výměnu výplní otvorů. V dalších případech jsem do výpočtu zahrнула také zařízení pro zpětné získávání tepla. Myslím si, že investice do zpětného získávání tepla bude především se zvyšujícími se cenami energií stále populárnější. V praxi by měla být odhadnuta optimální tloušťka tepelné izolace. Ideální zateplení se bude lišit především ve využití objektu a místě stavby. Finanční prostředky by měly být vloženy i do pořízení zařízení na zpětné získávání tepla přesně tak, aby celkově nebylo plýtváno.

Do všech variant jsem zavedla životnost systémů a zařízení. V některých případech návratnost přesáhla dobu použitelnosti zdroje tepla.

Tato práce by měla sloužit jako podklad pro řešení snížení nákladů objektů, které mají obdobné vlastnosti jako Základní škola Františka Kupky. Jelikož se jedná o typový objekt, tak by tato práce mohla najít široké uplatnění. Dále by mohla pomoci veřejnosti překonat předsudky ze zateplení a použití nových technologií. Náklady vložené do systémů využívající odpadní teplo pro ohřev studeného přírodního vzduchu do obytných místností je velmi výhodné. Informace z této práce by měli prospět nejenom peněženkám uživatelů, ale také životnímu prostředí.

1.2 POUŽITÉ POJMY

Obálka budovy (zóny)

„Soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy nebo zóny, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří vzduch, přilehlá zemina, vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru, sousední nevytápěné budově nebo sousední zóně budovy vytápěné na nižší vnitřní návrhovou teplotu.“ [1]

Konstrukce

„Stavební konstrukce a výplně otvorů.“ [1]

Stavební konstrukce

„Stěny, lehké obvodové pláště, příčky, střechy, stropy a podlahy.“ [1]

Výplně otvorů

„Okna, světlíky, dveře, vrata a střešní poklopy a jejich sestavy, včetně doplňkových prvků osazené do otvoru v budově, a průsvitné části lehkého obvodového pláště.“ [1]

Rámy

„Zahrnují okenní rámy a jejich díly včetně spojovacích profilů, zárubně, sloupky a příčle, poutce, rozšiřující profily a nadstavbové profily výplní otvorů.“ [1]

Lehké konstrukce

„Konstrukce s nízkou tepelnou setrvačností, které mají plošnou hmotnost vrstev (od vnitřního líce k rozhodující tepelně-izolační vrstvě) nižší, než 100 kg/m².“ [1]

Temperovaný prostor

„Uzavřený prostor nesloužící pobytu osob, kde je v zimním období teplota vzduchu záměrně výrazně nižší než v navazujícím prostoru vytápěném a vyšší než výpočtová teplota venkovní.“ [1]

Pasivní budova, pasivní dům

„Budova s nízkou potřebou tepla na vytápění nepřekračující v případě rodinných domů 20 kWh/(m².a) a v ostatních případech nepřekračující 15 kWh/(m².a), splňující současně soubor dalších požadavků a podmínek hodnocení v A.5.3. ČSN 730540.“ [1]

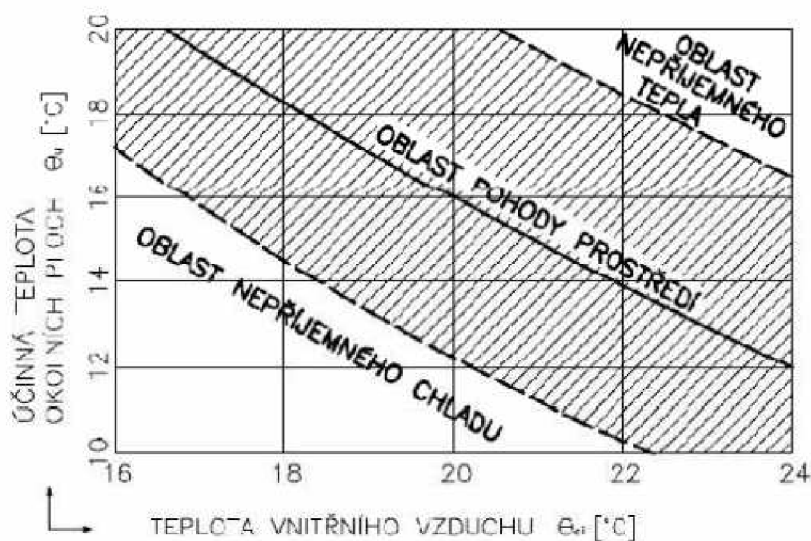
Tepelná pohoda prostředí

„Je to stav prostředí, kdy člověk nepocituje teplo ani zimu.“ [2 str. 11]

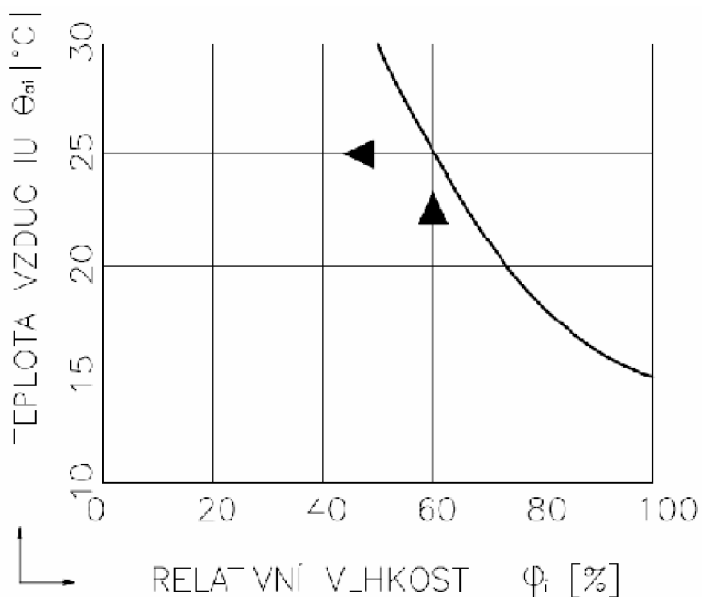
Pro každého člověka představuje pohoda prostředí úplně odlišné klima. Tento stav závisí na teplotě, vlhkosti a proudění vzduchu. Samozřejmě existuje mnoho dalších příčin, proč se člověk v daném prostředí cítí příjemně, nebo mu atmosféra nevyhovuje. Záleží na individuální situaci a také na každém jedinci zvlášť. Nejvíce je osobnost ovlivněna fyzickou aktivitou a oblečením v daném okamžiku. Tělocvičny a haly pro sport nemusí být vytápěny na tak vysoké teploty, jako třeba zařízení pro předškolní děti. U sportovních objektů je kladen důraz na výměnu vzduchu. Svou podstatnou roli tu mají návyky a třeba i etnický původu člověka. Lidé jsou ovlivněni prostředím, ve kterém vyrostli.

Každému jedinci je pohodlně a příjemně v jiné situaci. Obecně se tento stav „pohody“ udává dle tabulek 1.2.1 a 1.2.2. V zimním období se odvíjí především od teplot. V letních měsících záleží nejenom na teplotě, ale také na vlhkosti prostředí. Vlhkost vzduchu v zimě je zanedbána, jelikož je suchý.

„Tepelná rovnováha je stav, při kterém okolí odebírá lidskému tělu tolik tepla, kolik právě produkuje.“ [2 str. 12]



Graf 1.2.1 Měrná křivka tepelné pohody pro zimu [2 str. 11]



Graf 1.2.2 Měrná křivka tepelné pohody pro léto [2str. 11]

Součinitel prostupu tepla

„Součinitel prostupu tepla, který se většinou označuje písmenem U a udává v jednotkách $W/(m^2K)$, charakterizuje tepelně-izolační schopnost konstrukce. V tepelné technice budov to je nejdůležitější veličina, s níž pracují architekti a stavební inženýři při navrhování.“

[3]

K dnešnímu dni je platná norma ČSN 73 0540.

Konstrukce	Cílová hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2:2011 [W/m²K]
Stěna	0,18-0,12 (doporučené hodnoty pro těžkou stěnu 0,25 a lehkou stěnu 0,20)
Střecha strmá, strop pod půdou	0,18-0,12
Střecha šikmá a plochá, strop nad exteriérem	0,15-0,10
Podlaha a stěna k zemině	0,22-0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,30-0,20
Strop a stěna z vytápěného k temperovanému prostoru	0,38-0,25
Strop a stěna z temperovaného k nevytápěnému prostoru	0,38-0,25
Okno	0,8-0,6
Střešní okno	0,9
Dveře z vytápěného prostoru do exteriéru a okna s doplňkovými prvky	0,9
Svislá výplň otvoru k temperovanému prostoru	1,7
Střešní okno a jiná šikmá výplň k temperovanému prostoru	1,4
Kovový rám výplně otvoru	1,4
Nekovový rám výplně otvoru	0,9-0,7

Tab. 1.2.1 Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla pro různé konstrukce podle ČSN 73 0540-2:2011 [4]

Budova	Cílová hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2:2011 [W/m²K]
Rodinné domy	0,22
Bytové domy	0,30

Tab. 1.2.2 Cílové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy rodinného a bytového domu podle ČSN 73 0540-2:2011 [4]

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy je shora omezena hodnotou 0,5.

Tepelný most

„Část dané stavební konstrukce, kde se její tepelný odpor místně významně mění: úplným nebo částečným průnikem stavební konstrukce nebo vrstvy materiálu s odlišnou tepelnou vodivostí, změnou tloušťek vrstev stavební konstrukce, rozdílem mezi vnitřními a vnějšími plochami stavební konstrukce, např. výztužnými žebry. Důsledkem výskytu tepelného mostu v konstrukci je v porovnání se stejnou konstrukcí bez tepelného mostu, zvýšení hustoty tepelného toku a snížení vnitřní povrchové teploty konstrukce.“ [5]

Lineární součinitel prostupu tepla [W/mK]

„Vliv lineárního tepelného mostu na lineární tepelnou propustnost. Je přidavným tepelným tokem charakterizujícím vliv lineárního tepelného mostu určité délky na tepelnou vodivost.“ [5]

Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Cílová hodnota
0,20	0,10	0,05

Tab. 1.2.3 Lineární součinitel prostupu tepla vnější stěny k jiné konstrukci s výjimkou výplní otvorů [4]

Bodový součinitel prostupu tepla [W/K]

Podíl vlivu bodového tepelného mostu na tepelnou propustnost. Je přidavným tepelným tokem charakterizujícím vliv bodového tepelného mostu na plošnou tepelnou propustnost. [5]

Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Cílová hodnota
0,40	0,10	0,02

Tab. 1.2.4 Bodový součinitel prostupu tepla průnik tyčové konstrukce [4]

Šíření tepla

„Přenos energie vedením, prouděním nebo sáláním, nebo jejich vzájemnou kombinací.“ [5]

Šíření vlhkosti

„Přenos vody v kapalném nebo plynném stavu (vodní páry) na základě různých mechanismů, např. difuzí, vlhkostní vodivosti, sáním vody (vzlínavostí).“ [5]

Šíření vzduchu

„Přenos vzduchu na základě rozdílů tlaků vzduchu a proudění vzduchu.“ [5]

Součinitel prostupu tepla výplně otvoru [W/(m²·K)]

„Celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými výplní otvoru. Zahrnuje vliv všech tepelných mostů, které jsou součástí výplně otvoru a nezahrnuje výměnu tepla mezi prostředími vlivem proudění vzduchu funkčními spárami a dutinami ani výměnu tepla mezi výplní otvoru a přilehlou konstrukcí.“ [5]

Absolutní vlhkost vzduchu v [kg/m³]

„Podíl hmotnosti vodní páry a objemu plynné směsi (vzduchu).“ [5]

Relativní vlhkost vzduchu φ_a [%]

„Poměr absolutní vlhkosti vzduchu a absolutní vlhkosti vzduchu v nasyceném stavu.“

[5]

Požadovaná normová hodnota

„Hodnota dané fyzikální veličiny, vlastnosti stavebního výrobku, konstrukce, budovy apod. stanovená normou, zajišťující přípustnou (základní) úroveň pro bezpečné, technicky a ekonomicky vhodné plnění požadavků technických předpisů, zejména požadavků na úsporu energie, tepelnou ochranu, hygienu a ochranu zdraví a životního prostředí.“ [5]

Doporučená normová hodnota

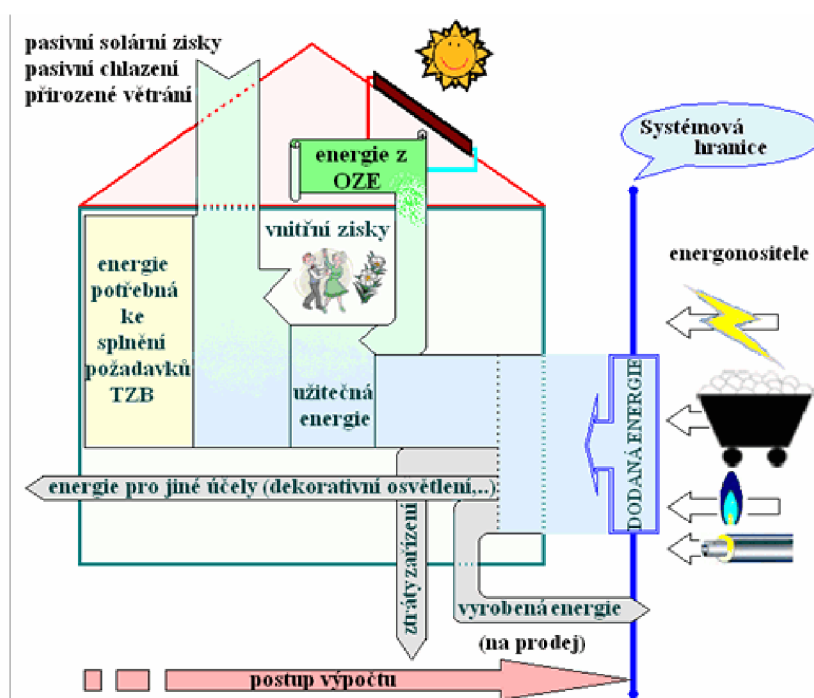
„Hodnota dané fyzikální veličiny, vlastnosti stavebního výrobku, konstrukce, budovy apod. stanovená normou, zajišťující nadstandardní, obvykle ekonomicky přijatelnou a technicky možnou úroveň plnění požadavků technických předpisů, zejména požadavků na úsporu energie, tepelnou ochranu budov, hygienu, ochranu zdraví a životního prostředí a popř. zajišťující velmi úsporné energetické řešení budov pro trvale udržitelný rozvoj.“ [5]

Kritická normová hodnota

„Hodnota dané fyzikální veličiny, zajišťující mezní úroveň pro bezpečné plnění požadavků technických předpisů, zejména základního požadavku na hygienu, ochranu zdraví a životního prostředí.“ [5]

1.3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

„Celková roční dodaná energie je chápána jako množství energie dodané do budovy, včetně energie vyrobené v budově obnovitelnými zdroji energie a spotřebované v budově.“ [6]
Celkově veškerou energii dodávanou a spotřebovanou v budově představují energie na vytápění, chlazení, vaření, ohřev teplé vody. Dále to mohou být energie spotřebovávané při výrobě, náklady na provoz vzduchotechniky a tak dále.



Obr. 1.3.1 - Dodaná energie do budovy [6]

1.3.1 Hodnocení energetické náročnosti budov

„Zatřídění budovy do příslušné třídy energetické náročnosti, dále jen "EN" je pomocí celkové měrné dodané energie. V případě vypovídající měrné hodnoty energie vztažené na měrnou jednotku užité plochy objektu podle této metodiky hovoříme o měrné spotřebě dodané energie do budovy, která zahrnuje jak celkovou potřebu energie, tak účinnost s jakou je tato potřeba kryta a pomocnou energií, kterou spotřebovávají jednotlivé energetické systémy zajišťující krytí této potřeby. Energie dodaná do budovy je údaj, který má být prostým

hodnotícím měřítkem, prostředkem, pro zařazení budovy do třídy energetické náročnosti v rozsahu A-G. Toto označení jasně hodnotí budovu a investorovi - laikovi je srozumitelné. Budova by celkově měla dosáhnout na minimálně na třídu A-C, třída D-G je z pohledu splnění požadavku vyhlášky nevyhovující. Podle konečné podoby vyhlášky 148/2007 Sb. je zatřídění budovy prováděno podle pevně stanoveného rozsahu spotřeby energie. Podrobnosti hodnocení požadavků na energetickou náročnost budovy pro zařazení budovy do příslušné klasifikační třídy jsou stanoveny podle tab. 1.3.1.1 pro vypočtenou měrnou spotřebu energie v kWh/(m².a). Měrné spotřeby energie v kWh/(m².a) ve třídě C jsou pro vyjmenované druhy budov hodnotami referenčními.“ [6]

Základní škola disponuje s ročními tepelnými ztrátami většími, jak 265 kWh/m². To znamená, že stávající stav této budovy je neúnosný a je vhodné navrhnout opatření pro snížení tepelných ztrát.

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Rodinný dům	< 51	51 - 97	98 - 142	143 - 191	192 - 240	241 – 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 - 82	83 - 120	121 - 162	163 - 205	206 – 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 - 200	201 - 294	295 - 389	390 - 488	489 – 590	> 590
Administrativní budova	< 62	62 - 123	124 - 179	180 - 236	237 - 293	294 – 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 - 210	211 - 310	311 - 415	416 - 520	521 – 625	> 625
Budova pro vzdělávání	< 47	47 - 89	90 - 130	131 - 174	175 - 220	221 – 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 - 102	103 - 145	146 - 194	195 - 245	246 – 297	> 297
Budova pro velkoobchod a maloobchod	< 67	67 - 121	122 - 183	184 - 241	242 - 300	301 – 362	> 362

Tab. 1.3.1.1 - Klasifikační třídy EN hodnocení energetické náročnosti budovy podle vyhlášky 148/2007 Sb., hodnoty jsou uvedeny v kWh/m² [6]

1.4 DŮSLEDKY CHYBNÉHO TEPELNĚ - TECHNICKÉHO NÁVRHU

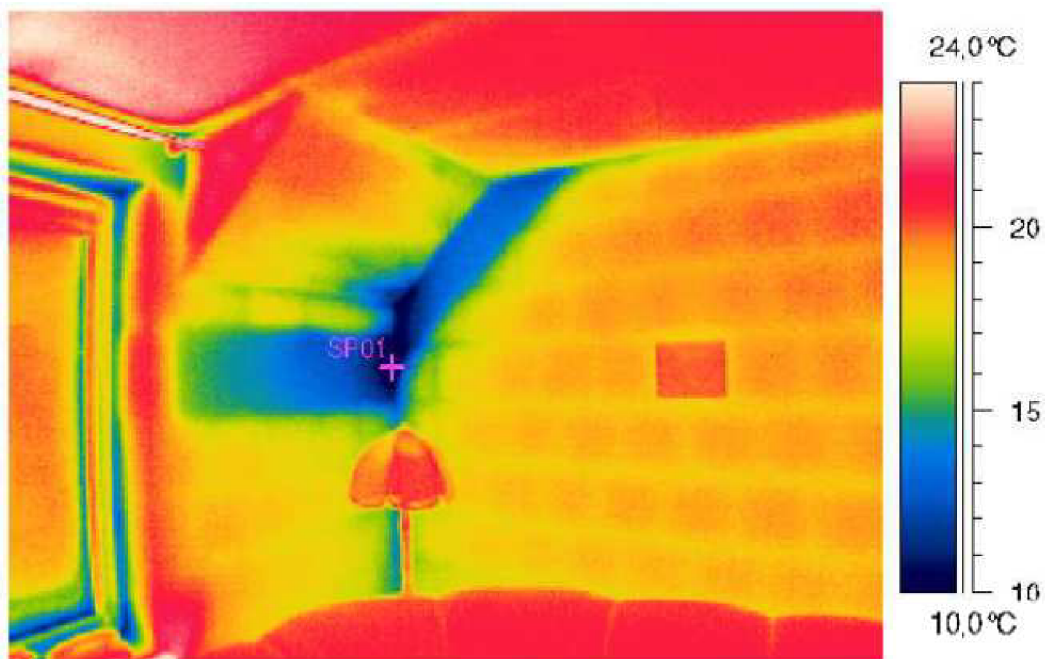
V současné době již nedochází k podcenění tepelně-technického návrhu, ale stále jsou opomíjeny kritické detaily v obálce budovy. To má za důsledek kondenzaci vodní páry v neřešených detailech a následné rozšiřování plísní. Jedná se především o ostění okenních otvorů. Pozdější odstranění těchto poruch je finančně náročné. Případné vady můžeme odhalit pomocí termovizního snímkování. Termovizní fotografování se používá pouze výjimečně z důvodu vysoké pořizovací ceny termovizní kamery. Tato skutečnost se odráží v ceně takového snímkování.



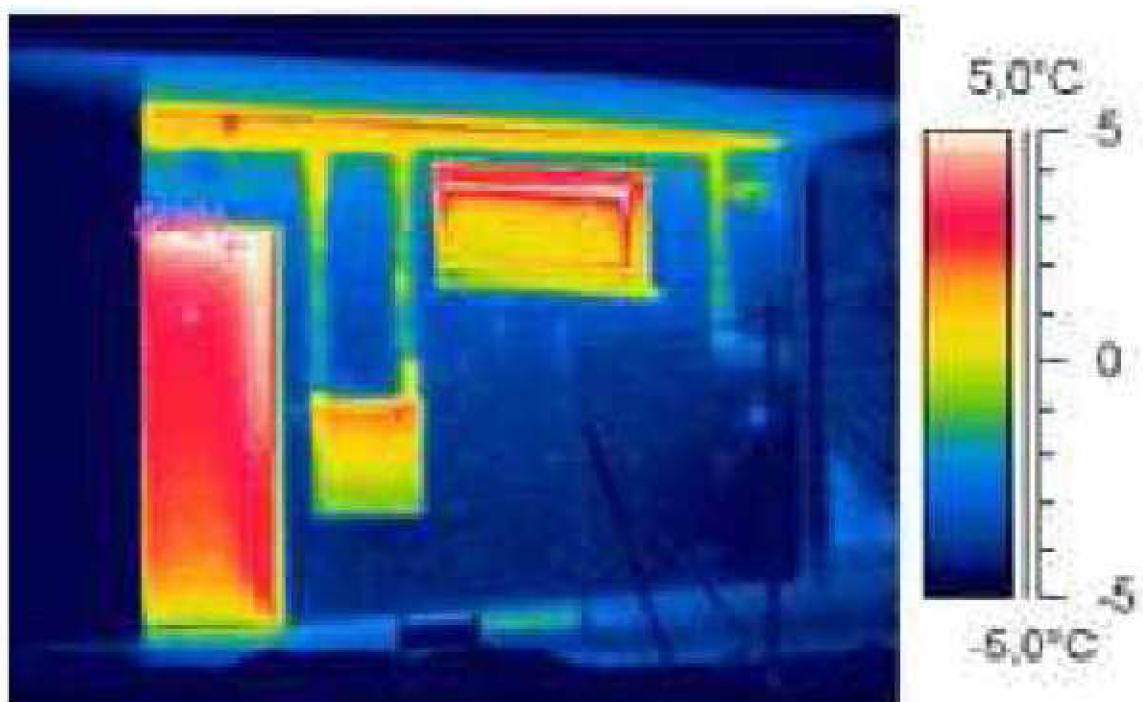
Obr. 1.4.1 Ukázka povrchové kondenzace vodní páry na stropě pod nevytápěným prostorem. Nosné prvky zde tvoří ocelové I profily, mezi nimi je minerální plst'. Tepelný most tvoří nezateplený I profil. [2 str. 7]



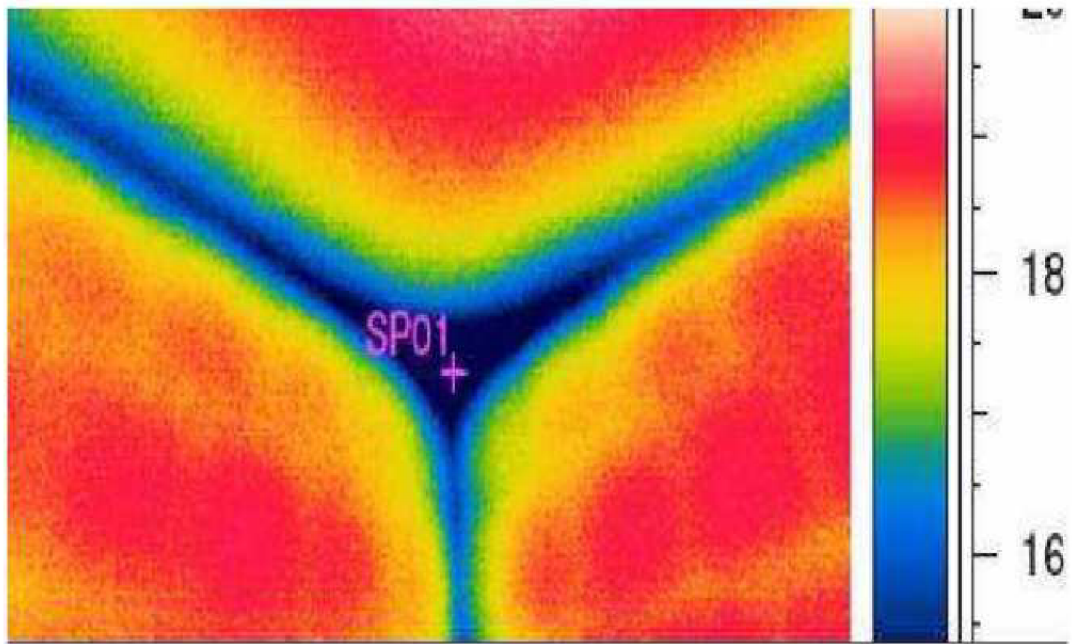
Obr. 1.4.2 Plíseň v rohu místnosti u podlahy na terénu v důsledku zanedbání posouzení trojrozměrného teplotního pole. [2 str. 7]



Obr. 1.4.3 Termovizní snímek ze strany interiéru, znázorňující rozložení povrchových teplot – nízká povrchová teplota v místě nedostatečně zatepleného věnce. [2 str. 8]



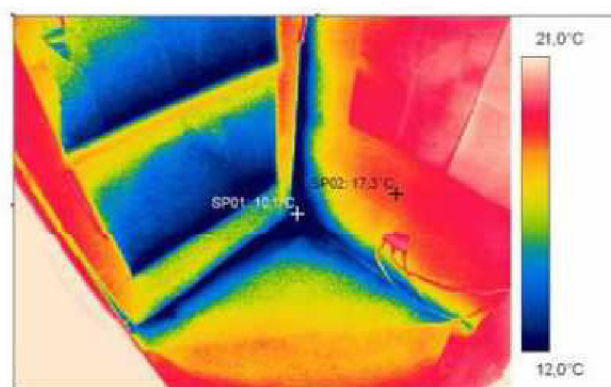
Obr. 1.4.4 Termovizní snímek ze strany exteriéru, znázorňující rozložení povrchových teplot – vysoká povrchová teplota v místě drážek a u výplní otvorů. [2 str. 8]



Obr. 1.4.5 Nízká povrchová teplota v koutě místnosti (trojrozměrné teplotní pole).
[2str. 9]



Obr. 1.4.6 Fotografie a termovizní snímek v interiéru podkroví, nadpraží francouzského okna. [2 str. 9]



Obr. 1.4.7 Fotografie a termovizní snímek v interiéru podkroví. Pohled na podlahu nad lodžii. [2 str. 9]

Samotné zateplení objektu zajišťuje snížení nároků na vytápění. Problémem však zůstává hygienická výměna vzduchu. Nedodržením potřebné cirkulace objemu vzduchu uvnitř objektu, může mít za následek stejnou kondenzaci vodní páry jako u tepelných mostů. Tento fakt je v praxi velmi podceňován.

Kvalita vzduchu má vliv na vnímání člověka. Člověk v budově působí na vnitřní klima už pouze svou přítomností. Lidské tělo dokonce i v klidu produkuje páru. Při zvyšující se fyzické aktivitě stoupá produkce vlhkosti, kterou tělo vylučuje. Nejextrémnější jsou případy velkokapacitních kuchyní a bazénů. U těchto provozů vzniká vlhkost především provozem. Zde bychom se neměli spoléhat na přirozený odvod vlhkosti. Zpravidla odvod páry musíme zajistit vzduchotechnikou, abychom zachovali příjemné vnímání prostředí. Nezdravé klima, jako třeba přetopené místnosti, působí na člověka negativně a může postoupit až ke vzniku nemocí, často i chronických. Množství nepříjemných odérů v interiéru jsou na obtíž každému jednotlivci v jiné koncentraci. Při návrhu provozu by měly být brány v úvahu standardy výměny vzduchu, které se liší dle typu využití objektu.

Je nežádoucí zaměřovat se pouze na zateplování obálky budovy. Přínosem je nám zpětné získávání tepla, které je schopno použít již ohřátý odpadní vzduch na předeřtání přisávaného studeného vzduchu. V letních měsících lze interiérový vzduch využít pro ohřev užitkové vody. Tímto způsobem lze použít stávající potenciál znečištěného vzduchu. Bez zařízení na zpětné získávání tepla tento fakt nevyužijeme. Bohužel veškeré teplo vyvětráme do exteriéru bez užití. Při svých výpočtech budu uvažovat i se zpětným získáváním tepla. Pokusím se demonstrovat, že toto zařízení je celkově velmi výhodné. I přes vysoké počáteční náklady, které uživatele odrazují.

Ignorovat hygienické limity je zbytečné a finančně nevýhodné. Musíme si uvědomit, že zde hraje určitou roli lidské zdraví a celková pohoda prostředí. Problém těsnosti obálky lidé v ještě v nedávné minulosti řešit nemuseli. Obvodové konstrukce a výplně otvorů byly samy o sobě dostatečně prodyšné. Docházelo k tomu především díky nekvalitní práci dělníků a nepřesných zdících prvků. Faktem také je, že cena tuhých paliv nenutila lidi přemýšlet o výhodnějším využití energií. V dnešní době ekonomická otázka nutí uživatele uvažovat o nákladech na pořízení paliva. S tím jsou spojeny investice do vytápění a její návratnost. Vyšší nároky nejsou kladeny pouze na stavby. Také požadavky na uživatele se zvyšují. Moderní doba si žádá centrální řízení celé budovy. Správa objektu zajišťuje delší životnost objektu a zdravé vnitřní prostředí. V tomto ohledu vidím největší konzervativnost společnosti. Zatímco za udržování automobilu jsou lidé schopni utratit velké množství finančních prostředků. Do správy objektu, který má mnohem delší životnost, již tolik prostředků investovat nechtějí.

2 POSTUP PRO SNÍŽENÍ TEPELNĚ – TECHNICKÝCH NÁROKŮ BUDOV

2.1 POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH KONSTRUKCÍ

Před vlastním zateplováním musíme prozkoumat celkový stav objektu. Při místním šetření zkoumáme především vady a poruchy domu. Pokud je narušena statika domu, nebo je objekt v havarijním stavu, tak musíme napřed provést nápravu tohoto stavu. Až v případě, že je vše v pořádku, co se týče únosnosti domu, můžeme se zaměřit na materiálové skladby a jejich vlastnosti. Zkoumají se výplně otvorů, obvodové a střešní konstrukce. U obvodových konstrukcí a výplní otvorů posuzujeme především těsnost a budoucí životnost.

Návrh dodatečného zateplení by měl obsahovat tepelně technické posouzení. Zateplovací systém by měl být ekonomicky výhodný. S tím je spojena finanční návratnost vynaložená na dodatečné zateplení.

Dále se posuzuje požární bezpečnost a estetické hledisko. Zateplením obvodových stěn a výměny výplní otvorů by se neměl příliš změnit ráz budovy. Zvláště u historických částí měst se velmi dbá na zachování původního stavu.

Nejvýznamnějším prvkem zateplovacího systému je samozřejmě tepelná izolace. Zateplovací systém je ucelený celek. Narušením celistvosti nebo vynecháním některé z vrstev může dojít ke znehodnocení tepelné izolace a tím ke ztrátě finančních prostředků. Velmi záleží nejenom na provedení, ale také na správném návrhu zateplovacího systému.

2.2 ZATEPLOVÁNÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

V minulosti se na zateplování budov nekladl důraz. Tepelně technické normy byly velmi benevolentní a prakticky neřešily ztráty obvodovými konstrukcemi. Proto jsou stávající budovy většinou velmi nákladné v návaznosti na provoz budovy. V zimních měsících dochází k plýtvání energiemi především netěsností obálky budovy. Dalším problémem jsou hygienické limity. V místech tepelných mostů rostou plísně, tepelná pohoda v zimních měsících je dosažena pomocí vysokých nákladů na vytápění. K odstranění vysokých nákladů na ohřev interiérového vzduchu a vytvoření tepelné pohody přispívá dodatečné zateplení budovy.

Zateplení objektu znamená zásah do stávajících vlastností objektu. Proto návrh zateplení musí být souhrnem technických opatření, umožňujících zabudování přídatných rezerv konstrukce tak, aby spolu s původní stavbou zajišťovaly požadované tepelně-technické vlastnosti a zároveň nepůsobily negativně na ostatní funkční vlastnosti stavební konstrukce a objektu.

2.3 MATERIÁLY POUŽITÉ NA SNÍŽENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT POSUZOVANÉHO OBJEKTU

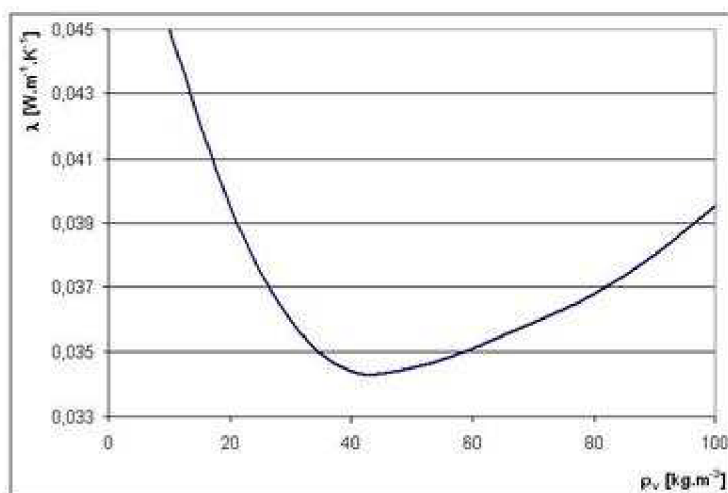
2.3.1 Pěnový polystyren

„Pěnový polystyren je dnes asi nejběžnější izolační materiál. Vyrábí se tak, že se malé kuličky PS obsahující 6 - 7 % pentanu, který slouží jako nadouvadlo, předpění, naplní se do formy. Zahříváním jsou „dopěněny“ tak, že vyplní celý prostor formy a vznikne velký blok

pěnového polystyrenu. Bloky jsou pak rozřezány na desky požadované tloušťky. Zpravidla se k polystyrenu přidávají retardéry hoření pro zajištění samozhášivosti.

Součinitel tepelné vodivosti expandovaného polystyrenu se pohybuje od $\lambda = 0,037$ do asi $0,039 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, podle hustoty. Pevnost v tlaku je nejčastěji 100 až 200 kPa. Při delším styku s vodou pěnový polystyren nasákne. Nesnáší ultrafialové záření (na povrchu se rozpadá na prášek). V poslední době se setkáme s pěnovým polystyrenem šedé barvy (značky jako Neopor, Grey wall apod.), který obsahuje přídavek velmi jemně mletého grafitu (v podstatě nanočástice) potlačujícího radiační přenos tepla. Součinitel tepelné vodivosti tohoto materiálu proto dosahuje hodnoty $\lambda = 0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Hlavní výhodou pěnového polystyrenu je, že jde o poměrně pevný a z makroskopického hlediska homogenní materiál, který se snadno používá, má dobrý poměr užité hodnoty k ceně a z hygienického hlediska je celkem neškodný. Hlavní nevýhodou je jeho omezená tepelná odolnost (zhruba do 70°C) a hořlavost.“ [7]



Graf 2.3.1.1 Tepelná vodivost také závisí na objemové hmotnosti, struktuře a velikosti pórů [7]

2.3.2 Extrudovaný pěnový polystyren (XPS)

„Extrudovaný pěnový polystyren je vyráběn vytlačováním polystyrenu spolu s napěňovací přísadou a po snížení tlaku za vytlačovací tryskou expanduje. Má zcela uzavřené póry, je nenasákavý a má znatelně lepší mechanickou pevnost než pěnový polystyren (pevnost v tlaku dosahuje u XPS desek až 500 kPa při 10% deformaci). Součinitel tepelné vodivosti se podle typu a hustoty pohybuje mezi $0,03$ až $0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Jeho cena je vyšší než u běžného pěnového polystyrenu.“ [7]

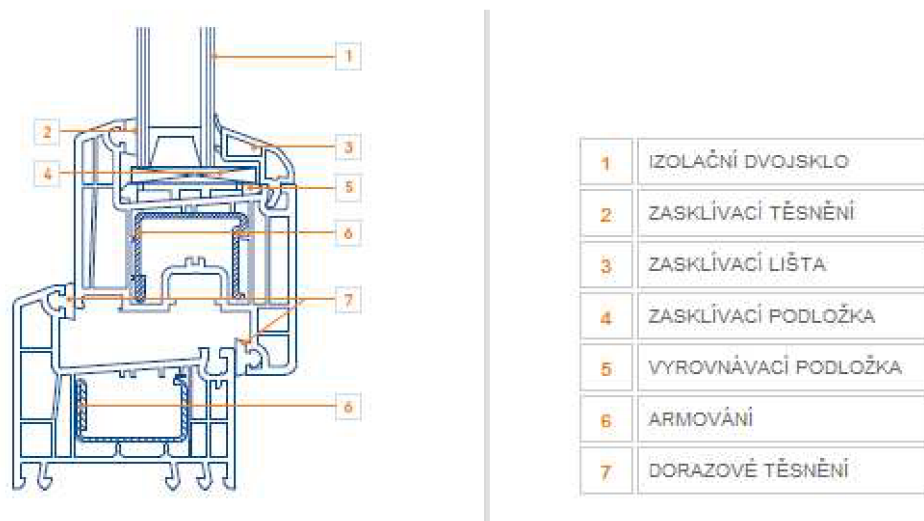
Všeobecně se polystyren těší větší oblibě, než minerální vata. Minerální vata v porovnání s polystyrenem má výhodnější vlastnosti po stránce difúze vodní páry a samozhášlivosti. Tepelně-technické vlastnosti a cena polystyrenu jsou výhodnější pro pořizovatele zateplení. Tyto vlastnosti v podstatě rozhodli o využití těchto materiálů. Minerální vata se používá pro historické objekty, kde se dbá na prodyšnost konstrukcí. Dále nachází uplatnění u objektů, kde je zvýšené požární riziko. Polystyren lze bez problémů využít u běžných budov. Jelikož budova Základní školy F. Kupky v Dobrušce patří k budovám bez zvláštního významu. Proto jsem zvolila zateplení polystyrenem.

K tomuto faktu přispěla i nižší cena tohoto materiálu. Dle mých odhadů se cena za stejnou tloušťku zateplovacího systému s použitím minerální vaty pohybuje o 50% draž, než ten samý systém s použitím polystyrenu. To je fakt, který také přispěl ke zvolení polystyrenu.

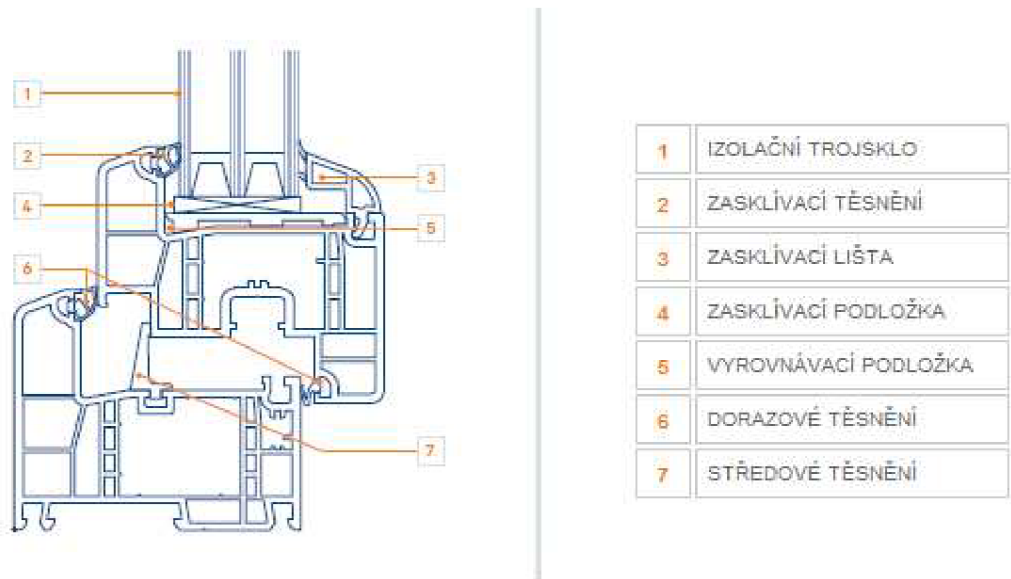
2.3.3 Výplně otvorů

Plastová okna jsou v dnešní době ve velké oblibě. Zapříčiňuje to nízká cena a pohodlné užívání. Tyto aspekty rozhodly při volbě výplně otvorů. Největší vliv na součinitel prostupu tepla výplně otvoru má těsnění a druh zasklení

Dřevěná okna jsou naproti tomu tradičním materiálem, který má již ověřenou dobu životnosti. Tepelně-technické vlastnosti obou materiálů zůstávají stejné. Zajišťuje ji především izolační dvojskla nebo trojskla. Dřevěná okna se používají převážně u historicky cenných objektů a rodinných domů. V občanské výstavbě se více využívá oken plastových.



Obr. 2.3.3.1 Okenní rám s izolačním dvojsklem $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ [8]



Obr. 2.3.3.2 Okenní rám s izolačním trojsklem $U_w = 0,8 - 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ [9]

2.4 ZPŮSOBY VĚTRÁNÍ OBJEKTU

2.4.1 Přírozené větrání objektu

Přírozené větrání je založeno na výměně vzduchu v budově na základě tlakového rozdílu, který je vyvolán účinkem přírodních sil, vznikajících buď rozdílem teplot, nebo dynamickým tlakem větru. [10]

K přírozenému větrání objektu dochází netěsností obálky budovy. V tomto případě závisí pouze na síle větru, který působí na budovu. Z toho vyplývá, že je spojeno s exponovaností budovy. Objekt obklopený okolní zástavbou má rozhodně nižší vyvětraný objem vzduchu, než stejný samostatně stojící objekt. Množství větraného vzduchu obálkou je v přímé úměře s její těsností. V každém případě dojde k vyvětrání určitého tepla, které navíc nejsme schopni regulovat.

Přírozené větrání okny závisí na velikosti přetlaku a podtlaku. Tento závisí na větrané výšce a exteriérové teplotě. Pozici okna a vnější vzduch nejsme schopni regulovat. V zimním období, kdy je vnitřní vzduch teplejší, než vnější, dochází při otevření okna k vytlačování teplého vzduchu ven a studeného vzduchu dovnitř. Naopak v letních měsících, kdy je teplota exteriérového a interiérového vzduchu shodná, nemusí docházet k výměně vzduchu vůbec. V této situaci závisí pouze na pohybu větru, který nám slouží jako hybná síla této výměny.

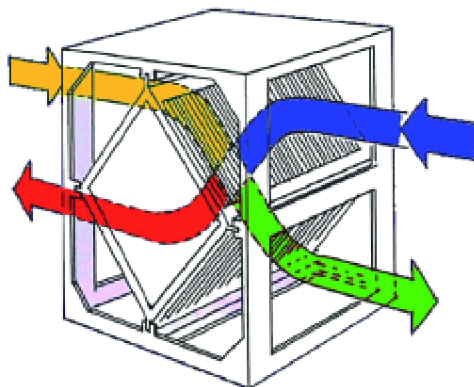
Z této situace vyplývá, že přírozená výměna vzduchu je nestálá. Největší nevýhodou je nemožnost takovou výměnu řídit.

2.4.2 Nucené větrání objektu

Pokud nechceme nechat větrání pouze na náhodě a ochotě uživatele otevřít okno, použijeme nucené větrání. Jedná se o systémy, které jsou důmyslně řízeny. Existuje mnoho variant tohoto větrání. V principu se jedná o zařízení, které měří teplotu a vlhkost. Pokud jedna z těchto veličin klesne pod nebo stoupne nad nastavenou „standardní“ hodnotu, aktivuje systém. Tím se mohou automaticky otevřít okna, zastínit okna, spustit větrací jednotku a podobně.

V případě, že chceme odpadní vzduch využít, použijeme zpětné získávání tepla. Principem je, že se použitý přehřátý vzduch zužitkuje na dohřev přírodního vzduchu. V letních měsících můžeme ohřátý vzduch uplatnit pro ohřev teplé vody. Tyto systémy lze také napojit na solární zdroj tepla. U objektů, které jsou využívány přes léto, by tato varianta byla ideální. Náš případ se základní školou se pro ohřívání solárním systémem nehodí. V letních měsících, kdy je tento systém zcela využit, se objekt nevyužívá.

U systémů se zpětným získáváním tepla musíme mít primární zdroj pro ohřev vzduchu. Zpětné získávání tepla samo o sobě teplo nevyrábí. Pouze používá již akumulované teplo v objektu.



Obr. 2.4.2.1 Zpětné získávání tepla pomocí deskového výměníku [10]

3 POSUZOVANÁ BUDOVA POUŽITÁ PRO VÝPOČET

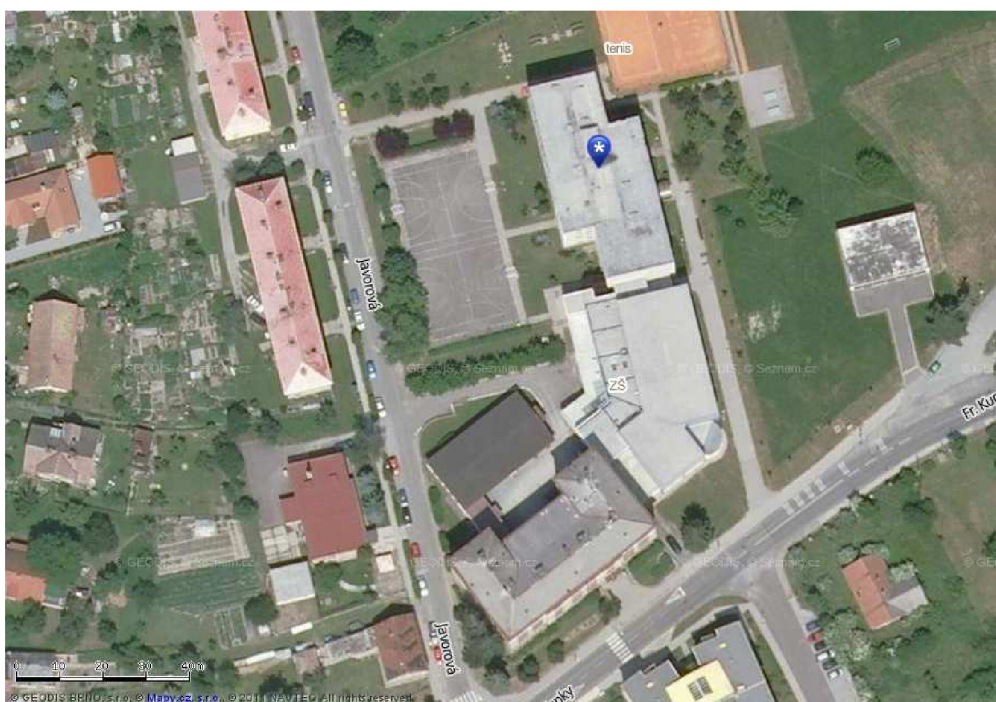
3.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE VYŠETŘOVANÉHO OBJEKTU

Budova Základní školy v ulici Fr. Kupky č. p. 350 v Dobrušce. Budova je situována na okraji města Dobrušky v Královéhradeckém kraji.

Jedná se o budovu základní školy, která byla postavena v roce 1994. Objekt má čtyři nadzemní podlaží. Je zastřešen plochou střechou. Není podsklepen.

Objekt je součástí komplexu budov Základní školy. Konkrétně v této budově probíhá pouze výuka dětí. Ostatní budovy slouží jako tělocvična a kuchyně s jídelnou. Dále je zde hlavní, historická budova. V této je provozována zubní ordinace, tělocvična, kanceláře, učebny, družina se šatnami a sociální zařízení.

Z jižní fasády je budova školy propojena se sportovním zařízením, které není součástí výpočtů.



Obr. 3.1.1 Letecká fotografie areálu Základní školy Františka Kupky v Dobrušce. Označena je vyšetřovaná budova. [11]

V 1.NP dotčeného objektu se nachází učebny PC, cvičná kuchyňka, šatny, sklady, místnost s přívodem otopné vody, sociální zařízení. V dalších nadzemních podlažích se nacházejí učebny, kabinety, sociální zařízení a podobně. Ve 4.NP je učebna fyziky, kdy je při jejím provozu využívána vzduchotechnika.

Obvodový plášť je proveden z celostěnových pórobetonových panelů tloušťky 400 mm. V místech sociálně hygienického zázemí a schodišť je kombinován s lehkým obvodovým pláštěm. To je ve výpočtech zanedbáno.

Okna jsou původní dřevěná nebo kovová s dvojitým zasklením. V místech sociálního zázemí a schodišť jsou osazena původní hliníková okna s dvojitým zasklením. Vstupní dveře jsou původní, kovové se sklem.

Střecha je plochá s tepelnou izolací z minerální plsti v tloušťce 2 x 60 mm. Na střeše se nachází strojovna výtahů s původními obvodovými konstrukcemi.

Objekt je napojen na lokální výměňkovou stanici, která je umístěna v blízkosti popisovaného objektu. Výměňková stanice je zapojena do systému centrálního zásobování teplem, kde tepelnou energii dodává Centrální zásobování tepla Dobruška, a.s. Tepelná energie je dodávána z plynové nízkotlaké výtopny.

Otopný systém je teplovodní s nuceným oběhem. Teplo do soustavy dodává výměňková stanice. Ve výměňkové stanici je instalována ekvitermní regulace, která řídí směšování teplé vody v závislosti na vnější teplotě. Čidlo ekvitermní regulace je umístěno v exteriéru u výměňkové stanice. Dodávané teplo do objektu je měřeno na patě objektu. Dvě větve určené pro vytápění mají nefunkční regulaci topné vody.

Primární rozvody jsou izolovány tepelnou izolací z minerálních vláken, její povrch je kryt hliníkovou fólií. Pátevní rozvoje otopné soustavy jsou izolovány tepelnou izolací z polystyrenu. Stoupační ani přípojovací rozvody otopné soustavy tepelně izolovány nejsou.

Otopná tělesa jsou původní článková litinová. Na těchto tělesech jsou osazeny termoregulační ventily.

Vzduchotechnika je nainstalována pro odvětrání učebny fyziky. Větrání všech ostatních místností je přirozené, okny.

Hlavními spotřebiči elektrické energie je osvětlení a různé elektrické přístroje. K osvětlení je použito žárovkových svítidel nebo žárovek.

Zemní plyn není do objektu zaveden.

3.1.1 Vstupní hodnoty posuzované budovy použité pro výpočet

Technické parametry		
Zastavěná plocha objektu	m ²	872,8
Počet nadzemních podlaží	-	4
Počet podzemních podlaží	-	0
Konstrukční výška podlaží	m	3,6
Plocha plné části svislých obvodových konstrukcí	m ²	1343,1
Plocha výplní otvorů	m ²	682,2

Konstrukce na styku se zemínou	m ²	872,8
Plocha střešní konstrukce	m ²	872,8
Podlahová plocha vytápěných prostor	m ²	3330
Geometrické parametry objektu		
celková plocha ochlazovaných konstrukcí ohraničující vytápěnou část budovy - A	m ²	3771
Celkový objem vytápěné části budovy - V	m ³	12611
Objemový faktor tvaru budovy A/V	m ² /m ³	0,3

Tab. 3.1.1 Geometrie posuzovaného objektu [12]

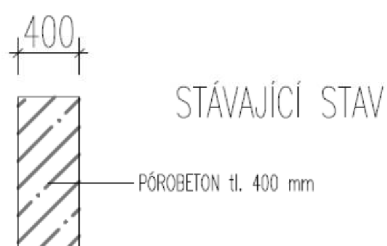
3.2 POPIS KONSTRUKCÍ

Jako tepelná izolace byl brán v úvahu pouze polystyren. Polystyren XPS byl použit na zateplení podlahy. Polystyren EPS byl použit jako tepelná izolace střechy a obvodového pláště. Dále je uvažováno s výměnou výplní otvorů.

3.2.1 Popis jednotlivých konstrukcí obvodového pláště

Stávající stav

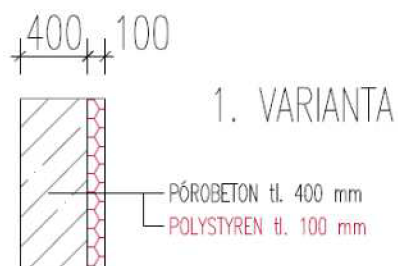
Stávající obvodový plášť tvoří pouze 400 mm pórobetonu. Jedná se o stávající stav, který dosahuje hodnoty součinitele prostupu tepla 0,52 W/m²K. Normová hodnota obvodové stěny je předepsána jako 0,18 – 0,12 W/m²K. Doporučená hodnota je 0,25 W/m²K. Hodnota stávajícího stavu dosahuje poloviční hodnotu, než by měla být dle současně platící normy ČSN 73 0540.



Obr. 3.2.1.1 Stávající stav obvodové konstrukce

1. Varianta

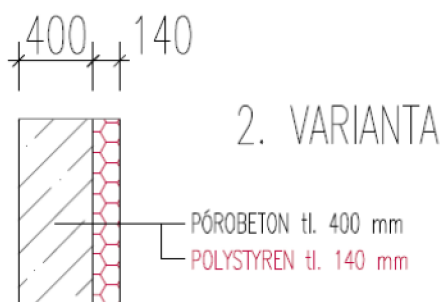
První řešení dodatečného zateplení počítá pouze se 100 mm polystyrenu. Společně se nosnou konstrukcí dosáhne takto navržený obvodový plášť hodnoty součinitele prostupu tepla 0,28 W/m²K. Tato hodnota se již přibližuje k doporučené hodnotě 0,25 W/m²K.



Obr. 3.2.1.2 1. varianta zateplení obvodového pláště

2. Varianta

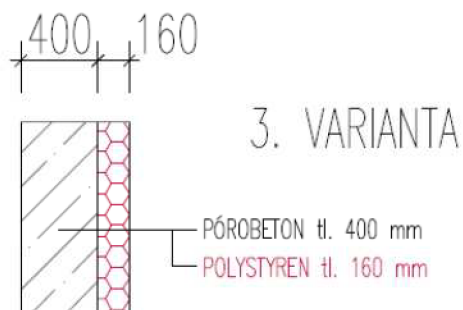
Druhá varianta navrhuje tepelnou izolaci v šířce 140 mm. Díky tomuto zateplení obvodová konstrukce dosahuje součinitel prostupu tepla $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tato hodnota je v normě ČSN 73 0540 určena jako doporučená hodnota.



Obr. 3.2.1.3 2. varianta zateplení obvodového pláště

3. Varianta

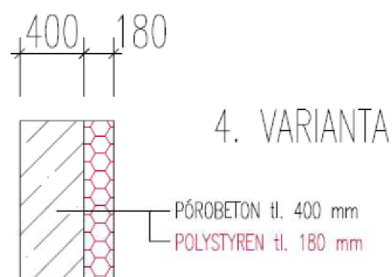
Třetí z nově navržených řešení počítá s dodatečnou tepelnou izolací 160 mm. Součinitel prostupu tepla takovéto konstrukce je $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.1.4 3. varianta zateplení obvodového pláště

4. Varianta

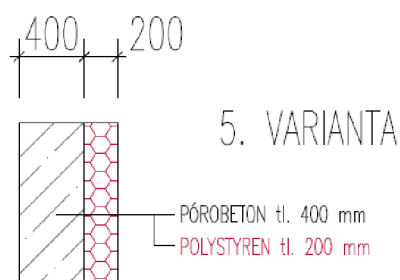
Čtvrtá varianta navrženého zateplení je zateplena 180 mm. Součinitel prostupu tepla takovéto konstrukce je $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.1.5 4. varianta zateplení obvodového pláště

5. Varianta

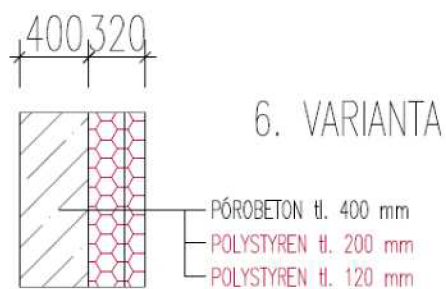
Pátá varianta zateplení je navržena o mohutnosti 200 mm. Součinitel prostupu tepla takovéto konstrukce je $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.1.6 5. varianta zateplení obvodového pláště

6. Varianta

Šestá varianta zateplení o mohutnosti 320 mm dosahuje součinitel prostupu tepla $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tato hodnota dosahuje dokonce horní mez cílové hodnoty pro stěnu dle ČSN 73 0540.

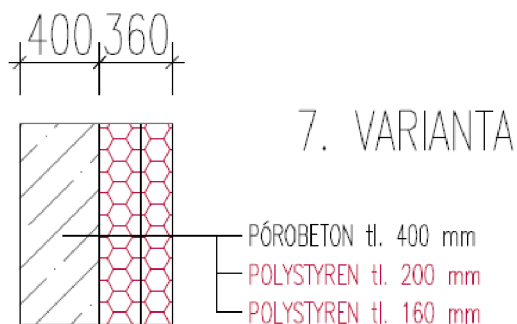


Obr. 3.2.1.7 6. varianta zateplení obvodového pláště

7. Varianta

Sedmá varianta je již za hranicí cílové hodnoty součinitele prostupu tepla dle

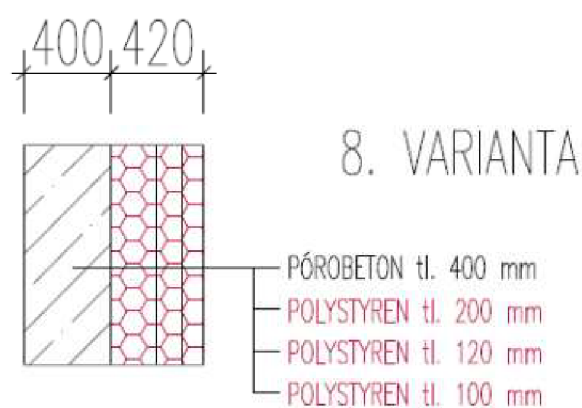
ČSN 73 0540. Tuto hodnotu dosahuje díky zateplení 360 mm polystyrenu. Konkrétní hodnota součinitele prostupu tepla této varianty je $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.1.8 7. varianta zateplení obvodového pláště

8. Varianta

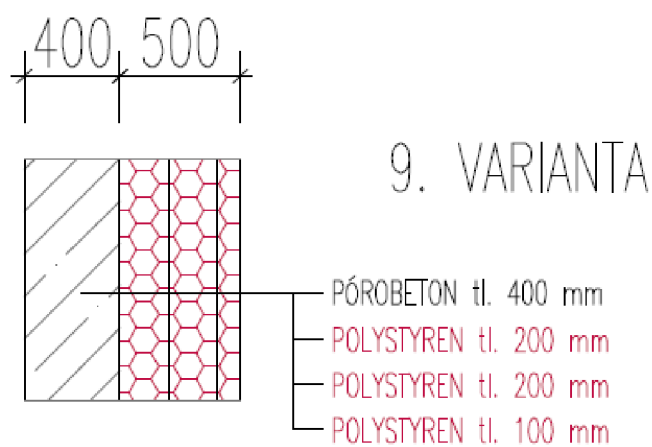
Osmá varianta je zateplena 420 mm polystyrenu. Díky tomuto zateplení dosahuje součinitel prostupu tepla této varianty hodnotu $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.1.9 8. varianta zateplení obvodového pláště

9. Varianta

Poslední varianta je zateplena dokonce 0,5 m polystyrenu. Toto zateplení by v praxi již asi nebylo bráno v úvahu, ale pro účely experimentálních výpočtů, je to zajímavá varianta. Součinitel prostupu tepla je $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.1.10 9. varianta zateplení obvodového pláště

3.2.2 Popis jednotlivých konstrukcí střešní konstrukce

Stávající stav

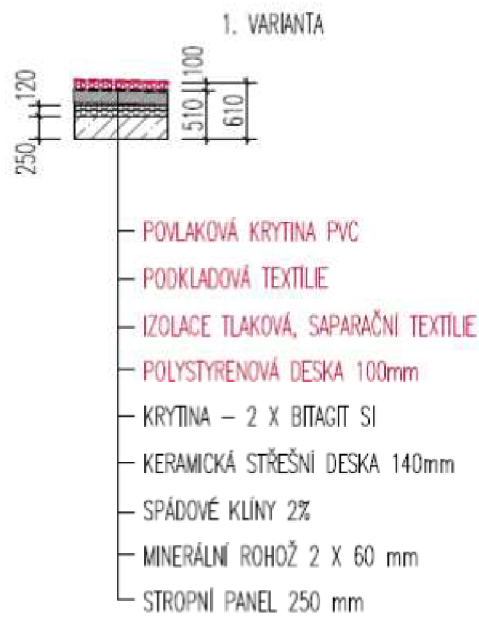
Nosná konstrukce střešní konstrukce je stropní panel tloušťky 250 mm. Tepelná izolace je 120 mm silná. Dále jsou zde keramické střešní desky 140 mm tlusté a jako střešní krytina jsou dva asfaltové pásy. Součinitel prostupu tepla je $0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$. Cílová hodnota dle ČSN 73 0540 pro plochou střechu je $0,15 - 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozdíl těchto hodnot znamená, že stávající hodnota je zhruba třikrát vyšší, než cílová hodnota dle současné normy.



Obr. 3.2.2.1 Stávající stav střešní konstrukce

1. Varianta

První varianta počítá s revitalizací střešní krytiny a dodatečné zateplení. Tepelná izolace je tloušťky 100 mm polystyrenu. Na tepelné izolaci leží separační fólie a podkladní fólie. Střešní krytina je navržena jako povlaková krytina PVC. Ve výpočtu jsem započítávala pouze s tepelnou izolací. Nově navržená skladba dosáhne součinitele prostupu tepla $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.2.2 1. varianta střešní konstrukce

2. Varianta

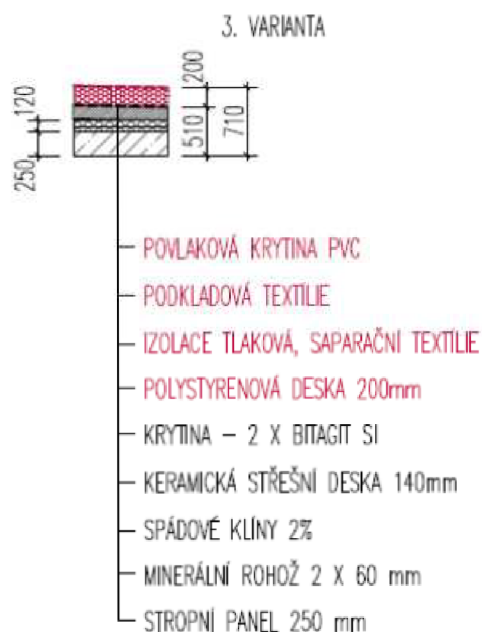
Druhá varianta je navržena se 180 mm silnou vrstvou tepelné izolace. Součinitel prostupu tepla je $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. ČSN 73 0540 požaduje jako cílovou hodnotu $0,15 - 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.2.3 2. varianta střešní konstrukce

3. Varianta

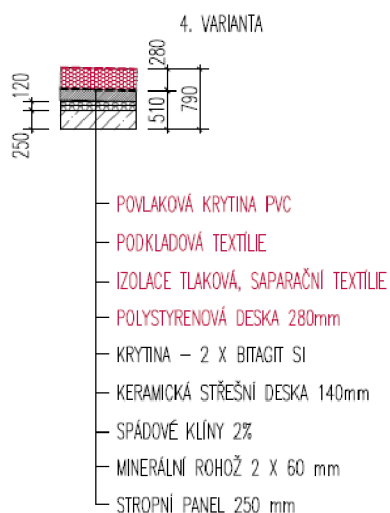
Třetí varianta je zateplena 200 mm tepelné izolace. Součinitel prostupu tepla se snížil na 0,21 W/m²K.



Obr. 3.2.2.4 3. varianta střešní konstrukce

4. Varianta

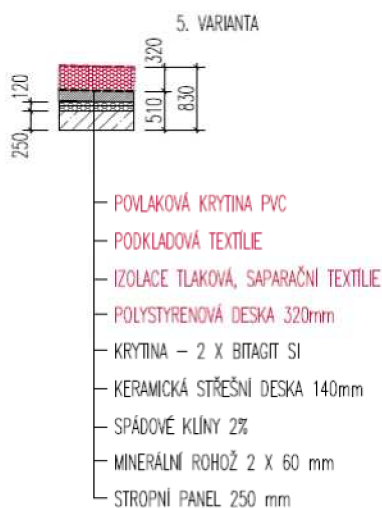
Čtvrtá varianta je navržena s 280 mm tepelné izolace. Díky této tloušťce dosahuje součinitel prostupu tepla 0,19 W/m²K.



Obr. 3.2.2.5 4. varianta střešní konstrukce

5. Varianta

Pátá varianta je zateplena 320 mm polystyrenu. Součinitel prostupu tepla je 0,18 W/m²K. Tato varianta se blíží k cílové hodnotě 0,15 W/m²K dle ČSN 73 0540.



Obr. 3.2.2.6 5. varianta střešní konstrukce

6. Varianta

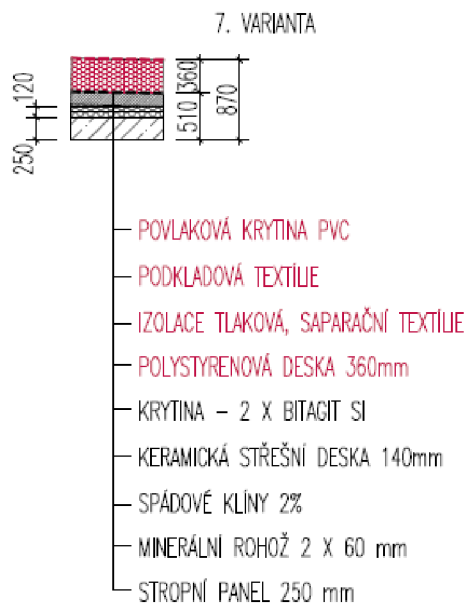
Šestá varianta má jen o 20 mm mohutnější zateplení, než 5. Varianta. Celková tepelná izolace je tlustá 340 mm. Součinitel prostupu tepla je 0,17 W/m²K



Obr. 3.2.2.7 6. varianta střešní konstrukce

7. Varianta

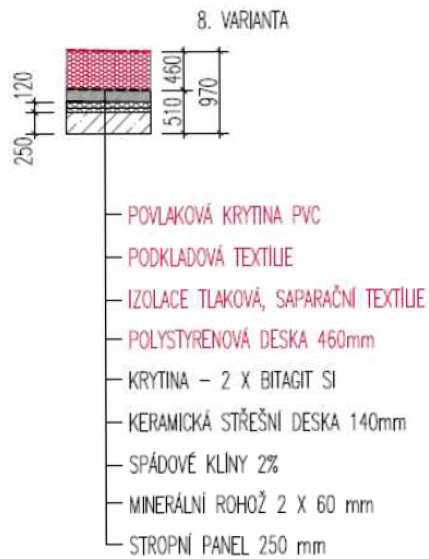
Sedmá varianta je zateplena 360 mm tepelné izolace. Součinitel prostupu tepla této varianty je $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.2.8 7. varianta střešní konstrukce

8. Varianta

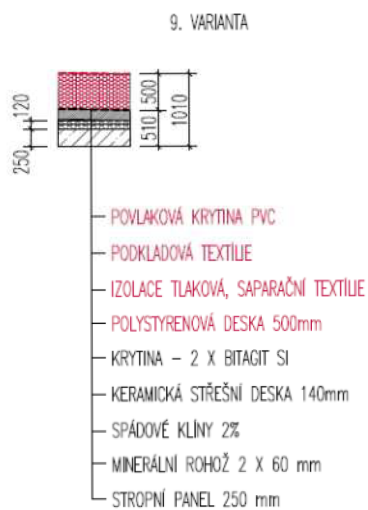
Osmá varianta je zateplena 400 mm tepelné izolace. Součinitel prostupu tepla je $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.2.9 8. varianta střešní konstrukce

9. Varianta

Osmá varianta je zateplena 0,5 m tepelné izolace. Součinitel tepelné vodivosti je $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tato hodnota je horní mez dle cílové hodnoty normy ČSN 73 0540.



Obr. 3.2.2.10 9. varianta střešní konstrukce

3.2.3 Popis jednotlivých konstrukcí podlahy na zemině

Stávající stav

Podlaha na zemině představuje pouze 165 mm betonu s povlakovou krytinou. Součinitel prostupu tepla je $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Cílová hodnota dle ČSN 73 0540 je v rozmezí $0,22 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stávající hodnota součinitele prostupu tepla je absolutně nevyhovující.



Obr. 3.2.3.1 Stávající stav podlahy na zemině

1. Varianta

První varianta představuje zateplení podlahové konstrukce na zemině 100 mm extrudovaného polystyrenu. Jako roznášecí vrstva je navržena 30 mm silná betonová vrstva. Na beton lze položit druh krytiny dle využití místnosti. Součinitel prostupu tepla takto zateplené podlahy je $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$. Cílová hodnota dle ČSN 73 0540 je $0,22 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 3.2.3.2 1. varianta zateplení podlahy na zemině

2. Varianta

Druhá varianta je zateplena 160 mm extrudovaného polystyrenu. Součinitel prostupu tepla takto zateplené podlahy je $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tato hodnota již odpovídá cílové hodnotě dle ČSN 73 0540.



Obr. 3.2.3.3 2. varianta zateplení podlahy na zemině

3. Varianta

Ve třetí variantě jsem vzala v úvahu tepelnou izolaci tloušťky 200 mm. Díky tomuto zateplení je součinitel prostupu tepla $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tato hodnota je dokonce nižší, než předepisuje ČSN 73 0540.



Obr. 3.2.3.4 3. varianta zateplení podlahy na zemině

Hodnoty jednotlivých součinitelů prostupů tepla byly vypočteny v programu Teplo stavební fyziky.

3.3 STÁVAJÍCÍ STAV

Ve výpočtech pro stávající stav počítám s obvodovým pláštěm z pórobetonových panelů tloušťky 400 mm. Tato konstrukce má součinitel prostupu tepla (dále již jen U)

0,52 W/m²K. Okna jsou dřevěná nebo kovová s dvojitým zasklením. Jejich hodnota U je 2,4 W/m²K. Střecha je plochá, s tepelnou izolací z minerální plsti v tloušťce 2 x 60 mm. Její hodnota U je 0,43 W/m²K. Podlaha na zemině má součinitel prostupu tepla 1,52 W/m²K. V energetickém auditu, který používám jako podklad, je počítáno s prostupem tepla na zemině dle ČSN 13 370 – přenos tepla zeminou. Zvolená hodnota dle energetického auditu je U=0,30 W/m²K. Přičemž skutečné U=1,52 W/m²K. Proto jsou výpočty v energetickém auditu zavádějící. Prováděla jsem výpočty vlastní.

V tabulce jsou vypočteny celkové ztráty objektu. Dále jsou zde vykalkulovány náklady vynaložené na vytápění za rok. Ve stávajícím stavu je objekt vytápěn centrálním zásobováním tepla. Jak vyplývá z výpočtu, tak roční náklady na vytápění objektu jsou 973 020 Kč. Pokud uvažíme, že ceny energií stále stoupají, tak by v budoucnu nemuselo být ekonomické objekt provozovat. Proto je třeba najít vhodné řešení na snížení tepelných ztrát.

	nebytová budova [kW]	bytová budova [kW]	rozdíl mezi byt. a nebyt. budovou v [kW]
stávající stav	271,834	268,43	3,404
			porovnání mezi nebytovou budovou a bytovou budovou
	Kč/rok	Kč/rok	
černé uhlí	956 937,00 Kč	944 935,00 Kč	12 002,00 Kč
dřevo	653 123,00 Kč	644 932,00 Kč	8 191,00 Kč
zemní plyn	1 276 112,00 Kč	1 260 151,00 Kč	15 961,00 Kč
el. akumulace	1 483 335,00 Kč	1 464 793,00 Kč	18 542,00 Kč
tepelné čerpadlo	579 797,00 Kč	572 578,00 Kč	7 219,00 Kč
cen.zásob.teplem	973 020,00 Kč	960 816,00 Kč	12 204,00 Kč

Tab. 3.3.1 Porovnání stávajícího stavu nebytové a bytové budovy

Z výpočtu vyplývá, že pokud je počítáno s bytovou budovou, dochází k roční úspoře 3,4 kW. Je to způsobeno především tím, že v objektu jsou lidé po celou dobu užívání. Rozdíl mezi způsobem užívání je 12 204 Kč/rok, pokud by zůstalo stávající vytápění z centrálního zdroje tepla. Pro zajímavost je vhodné poukázat na rozdíl v ceně za vytápění, pokud by bylo použito elektrické akumulace. Jedná se o 18,5 tisíc Kč/rok.

U nebytové budovy je počítáno se stavem, kdy je prosklená plocha maximálně z 50%. Což je případ vyšetřovaného objektu.

Cena za topnou surovinu byla vypočtena díky konkrétní tepelné ztrátě varianty a dále pomocí webu <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva> [28.09.2012]. Kde se díky zadání celkové ztrátě objektu vypočítá suma za topné médium.

4 TEPELNÉ ZTRÁTY PRVNÍCH DVOU VARIANT VČETNĚ ZATEPLENÍ PODLAHY

4.1 1. VARIANTA

První varianta zateplení obvodového pláště se zabývá situací, kdy je celá obálka budovy zateplena 100 mm tepelné izolace. Dále jsou výplně otvorů vyměněny za okna a dveře se součinitelem tepelného odporu 1,2 kW/m²K.

1. varianta	součinitel prostupu tepla (W/m ² K)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,28
STŘEŠNÍ KCE	0,26
PODLAHA	0,26
VÝPLNĚ OTVORŮ	1,2

Tab. 4.1.1 Součinitele prostupů tepla obvodových konstrukcí

1.verze [kW]	nebytová budova kW	bytová budova kW	rozdíl mezi byt a nebyt.budovou
		186,694	183,29
	Kč/rok	Kč/rok	porovnání mezi nebytovou budovou a stávajícím stavem
černé uhlí	657 200,00 Kč	645 237,00 Kč	299 737,00 Kč
dřevo	448 548,00 Kč	400 384,00 Kč	204 575,00 Kč
zemní plyn	877 500,00 Kč	861 592,00 Kč	398 612,00 Kč
el. akumulace	1 020 285,00 Kč	1 001 805,00 Kč	463 050,00 Kč
tepelné čerpadlo	399 498,00 Kč	392 302,00 Kč	180 299,00 Kč
cen. zás. teplem	668 510,00 Kč	656 082,00 Kč	304 510,00 Kč

Tab. 4.1.2 Porovnání nákladů na vytápění při využití různých druhů paliva; porovnání ušetření ročních nákladů v porovnání nebytové budovy a stávajícího stavu

Pro zajímavost jsem provedla výpočet nákladů na vytápění, pokud bych modelovou budovu počítala jako bytovou a nebytovou.

Pokud budeme uvažovat, že zůstane stávající zdroj tepla, tj. centrální zásobování, tak ročně dojde k úspoře 304 510 Kč. Rozdíl mezi bytovou a nebytovou budovou je opět 3,4 kW. Díky zateplení 100mm obvodového pláště, střešní konstrukce a výměny výplní otvorů

dochází k ušetření ročních nákladů 463 050 Kč, pokud bychom uvažovali, že je objekt vytápěn nejprodělečnějším zdrojem tepla, tj. elektrickou akumulací. Při použití tepelného čerpadla by došlo k úspoře 180 299 Kč.

1. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 470 694,50 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.100 mm se silikonovou omítkou		895,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 095,00 Kč	1343,1 m ²
PODLAHA		Kč/m ²	1 998 642,18 Kč
Vyrovnání podkladu samoniv.hmotou v int. nivelační hmota tl. 30 mm, penetrace		1 558,00 Kč	
Izolace tepelná podlah na sucho, dvouvrstvá materiál ve specifikaci		31,10 Kč	
Deska pol. BACHL XPS 500 SF tl. 100 mm		700,82 Kč	
	Σ	2 289,92 Kč	872,8 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	704 000,48 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 100 mm		366,20 Kč	
	Σ	806,60 Kč	872,8 m ²
VÝPLNĚ OTVORŮ		Kč	1 396 815,00 Kč
Okna U _w = 1,2 W/m ² K		1 396 815,00 Kč	
	Σ	1 396 815,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY	5 570 152,16 Kč		

Tab. 4.1.3 Náklady na provedení zateplení 1. varianty

Pro úsporu nákladů 304 510 Kč/rok při stávajícím zdroji tepla je třeba rekonstrukce v hodnotě 5 570 152 Kč.

Výpočet nákladů na zateplení byl proveden v BUILD power – viz příloha 8.2. - rozpis do sborníku služeb a nákladů. Cena výplní otvorů je doložena – viz příloha 8.3 cenová nabídka pro výměnu výplní otvorů.

Náklady na snížení energetické náročnosti budovy by se při stávající ceně energií navrátili za zhruba 18 let.

4.2 2. VARIANTA – ZATEPLENÍ DLE ENERGETICKÉHO AUDITU

V energetickém auditu je vyhodnocena jako neekonomičtější varianta. Obvodové konstrukce budou zatepleny 140 mm polystyrenu, střecha 180 mm a dojde k výměně výplní otvorů s $U_w=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2. varianta	součinitel prostupu tepla ($\text{W/m}^2\text{K}$)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,25
STŘEŠNÍ KCE	0,22
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	1,2

Tab. 4.2.1 Součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí a výplní otvorů

2.verze [kW]	nebytová budova kW	bytová budova kW	rozdíl mezi byt a nebyt.budovou
		189,84	186,436
	Kč/rok	Kč/rok	porovnání mezi nebytovou budovou a stávajícím stavem
černé uhlí	668 279,00 Kč	656 316,00 Kč	288 658,00 Kč
dřevo	456 110,00 Kč	447 945,00 Kč	197 013,00 Kč
zemní plyn	892 234,00 Kč	876 326,00 Kč	383 878,00 Kč
el. akumulace	1 037 401,00 Kč	1 018 921,00 Kč	445 934,00 Kč
tepelné čerpadlo	406 162,00 Kč	398 966,00 Kč	173 635,00 Kč
cen. zás. teplem	679 510,00 Kč	667 347,00 Kč	293 510,00 Kč

Tab. 4.2.2 Porovnání nákladů na vytápění při využití různých druhů paliva; porovnání nákladů mezi nebytovou budovou a stávajícím stavem

Pokud budeme uvažovat, že zůstane stávající zdroj tepla, tj. centrální zásobování, tak ročně dojde k úspoře 293 510 Kč oproti stávajícímu stavu. Ušetření nákladů na vytápění by došlo pouze díky zateplení obálky budovy bez zateplení podlahy na zemině a výměny výplní otvorů.

2. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 586 201,10 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.140 mm se silikonovou omítkou		981,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 181,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	959 538,86 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	

Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 180 mm		658,98 Kč	
	Σ	1 099,38 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	1 396 815,00 Kč
Okna U _w = 1,2 W/m ² K		1 396 815,00 Kč	
	Σ	1 396 815,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY		3 942 554,96 Kč	

Tab. 4.2.3 Náklady na provedení zateplení 2. varianty

Pro úsporu nákladů 293 510 Kč/rok při stávajícím zdroji tepla je třeba rekonstrukce v hodnotě 3 942 555 Kč.

Náklady na zateplení by se při stávající ceně energií navrátili asi za 13,5 roku.

4.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NÁVRATNOSTI OBOU VARIANT

Rozdíl nákladů na zateplení 1. a 2. Varianty je 1 627 597 Kč. Tento rozdíl je způsoben především zateplením podlahy. Samotné náklady na zateplení podlahy se blíží ke 2 mil. Kč.

V případě 2. Varianty, kde dochází k zateplení pouze obálky budovy a výměně výplní otvorů dochází k ročním tepelným ztrátám při stávajícím zdroji vytápění 679 510 Kč. Návratnost této investice je asi 13,5 let.

Experimentálně uvážíme to stejné zateplení obálky budovy a výměnu výplní otvorů jako u varianty 2, ale navíc vezmeme v úvahu i zateplení podlahy 100 mm polystyrenu – viz příloha 8.4 náklady na provedení jednotlivých variant. Zateplení bez podlahy by stálo 3 942 555 Kč. Ročně za vytápění centrálním zdrojem tepla bude třeba zaplatit 679 510 Kč. Na zateplení včetně podlahy je třeba vynaložit náklady 5 941 197 Kč. Roční náklady jsou 634 367 Kč. Návratnost této investice je 17,5 let.

Rozdíl mezi zateplenou a nezateplenou podlahou ušetří ročně na vytápění 45 143 Kč. Přičemž náklady na zateplení podlahy je 1 998 642 Kč. Návratnost zateplení pouze podlahy je asi 44 let.

Proto jsem v dalších výpočtech vyloučila zateplení podlahy. Náklady na toto zateplení je náročné na vybudování a doba návratnosti je příliš dlouhá.

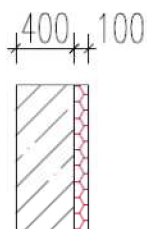
5 TEPELNÉ ZTRÁTY POSUZOVANÝCH VARIANT BEZ ZATEPLENÍ PODLAHY

5.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH VARIANT POUŽITÝCH VE VÝPOČTU

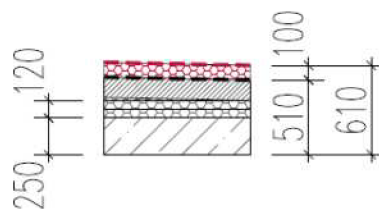
1. varianta

První varianta představuje zateplení obvodové konstrukce jednou deskou EPS tloušťky 100 mm. Střešní konstrukce bude zateplena deskou EPS 100 mm. Dále také výměnu všech výplní otvorů na $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

OBVODOVÁ KONSTRUKCE



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



Obr. 5.1.1 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 1

1. varianta	součinitel prostupu tepla ($\text{W/m}^2\text{K}$)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,28
STŘEŠNÍ KCE	0,26
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	1,2

Tab. 5.1.1 Součinitele prostupu tepla 1. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů.

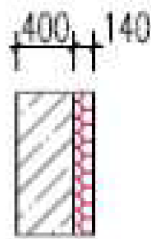
Jedná se o variantu, která není příliš finančně náročná na pořízení. Obvodová konstrukce vychází na 1000 Kč/m^2 a střešní konstrukce na 800 Kč/m^2 . Tato varianta odstraní tepelné mosty v obálce budovy.

Náklady na toto zateplení je $3\,571\,510 \text{ Kč}$ – viz příloha č. 8.4.

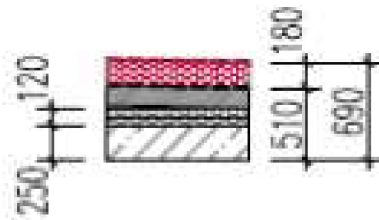
2. varianta – dle energetického auditu

Druhá varianta představuje zateplení obvodového pláště deskou EPS 140 mm. Střešní konstrukce je zateplena EPS 180 mm. Výplně otvorů $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

OBVODOVÁ KONSTRUKCE



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



Obr. 5.1.2 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 2

Náklady na toto zateplení je 3 942 555 Kč – viz příloha č. 8.4.

2. varianta	součinitel prostupu tepla (W/m^2K)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,25
STŘEŠNÍ KCE	0,22
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	1,2

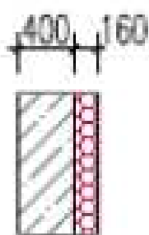
Tab. 5.1.2 Součinitele prostupu tepla 2. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů

Zateplení obvodové konstrukce je vypočteno na 1200 Kč/m². Střešní konstrukce bude stát zhruba 1000 Kč/ m².

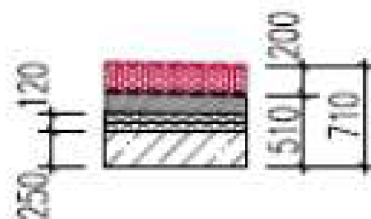
3. varianta

Třetí varianta je spočítána se zateplením obvodových stěn EPS tloušťky 160 mm. Střešní konstrukce je obalena deskou EPS tloušťky 200 mm. Okna a dveře budou mít hodnotu $U_w=0,8 W/m^2K$, což je vhodné k dané mohutnosti zateplovacího systému.

OBVODOVÁ KONSTRUKCE



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



Obr. 5.1.3 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 3

3. varianta	součinitel prostupu tepla (W/m²K)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,24
STŘEŠNÍ KCE	0,21
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	0,8

Tab. 5.1.3 Součinitele prostupu tepla 3. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů

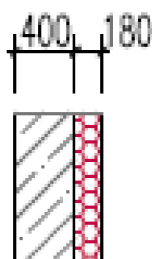
Náklady na toto zateplení je 4 743 141 Kč – viz příloha č. 8.4.

Náklady na zateplení 160 mm obvodových konstrukcí se pohybují zhruba na 1250 Kč/m². Střešní konstrukce mohutnosti 200 mm se pohybuje na 1200 Kč/m².

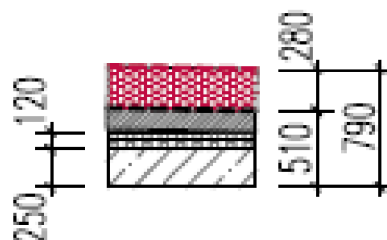
4. varianta

U čtvrté varianty bylo počítáno se zateplením obvodových konstrukcí deskou EPS tloušťky 180 mm. Střešní konstrukce je tloušťky 280 mm. Jedná se o desku EPS 80 a 200mm. Výplně otvorů jsou hodnoty $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

OBVODOVÁ KONSTRUKCE



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



Obr. 5.1.4 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 4

4. varianta	součinitel prostupu tepla (W/m²K)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,23
STŘEŠNÍ KCE	0,19
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	0,8

Tab. 5.1.4 Součinitele prostupu tepla 4. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů

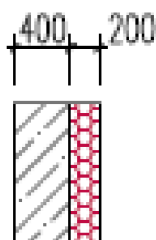
Náklady na toto zateplení je 5 091 908 Kč – viz příloha č. 8.4.

Finanční nároky na obvodovou konstrukci tloušťky 180 mm je 1 300 Kč/m². Zateplení střešní konstrukci tloušťky 280 mm je asi 1500 Kč/m².

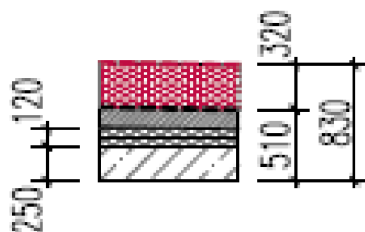
5. varianta

Pátá varianta počítá se zateplením obvodového pláště 200 mm deskou EPS tloušťky 200 mm. Střešní konstrukce bude zateplena deskami EPS tloušťky 200 a 120 mm. Okna a dveře budou vyměněny na hodnotu $U_w=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

OBVODOVÁ KONSTRUKCE



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



Obr. 5.1.5 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 5

Náklady na toto zateplení je 5 410 972 Kč – viz příloha č. 8.4.

5. varianta	součinitel prostupu tepla (W/m ² K)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,2
STŘEŠNÍ KCE	0,18
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	0,8

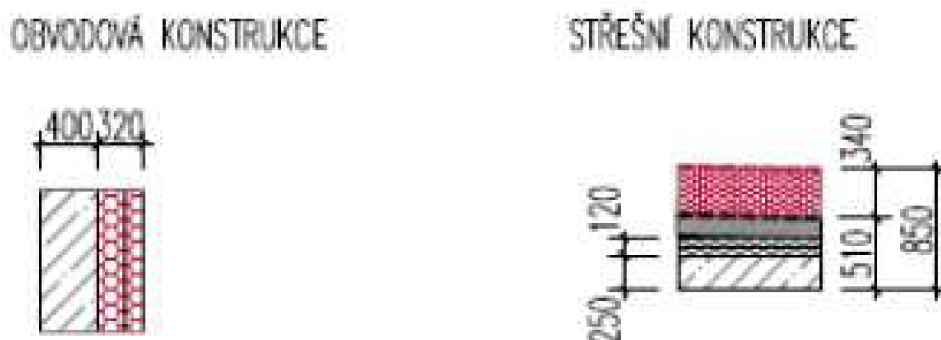
Tab. 5.1.5 Součinitele prostupu tepla 5. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů

Obvodová konstrukce této varianty je oceněna na 1 300 Kč/m². Střešní konstrukce na 1 650 Kč/m².

6. varianta

Šestá varianta je zateplena celkovou 320 mm obvodového pláště. Ve výpočtu nákladů je tedy počítáno se dvěma vrstvami 200 mm a 120 mm polystyrenu. Střešní konstrukce je

zateplena celkem 360 mm polystyrenu. Takže je zde počítáno se 200 mm a 140 mm. Okenní a dveřní otvory jsou nahrazeny $U_w=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Obr. 5.1.6 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 6

Náklady na toto zateplení je 6 705 158 Kč – viz příloha č. 8.4.

6. varianta	součinitel prostupu tepla ($\text{W/m}^2\text{K}$)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,18
STŘEŠNÍ KCE	0,17
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	0,6

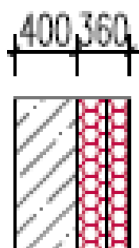
Tab. 5.1.6 Součinitele prostupu tepla 6. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů

Obvodová konstrukce tloušťky 320 mm je oceněna na 2 200 Kč/m². Střešní konstrukce tloušťky 340 mm má cenu zhruba 1 700 Kč/m².

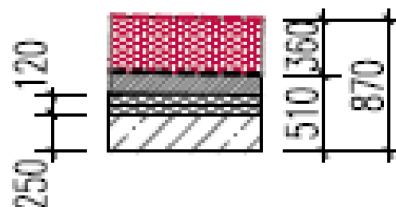
7. varianta

Obvodový plášť sedmé varianty je zateplen 380 mm polystyrenu celkem. Jedná se o EPS 200 a 160mm. Střešní konstrukce je chráněna celkově 360 mm. Takže je zde počítáno s tloušťkami EPS 200 a 160 mm. Okenní a dveřní otvory jsou vyměněny za $U_w=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

OBVODOVÁ KONSTRUKCE



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



Obr. 5.1.7 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 7

Náklady na toto zateplení je 6 934 265 Kč – viz příloha č. 8.4.

7. varianta	součinitel prostupu tepla (W/m^2K)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,17
STŘEŠNÍ KCE	0,17
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	0,6

Tab. 5.1.7 Součinitele prostupu tepla 7. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů

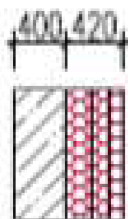
Obvodová konstrukce tloušťky 360 mm je oceněna na 2 350 Kč/m². Střešní konstrukce tloušťky 360 mm má cenu zhruba 1 800 Kč/m².

8. varianta

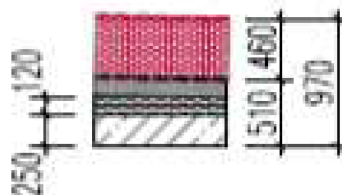
Obvodový plášť je zateplen 420 mm polystyrenu. Takže je konstrukce vyskládána z EPS 200, 120 a 100 mm široké tepelné izolace. Střešní konstrukce je dohromady zateplena 460 mm. Desky EPS jsou v tloušťkách 100, 160 a 200 mm.

Obvodová konstrukce tloušťky 420 mm je oceněna na 3 100 Kč/m². Střešní konstrukce tloušťky 460 mm má cenu zhruba 2 100 Kč/m².

OBVODOVÁ KONSTRUKCE



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



Obr. 5.1.8 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 8

Náklady na toto zateplení je 8 290 671 Kč – viz příloha č. 8.4.

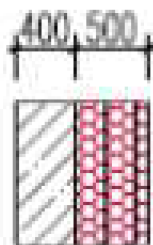
8. varianta	součinitel prostupu tepla (W/m^2K)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,17
STŘEŠNÍ KCE	0,16
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	0,6

Tab. 5.1.8 Součinitele prostupu tepla 8. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů

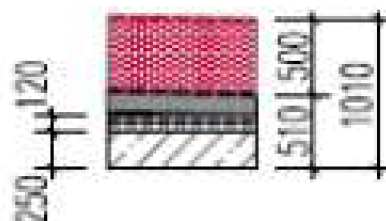
9. varianta

Poslední varianta je nejextrémnější. Je zde počítáno na střešní konstrukci i na obvodovém plášti se zateplením 500 mm. Konkrétně dvě desky EPS tloušťky 200 mm a jednu desku 100 mm tepelné izolace. Okenní otvory jsou vyměněny na $U_w = 0,6W/m^2K$.

OBVODOVÁ KONSTRUKCE



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



Obr. 5.1.9 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 9

Náklady na toto zateplení je 8 692 476 Kč – viz příloha č. 8.4.

9. varianta	součinitel prostupu tepla (W/m ² K)
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	0,16
STŘEŠNÍ KCE	0,15
PODLAHA	1,52
VÝPLNĚ OTVORŮ	0,6

Tab. 5.1.9 Součinitele prostupu tepla 9. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů

Obvodová konstrukce tloušťky 500 mm je oceněna na 3 300 Kč/m². Střešní konstrukce tloušťky 500 mm má cenu zhruba 2 300 Kč/m².

5.2 VYHODNOCENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH VARIANT

U výpočtu všech variant bylo počítáno s poklesem teploty o 10°C v době, kdy je budova nevyužívána. Tento případ nastane o prázdninách a o víkendech. Doba zátopu je 8 hodin. To je čas, kdy je škola v provozu. Interiérová teplota je navržena na 20°C. Což odpovídá teplotě v klasické třídě. Součinitele prostupu tepla bylo využito dle výpočtu, který závisí na tloušťce tepelné izolace.

Výpočet byl prováděn pro nebytovou budovu - odpovídající případu základní školy. Dále jsem uvedla výpočet, pokud by bylo využito zpětného získávání tepla. Účinnost tohoto zařízení jsem stanovila na 80%. I když jsou zařízení i s vyšší účinností, zvolila jsem tuto hodnotu. 80%. Je to standardní hodnota a odpovídá nejvíce realitě. Katalogové hodnoty se v některých případech pohybují až k 90%. Domnívám se, že tyto hodnoty jsou nadneseny a neodpovídají realitě.

	NEBYTOVÁ BUDOVA [kW]	ZPĚT. ZÍSK. TEPLA 80% [kW]
STÁVAJÍCÍ STAV	271,834	188,335
1. VARIANTA	193,289	109,79
2. VARIANTA	189,84	106,381
3. VARIANTA	174,581	91,081
4. VARIANTA	173,175	89,676
5. VARIANTA	170,945	87,446
6. VARIANTA	162,186	78,687
7. VARIANTA	161,575	78,076
8. VARIANTA	148,181	64,681
9. VARIANTA	142,016	58,516

Tab. 5.2.1 Tepelné ztráty jednotlivých variant a tepelné ztráty, pokud bylo použito zpětné získávání tepla. Viz příloha 8.1

Z vypočtených hodnot vyplývá, že zpětné získávání tepla šetří náklady na vytápění výrazným způsobem.

Pokud by se stávající budova nezateplovala, ale bylo by zde nainstalováno zařízení pro zpětné získávání tepla, tak by došlo k úspoře 83,5kW/rok. Což je úspora 311 184 Kč/rok při vytápění z centrálního zdroje tepla. Pokud uvažíme, že celý systém zařízení na zpětné získávání tepla lze pořídit za 252 573 Kč. Cena je vypočtena dle v příloze 8.7 – Náklady na pořízení systému na zpětné získávání tepla.

Zařízení na zpětné získávání tepla vrátí náklady již po prvním roce provozu. V dalších letech bude kumulovat již jen zisk, i kdyby k dalším opatřením na snížení nákladů na vytápění nedošlo.

Posouzení energetické náročnosti budov stávajícího stavu vychází více jak 265 kW/rok, což je poslední kategorie G. Při využití zpětného získávání teplot je to již kategorie E, tj. 221-265 kW/rok.

Posouzení nejextrémnějšího zateplení – varianty 9, kdy jsou obvodové konstrukce zatepleny 0,5 m polystyrenu a výplně otvorů jsou vyměněny na $U_w=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ dochází na posun budovy do kategorie D, tj. 131 – 174 kW/rok. Při zpětném získávání tepla je to již kategorie B, tj. 47 – 89 kW/rok. Stejně klasifikace dosáhne i varianta 4 – 8.

Varianta 1-3 spadá do kategorie E a varianta 4-9 právě do kategorie D. U výpočtu se zpětným získáváním tepla je to dokonce pro varianty 1-3 kategorie C. Pro varianty 4-9 kategorie B. Domnívám se, že pro stávající budovu, která je ve stávajícím stavu velmi neekonomická pro provozování je to dobrá vyhlídka na snížení nákladů.

5.3 ÚSPORA NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT

V níže uvedené tabulce jsou uvedeny hodnoty přímo ušetřených kW za rok oproti stávajícímu stavu.

Z celkových nákladů na zateplení vyplývá, že varianty 7 – 9 nejsou ekonomické. Již narůstají pouze náklady na zateplení, ale tomu neodpovídají hodnoty, které ušetříme zateplením.

	NEBYTOVÁ BUDOVA	ZPĚT. ZÍSK. TEPLA 80%
1. VARIANTA	78,545	162,044
2. VARIANTA	81,994	165,453
3. VARIANTA	97,253	180,753
4. VARIANTA	98,659	182,158
5. VARIANTA	100,889	184,388
6. VARIANTA	109,648	193,147
7. VARIANTA	110,259	193,758
8. VARIANTA	123,653	207,153
9. VARIANTA	129,818	213,318

Tab. 5.2.1 Ušetřené tepelné ztráty jednotlivých variant v porovnání se stávajícím stavem [271,834 kW]

5.3.1 Ušetření opoti stávajícímu stavu

Návratnosti jsou propočítány pro všechny varianty. Jsou zde uvedeny ušetřené finance oproti stávajícímu stavu za rok pro různá paliva. Jako vzorová paliva jsem vybrala černé uhlí, dřevo, zemní plyn, elektrickou akumulaci, tepelné čerpadlo a centrální zdroj tepla.

Černé uhlí představuje reprezentanta tuhých paliv, který měl v minulosti velké zastoupení. Dřevo je obnovitelný zdroj. Jistě najde své zastánce i v budoucnosti. Budova se nachází na okraji města Dobrušky, kde je místa na skladování tuhých paliv dostatek. Emise, které se tímto zvýší v okolí objektu, jsou nežádoucí, ale nebudou dosahovat kritických hodnot.

Zemní plyn jsem navrhla, protože je přívod zemního plynu doveden do blízkosti vyšetřované budovy. Proto není tento druh paliva nereálný. Dokonce se domnívám, že se těší velké oblibě. Elektrická akumulace je sice environmentálně šetrné palivo, ale jeho cena jen velmi vysoká. Přesto je hojně užívána především ve stávajících objektech.

Tepelné čerpadlo zde reprezentuje nejšetrnější přístup k přírodě. Celkově se těší velké přízni i přes vysoké pořizovací náklady.

Centrální zdroj tepla je stávající zdroj tepla. Proto zde našel své místo.

Ostatní druhy paliv jsem vynechala. Domnívám se, že nejčastější zdroje tepla jsem pokryla. Především, když uvážíme, že se jedná o budovu pro školní účely.

U těchto budov se hledí především na co nejnižší provozní náklady, jednoduchost při užívání a návratnost vložených investic.

Vypočtené ušetřené náklady jsou pouze orientační a vychází z rozdílu tepelných ztrát stávajícího stavu a jednotlivých variant.

Jednotlivé varianty jsou uvažovány pouze s náklady na vytápění. V reálném stavu je třeba započítat i náklady na ohřev teplé vody.

1. Varianta

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
1. VARIANTA	689	GJ	1 421	GJ
černé uhlí	276 496	Kč/rok	570 453	Kč/rok
dřevo	188 712	Kč/rok	389 342	Kč/rok
zemní plyn	371 214	Kč/rok	762 139	Kč/rok
el. akumulace	432 155	Kč/rok	886 276	Kč/rok
tep.čerpadlo	170 495	Kč/rok	347 318	Kč/rok
centr.zdroj tepla	281 143	Kč/rok	580 041	Kč/rok

Tab. 5.3.1.1 Ušetřené náklady 1. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

Při zateplení obálky budovy 100 mm polystyrenu dojde k ročnímu ušetření 281 143 Kč za rok. Se zpětným získáváním tepla dokonce 580 041 Kč za rok. Rozdíl mezi těmito ušetřenými náklady jsou 298 898 Kč.

2. Varianta

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
2. VARIANTA	719	GJ	1 451	GJ
černé uhlí	288 659	Kč/rok	582 416	Kč/rok
dřevo	197 014	Kč/rok	397 507	Kč/rok
zemní plyn	387 389	Kč/rok	778 047	Kč/rok
el. akumulace	450 945	Kč/rok	904 755	Kč/rok
tep.čerpadlo	177 811	Kč/rok	354 513	Kč/rok
centr.zdroj tepla	293 510	Kč/rok	592 204	Kč/rok

Tab. 5.3.1.2 Ušetřené náklady 2. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

Pokud bude obálka zateplena 140 mm obvodového pláště a 180 mm střešní konstrukce, tak dojde k ušetření 293 510 Kč za rok se stejným zdrojem tepla. Se zpětným získáváním tepla 592 204 Kč za rok. Rozdíl činí 298 694 Kč za rok.

3. Varianta

Obvodová konstrukce bude zateplena 160 mm a střešní konstrukce 200 mm, potom dojde k ušetření 348 122 Kč za rok. Díky zpětnému získávání tepla 646 980 Kč za rok. Rozdíl těchto variant je 298 858 Kč za rok.

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
3. VARIANTA	853	GJ	1 585	GJ
černé uhlí	342 368	Kč/rok	636 286	Kč/rok
dřevo	233 671	Kč/rok	434 274	Kč/rok
zemní plyn	458 816	Kč/rok	849 687	Kč/rok
el. akumulace	533 919	Kč/rok	987 977	Kč/rok
tep.čerpadlo	210 119	Kč/rok	386 917	Kč/rok
centr.zdroj tepla	348 122	Kč/rok	646 980	Kč/rok

Tab. 5.3.1.3 Ušetřené náklady 3. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

4. Varianta

Zateplením 180 mm obvodové konstrukce a 280 mm střešní konstrukce dochází k úspoře 353 143 Kč za rok. Zpětné získávání tepla ušetří dokonce 652 000 Kč za rok. Tento rozdíl činí 298 857 Kč za rok.

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
4. VARIANTA	865	GJ	1 597	GJ
černé uhlí	347 306	Kč/rok	641 223	Kč/rok
dřevo	237 041	Kč/rok	437 644	Kč/rok
zemní plyn	465 382	Kč/rok	856 254	Kč/rok
el. akumulace	541 546	Kč/rok	995 604	Kč/rok
tep.čerpadlo	213 089	Kč/rok	389 887	Kč/rok
centr.zdroj tepla	353 143	Kč/rok	652 000	Kč/rok

Tab. 5.3.1.4 Ušetřené náklady 4. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

5. Varianta

Pátá varianta představuje 200 mm zateplený obvodový plášť a 320 mm střešní konstrukci. Tato varianta ušetří 361 143 Kč.

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
5. VARIANTA	885	GJ	1 617	GJ
černé uhlí	355 174	Kč/rok	649 091	Kč/rok
dřevo	242 411	Kč/rok	443 014	Kč/rok
zemní plyn	475 845	Kč/rok	866 717	Kč/rok
el. akumulace	553 701	Kč/rok	1 007 759	Kč/rok
tep.čerpadlo	217 822	Kč/rok	394 620	Kč/rok
centr.zdroj tepla	361 143	Kč/rok	660 000	Kč/rok

Tab. 5.3.1.5 Ušetřené náklady 5. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

6. Varianta

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
6. VARIANTA	962	GJ	1 694	GJ
černé uhlí	386 002	Kč/rok	679 920	Kč/rok
dřevo	263 452	Kč/rok	464 055	Kč/rok
zemní plyn	516 843	Kč/rok	907 715	Kč/rok
el. akumulace	601 327	Kč/rok	1 055 385	Kč/rok
tep.čerpadlo	236 366	Kč/rok	413 164	Kč/rok
centr.zdroj tepla	392 490	Kč/rok	691 347	Kč/rok

Tab. 5.3.1.6 Ušetřené náklady 6. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

U varianty, kdy zateplíme obvodovou konstrukci 320 mm a střešní konstrukci 340 mm dochází k úspoře ročních nákladů 392 490 Kč a s použitím zpětného získávání tepla 691 347 Kč. Tento rozdíl činí 298 927 Kč.

7. Varianta

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
7. VARIANTA	967	GJ	1 699	GJ
černé uhlí	388 130	Kč/rok	682 087	Kč/rok
dřevo	264 904	Kč/rok	465 534	Kč/rok
zemní plyn	519 673	Kč/rok	910 598	Kč/rok
el. akumulace	604 613	Kč/rok	1 058 733	Kč/rok
tep.čerpadlo	237 646	Kč/rok	414 468	Kč/rok
centr.zdroj tepla	394 653	Kč/rok	693 551	Kč/rok

Tab. 5.3.1.7 Ušetřené náklady 7. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

Varianta, kdy dochází k zateplení 360 mm obvodové konstrukce a 360 mm střešní konstrukce ušetří náklady 394 653 Kč za rok a se zpětným získáváním tepla 693 551 Kč za rok. Rozdíl těchto hodnot je 298 898 Kč.

8. Varianta

U osmé varianty bylo počítáno se zateplením 420 mm obvodového pláště a 460 mm střešní konstrukce. To ušetří roční náklady 442 612 Kč bez zpětného získávání tepla a 741 469 Kč se zpětným získáváním tepla. Rozdíl činí 298 857 Kč.

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
8. VARIANTA	1 084	GJ	1 817	GJ
černé uhlí	435 296	Kč/rok	729 214	Kč/rok
dřevo	297 096	Kč/rok	497 699	Kč/rok
zemní plyn	582 398	Kč/rok	973 270	Kč/rok
el. akumulace	677 478	Kč/rok	1 347 197	Kč/rok
tep.čerpadlo	266 017	Kč/rok	442 816	Kč/rok
centr.zdroj tepla	442 612	Kč/rok	741 469	Kč/rok

Tab. 5.3.1.8 Ušetřené náklady 8. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

9. Varianta

U poslední varianty je počítáno s 0,5 m zateplením jak střešní tak obvodové konstrukce. To ušetří roční náklady 464 653 Kč bez zpětného získávání tepla a 763 551 Kč se zpětným získáváním tepla. Rozdíl těchto hodnot činí 298 898 Kč.

Ušetřené náklady oproti stávajícímu stavu			80% zpět. zisk. tepla	
9. VARIANTA	1 138	GJ	1 871	GJ
černé uhlí	456 973	Kč/rok	750 930	Kč/rok
dřevo	311 890	Kč/rok	512 521	Kč/rok
zemní plyn	611 225	Kč/rok	1 002 150	Kč/rok
el. akumulace	710 965	Kč/rok	1 165 085	Kč/rok
tep.čerpadlo	279 056	Kč/rok	455 879	Kč/rok
centr.zdroj tepla	464 653	Kč/rok	763 551	Kč/rok

Tab. 5.3.1.9 Ušetřené náklady 9. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla

U výpočtu ušetřených nákladů bylo opět počítáno s rozdílem hodnot stávajícího stavu a vypočtené hodnoty konkrétní varianty. Pokud uvážíme, že zůstane stávající zdroj tepla, tak se pohybujeme od hodnot 281 143 Kč/rok až do hodnoty 464 653 Kč/rok. Při započtení

zpětného získávání tepla se ušetřené náklady pohybují dokonce od hodnot 580 041 Kč/rok až do hodnoty 763 551 Kč/rok.

Z rozdílu mezi zateplením bez zpětného získávání tepla a s ním jsem došla k závěru, že ročně ušetří asi 300 000 Kč. Pokud uvážím životnost 30 let, tak za tu dobu by škole mohlo zařízení na zpětné získávání tepla ušetřit náklady v hodnotě 90 mil. Kč. Samozřejmě vycházím z hodnot, které jsou ideální. Přesto, je to cesta, která se nabízí jako nejvhodnější co se týče ušetřených nákladů na vytápění.

5.4 VYHODNOCENÍ NÁVRATNOSTI INVESTIC

5.4.1 Návratnost investic do zateplní obvodových konstrukcí a výměny výplní otvorů

Posouzení je založeno na vypočtených celkových ztrátách objektů.

Výpočet návratnosti byl proveden včetně pořízení zdroje tepla. V případě centrálního zdroje je počítáno s nulou, protože je již zaveden. U variant 1 – 5 jsou použity zdroje o stejném výkonu, protože výhřevnost těchto variant je zhruba stejná. Stejně tak jsou na tom varianty 6 – 9. Ceny zdrojů tepla jsou orientační a vychází z vypočtených hodnot tepelných ztrát jednotlivých variant. Jako podklad pro výpočet ceny sloužily ceníky od firem ATMOS a PZP.

Pro varianty 1- 5 se jedná o kotel na černé uhlí za cenu 220 000 Kč. Kotel na dřevo za stejnou cenu. Kotel na zemní plyn v hodnotě 100 000 Kč. Elektrické akumulátory za cenu 840 000 Kč. Tepelná čerpadla by stála dokonce 3 150 000 Kč.

Pro varianty 6- 9 jde o kotel na černé uhlí za cenu 137 000 Kč. O kotel na dřevo za cenu 180 000 Kč. Kotel na zemní plyn v hodnotě 93 000 Kč. Elektrické akumulátory za cenu 690 000 Kč. Tepelná čerpadla pro tyto varianty by stála 1 890 000 Kč.

Náklady jsou počítány včetně pořízení zdroje tepla a zateplení obálky budovy včetně výměny výplní otvorů. Návratnost je počítána ke stávajícímu nákladu. Je to centrální zdroj tepla, který si ročně vyžádá 973 020 Kč.

1. Varianta

Pokud uvážíme, že s nejvyšší pravděpodobností zůstane stávající zdroj tepla. To znamená centrální zdroj tepla, tak návratnost zateplení včetně výměny výplní otvorů je 13 let. Ekonomicky nejvýhodnější je zdroj tepla na dřevo. Dokonce i s pořízením kotle na tuhá

paliva v ceně 220 000 Kč. Pokud by nebylo třeba zaplatit za zdroj tepla, tak by se návratnost investice zkrátila na dobu 7 let. Životnost zdroje je 30 let v nejhorším možném případě. Realita je taková, že kotle na tuhá paliva fungují dokonce 50 let bez problémů.

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		3 571 510 Kč	cen.z.tepla	973 020	Kč/rok
1. VARIANTA	1 725	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	692 524	Kč/rok	220 000 Kč	14	30
dřevo	472 658	Kč/rok	220 000 Kč	8	30
zemní plyn	924 477	Kč/rok	100 000 Kč	76	30
el.akumulace	1 074 857	Kč/rok	840 000 Kč	nereálné	30
tep.čerpadlo	420 746	Kč/rok	3 150 000 Kč	12	30
centr.zdroj tepla	704 163	Kč/rok	0 Kč	13	

Tab. 5.4.1.1 Výpočet návratnost 1. varianty pro různé zdroje tepla

Z výpočtů vyplývá, že 22 let bude celý rekonstruovaný systém včetně kotle na tuhá paliva – dřevo - produkovat zisk pro uživatele. Pokud zůstane centrální zdroj tepla, tak se návratnost vrátí za 13 let. Rozdíl mezi kotlem na dřevo a centrálním zdrojem tepla činí pět let, které ale budou muset provozovatelé akceptovat.

2. Varianta

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		3 942 555 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
2. VARIANTA	1 695	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	680 361	Kč/rok	220 000 Kč	14	30
dřevo	464 356	Kč/rok	220 000 Kč	8	30
zemní plyn	908 302	Kč/rok	100 000 Kč	62	30
el.akumulace	1 056 067	Kč/rok	840 000 Kč	nereálné	30
tep.čerpadlo	413 430	Kč/rok	3 150 000 Kč	13	30
centr.zdroj tepla	691 746	Kč/rok	0 Kč	14	

Tab. 5.4.1.2 Výpočet návratnost 2. varianty pro různé zdroje tepla

Návratnosti druhé varianty jsou velmi podobné návratnosti 1. varianty. Nevyčíslitelná hodnota je u elektrické akumulace. Zde jsou hodnoty tak vysoké, že k návratnosti nedojde vlastně nikdy. I přes to byla elektrická akumulace v minulosti používána jako zdroj tepla. Tento trend byl ale uměle vyvolán díky dotacím.

Návratnost do rekonstrukce by byla 14 let s centrálním zdrojem tepla. S použitím tepelného čerpadla by byla návratnost o rok kratší.

3. Varianta

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		4 743 141 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
3. VARIANTA	1 561	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	626 652	Kč/rok	220 000 Kč	14	30
dřevo	427 699	Kč/rok	220 000 Kč	9	30
zemní plyn	836 876	Kč/rok	100 000 Kč	36	30
el.akumulace	973 093	Kč/rok	840 000 Kč	nereálné	30
tep.čerpadlo	381 122	Kč/rok	3 150 000 Kč	13	30
centr.zdroj tepla	637 184	Kč/rok	0 Kč	14	

Tab. 5.4.1.3 Výpočet návratnost 3. varianty pro různé zdroje tepla

I v případě třetí varianty je nereálné uvažovat s elektrickou akumulací. Zdroj na dřevo by se navrátil již za 9 let. Stávající centrální zdroj má návratnost 14 let.

4. Varianta

Čtvrtá varianta má návratnost do investice zateplení 15 let s centrálním zdrojem tepla. Dokonce lze již dopočítat návratnost elektrické akumulace, která převyšuje životnost stavby.

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		5 091 908 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
4. VARIANTA	1 549	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	621 714	Kč/rok	220 000 Kč	15	30
dřevo	424 329	Kč/rok	220 000 Kč	10	30
zemní plyn	830 309	Kč/rok	100 000 Kč	36	30
el.akumulace	965 466	Kč/rok	840 000 Kč	785	30
tep.čerpadlo	378 152	Kč/rok	3 150 000 Kč	14	30
centr.zdroj tepla	632 163	Kč/rok	0 Kč	15	

Tab. 5.4.1.4 Výpočet návratnost 4. varianty pro různé zdroje tepla

5. Varianta

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		6 705 158 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
5. VARIANTA	1 529	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	613 847	Kč/rok	220 000 Kč	19	30
dřevo	418 959	Kč/rok	220 000 Kč	12	30
zemní plyn	819 846	Kč/rok	100 000 Kč	44	30
el.akumulace	953 311	Kč/rok	840 000 Kč	383	30
tep.čerpadlo	373 420	Kč/rok	3 150 000 Kč	16	30
centr.zdroj tepla	624 163	Kč/rok	0 Kč	19	

Tab. 5.4.1.5 Výpočet návratnost 5. varianty pro různé zdroje tepla

Na návratnosti 5. Varianty je stále vidět, že zdroj tepla jako elektrická akumulace a zemní plyn jsou velmi nevýhodné. Vytápění centrálním zdrojem tepla se navrátí za 19 let.

6. Varianta

Na šesté variantě je vidět, že tepelné čerpadlo a dřevo jsou nejhodnějšími materiály. Oproti 5 variantě, kdy rozdíl návratnosti těchto zdrojů byl čtyři roky, se čas zkrátil na dva roky. Dlouhodobě se při stávajících podmínkách dostává tepelné čerpadlo do popředí. Návratnost centrálního zdroje tepla je 18 let.

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		6 934 265 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
6. VARIANTA	1 452	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	583 018	Kč/rok	137 000 Kč	18	30
dřevo	397 918	Kč/rok	180 000 Kč	12	30
zemní plyn	778 848	Kč/rok	93 000 Kč	36	30
el.akumulace	905 686	Kč/rok	690 000 Kč	113	30
tep.čerpadlo	354 875	Kč/rok	1 890 000 Kč	14	30
centr.zdroj tepla	592 816	Kč/rok	0 Kč	18	

Tab. 5.4.1.6 Výpočet návratnost 6. varianty pro různé zdroje tepla

7. Varianta

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		8 290 671 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
7. VARIANTA	1 447	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	580 890	Kč/rok	137 000 Kč	21	30
dřevo	396 466	Kč/rok	180 000 Kč	15	30
zemní plyn	776 019	Kč/rok	93 000 Kč	43	30
el.akumulace	902 399	Kč/rok	690 000 Kč	127	30
tep.čerpadlo	353 596	Kč/rok	1 890 000 Kč	16	30
centr.zdroj tepla	590 653	Kč/rok	0 Kč	22	

Tab. 5.4.1.7 Výpočet návratnost 7. varianty pro různé zdroje tepla

U sedmé varianty byla doba návratnosti centrálního zdroje tepla prodloužena na 22 let. Oproti tepelnému čerpadlu, kde jsou pořizovací náklady opravdu vysoké, ztrácí šest let v návratnosti do systému oproti centrálnímu zdroji tepla.

8. Varianta

Osmá varianta je díky vysokým nákladům na zateplení návratná až za 20 let se stávajícím zdrojem vytápění.

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		8 692 476 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
8. VARIANTA	1 330	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	533 724	Kč/rok	137 000 Kč	20	30
dřevo	364 274	Kč/rok	180 000 Kč	15	30
zemní plyn	713 293	Kč/rok	93 000 Kč	34	30
el.akumulace	829 534	Kč/rok	690 000 Kč	65	30
tep.čerpadlo	325 224	Kč/rok	1 890 000 Kč	16	30
centr.zdroj tepla	542 694	Kč/rok	0 Kč	20	

Tab. 5.4.1.8 Výpočet návratnost 8. varianty pro různé zdroje tepla

9. Varianta

Varianta, která je zateplena 0,5 m tepelné izolace udává návratnost centrálního zdroje tepla za 22 let. Výrazně se ale zkrátila doba návratnosti zemního plynu. U varianty 1 byla návratnost 76 let. To znamená zkrácení doby návratnosti o 16 let.

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		9 913 040 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
9. VARIANTA	1 276	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	512 007	Kč/rok	137 000 Kč	22	30
dřevo	349 452	Kč/rok	180 000 Kč	16	30
zemní plyn	684 413	Kč/rok	93 000 Kč	35	30
el.akumulace	795 985	Kč/rok	690 000 Kč	60	30
tep.čerpadlo	312 161	Kč/rok	1 890 000 Kč	18	30
centr.zdroj tepla	520 612	Kč/rok	0 Kč	22	

Tab. 5.4.1.9 Výpočet návratnost 9. varianty pro různé zdroje tepla

Dle návratnosti investic jsem vyhodnotila jako nejvýhodnější variantu 4. Kde by se náklady na zateplení se stávajícím zdrojem tepla navrátila za 15 let. Nejdříve by se navrátily investice při vytápění dřevem a tepelným čerpadlem. Pokud do výpočtu započtu náklady na pořízení zdrojů tepla, tak se situace nepříliš změní. Vytápění dřevem by se i s náklady na pořízení kotle na tuhá paliva navrátila za 10 let. Díky vysokým pořizovacím nákladům tepelných čerpadel se celkové náklady navrátí za 14 let. Domnívám se, že i přes vyšší pořizovací náklady tepelných čerpadel se jedná o ideální variantu vytápění objektu. Naprosto krizových hodnot dosahuje vytápění elektrickou akumulací.

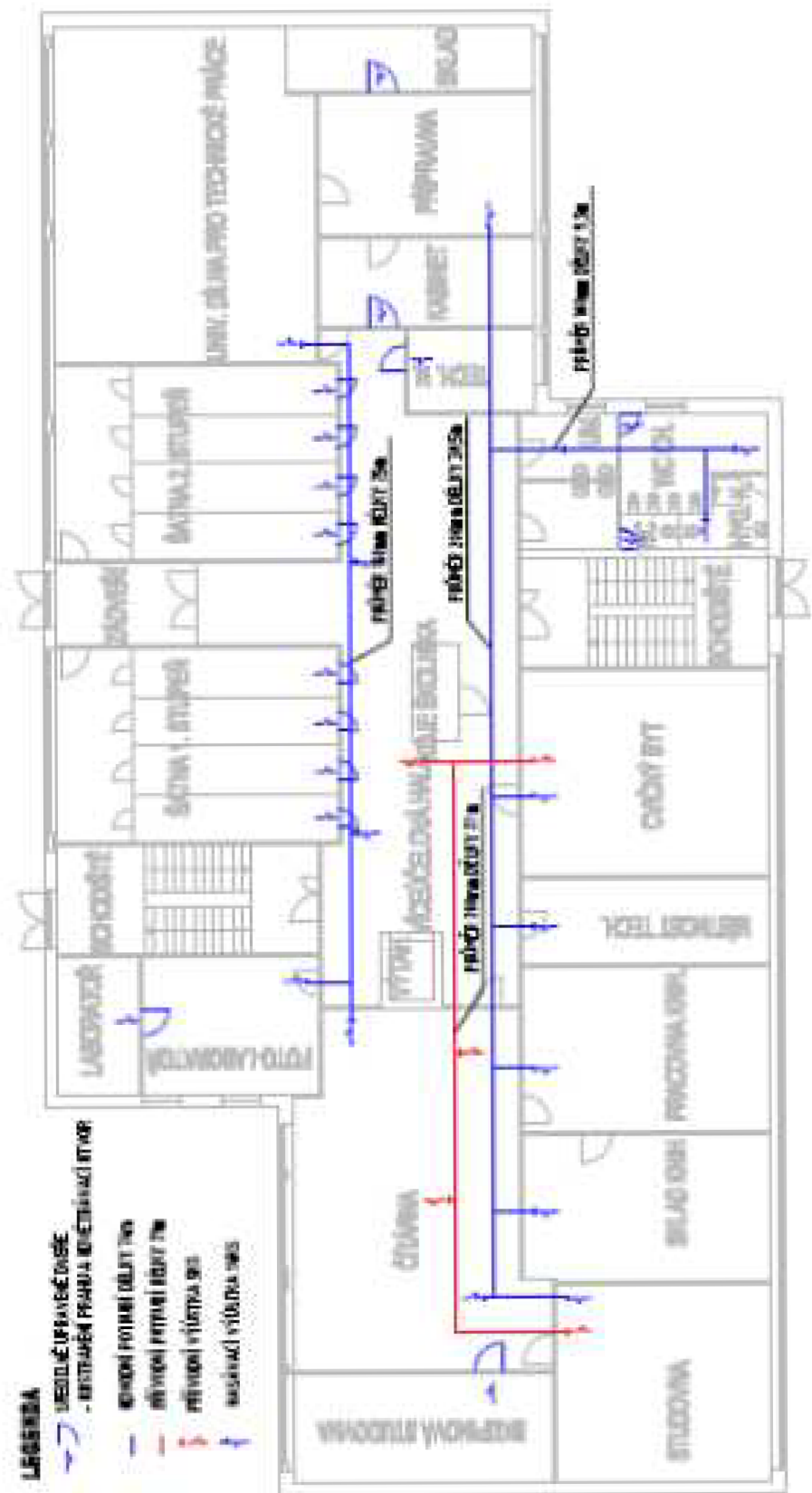
5.4.2 Návratnost investic do revitalizace obálky budovy a do zpětného získávání tepla

Ze stávajících výpočtů jsem došla k názoru, že velké ušetření na vytápění má především zpětné získávání tepla. Pro budoucí uživatele a životní prostředí je to výhodná varianta. Samozřejmě je zařízení náročné na pořízení.

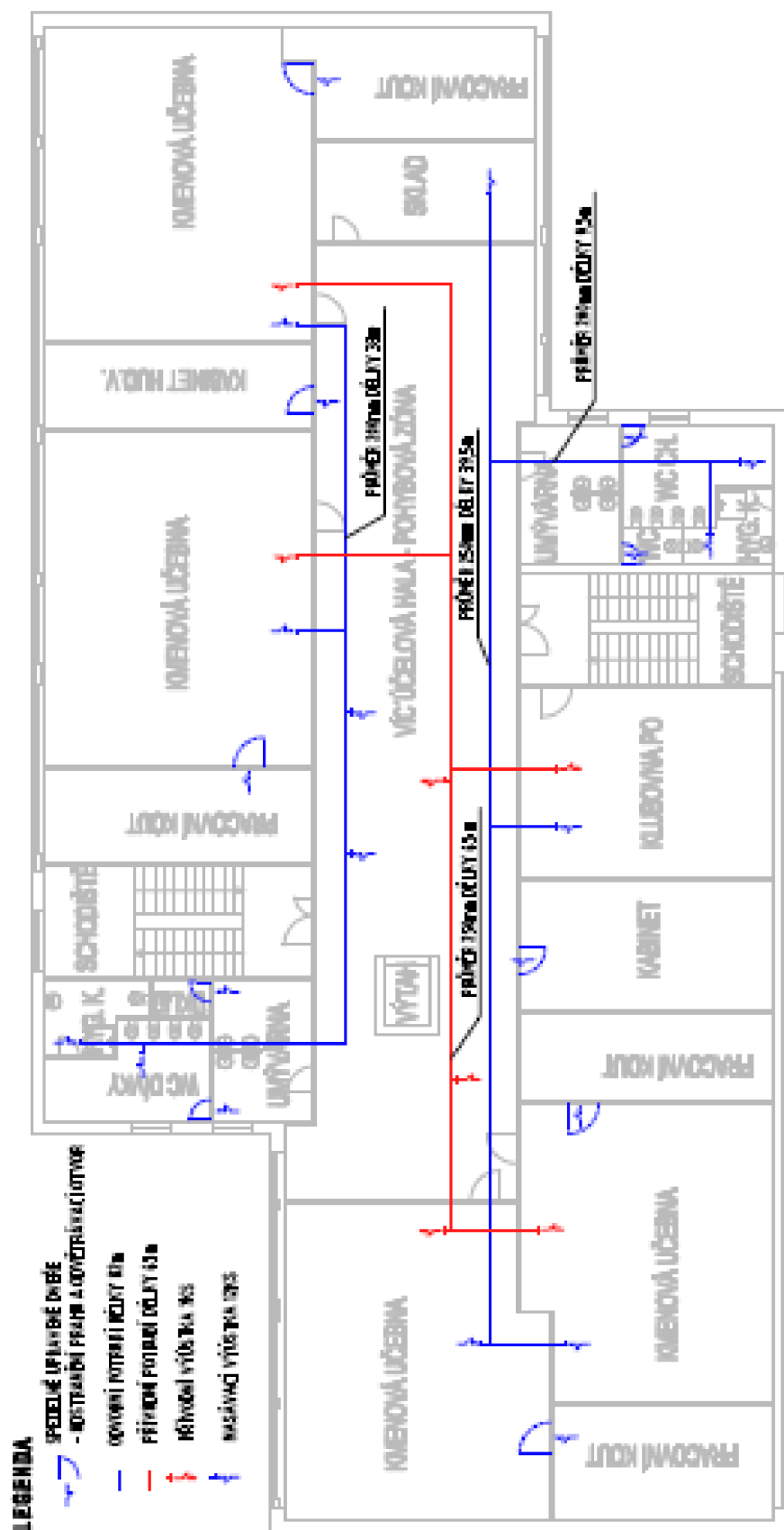
Samotná vzduchotechnická jednotka lze pořídit za 120 000 Kč. Ostatní náklady spočívající v nákupu potrubí, přechodů, odboček a ventilů. Tyto náklady jsou vyčísleny na hodnotu 132 573 Kč. Tato hodnota za ostatní vybavení je vyšší, než za samotnou jednotku vzduchotechniky. Konkrétní vyčíslení nákladů je uvedeno v příloze 8.7.

V 1.NP jsem počítala s 34,5 m potrubí průměru 160 mm a 60,5 m potrubí průměru 200 mm. V 2. NP je naceněno 9,5 m potrubí průměru 200 mm a 72,5 m průměru 250 mm. 3 NP, kde je umístěna jednotka vzduchotechniky je 99,5 m potrubí průměru 315 mm a 51,5 m průměru 250 mm. V posledním 4. patře je počítáno se 17,5 m potrubím průměru 200 mm. Dále je ve 4.NP 57 m potrubí průměru 57 m.

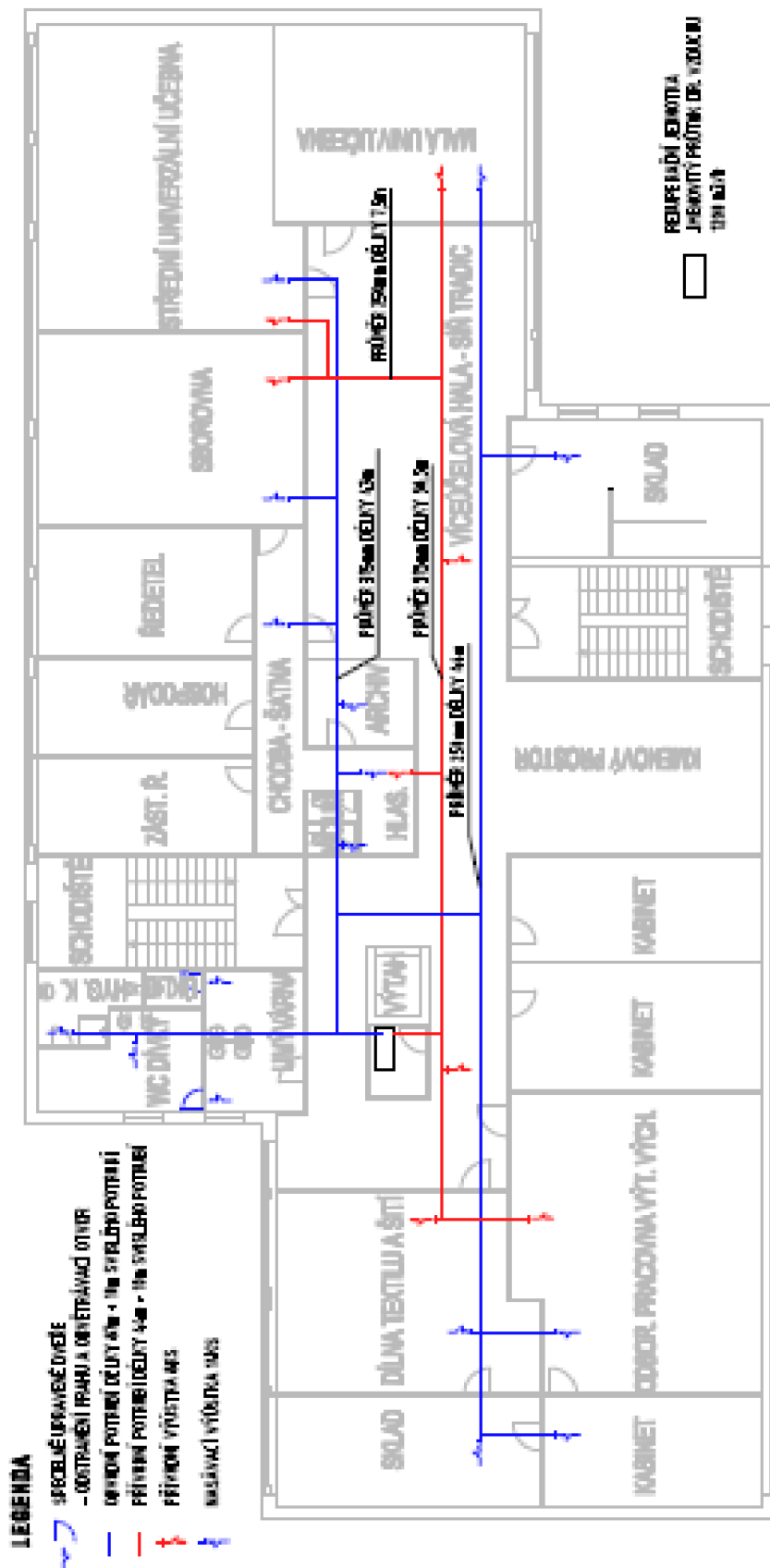
Celková suna za systém zpětného získávání tepla činí 252 573 Kč.



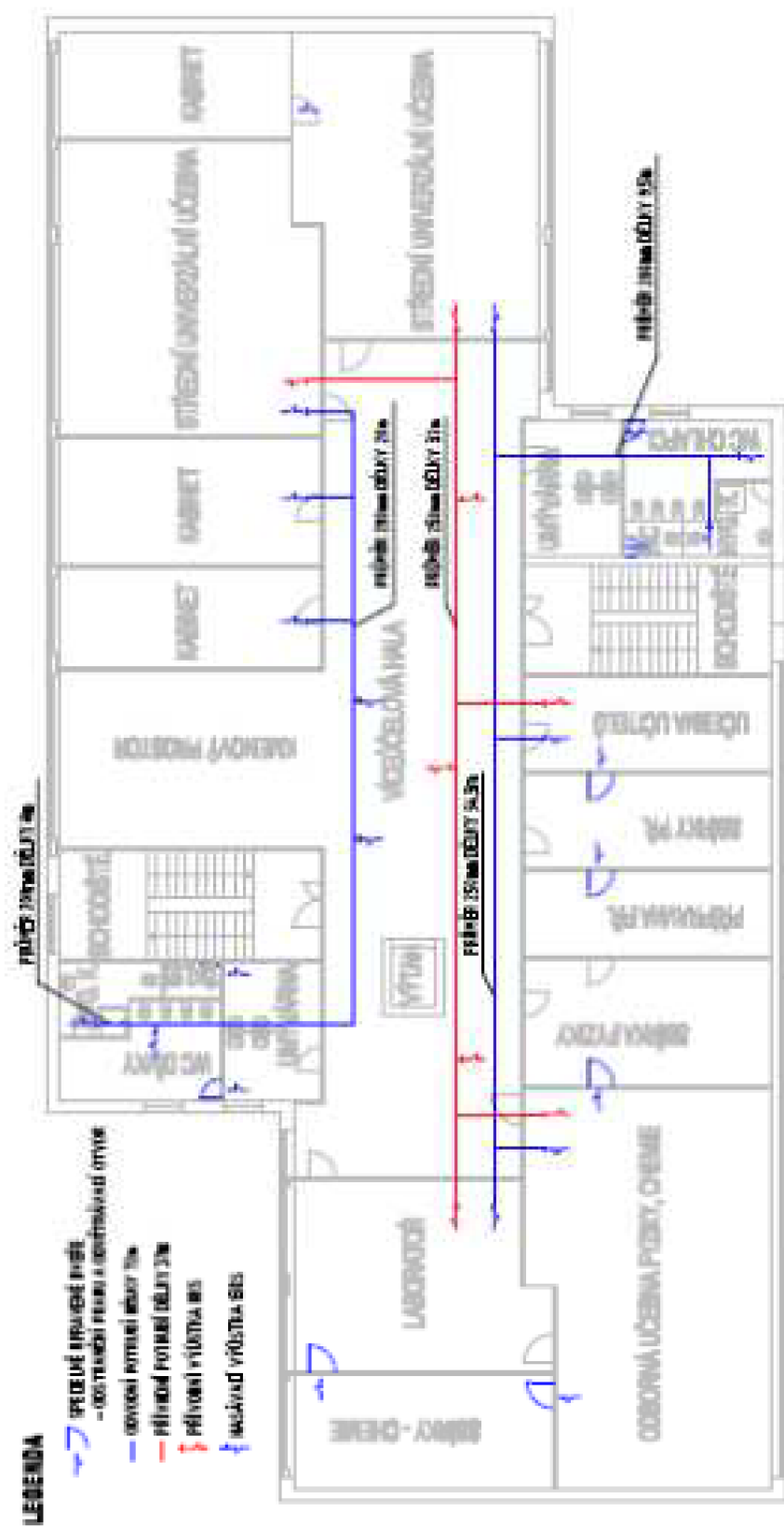
Obr. 5.4.2.1 Půdorys 1.NP s návrhem rozvodu vzduchotechniky



Obr. 5.4.2.2 Půdorys 2.NP s návrhem rozvodu vzduchotechniky



Obr. 5.4.2.3 Půdorys 3.NP s návrhem rozvodu vzduchotechniky včetně rekuperační jednotky



Obr. 5.4.2.4 Půdorys 4.NP s návrhem rozvodu vzduchotechniky včetně rekuperační jednotky

1. Varianta

První varianta představuje návratnost stávajícího zdroje z centrálního zdroje tepla za sedm let. Při použití tepelného čerpadla se návratnost prodlouží o tři roky oproti stávajícímu zdroji tepla.

pořizovací náklady			3 824 083,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
1. VARIANTA	993	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	398 567	Kč/rok	220 000 Kč	7	30
dřevo	272 027	Kč/rok	220 000 Kč	6	30
zemní plyn	533 552	Kč/rok	100 000 Kč	9	30
el.akumulace	620 737	Kč/rok	840 000 Kč	13	30
tep.čerpadlo	243 924	Kč/rok	3 150 000 Kč	10	30
centr.zdroj tep.	405 265	Kč/rok	0 Kč	7	

Tab. 5.4.2.1 Celková návratnost do varianty 1 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

2. Varianta

pořizovací náklady			4 195 128,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
2. VARIANTA	963	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	386 564	Kč/rok	220 000 Kč	8	30
dřevo	263 836	Kč/rok	220 000 Kč	6	30
zemní plyn	517 591	Kč/rok	100 000 Kč	9	30
el. akumulace	602 195	Kč/rok	840 000 Kč	14	30
tep. čerpadlo	236 704	Kč/rok	3 150 000 Kč	10	30
centr.zdroj tepla	393 061	Kč/rok	0 Kč	7	

Tab. 5.4.2.2 Celková návratnost do varianty 2 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

Při použití mohutnějšího zateplovacího systému, než u varianty 1 se doba návratnosti nezmění. Stávající zdroj tepla je sedm let.

3. Varianta

Třetí varianta představuje variantu návratnosti po osmi letech. Je to pouze o jeden rok více, než z variant 1 a 2.

pořizovací náklady			4 995 714,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
3. VARIANTA	829	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	332 734	Kč/rok	220 000 Kč	8	30
dřevo	227 096	Kč/rok	220 000 Kč	7	30
zemní plyn	446 004	Kč/rok	100 000 Kč	10	30
el. akumulace	519 035	Kč/rok	840 000 Kč	13	30
tep.čerpadlo	204 324	Kč/rok	3 150 000 Kč	11	30
centr.zdroj tepla	338 327	Kč/rok	0 Kč	8	

Tab. 5.4.2.3 Celková návratnost do varianty 3 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

4. Varianta

pořizovací náklady			5 344 481,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
4. VARIANTA	817	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	327 757	Kč/rok	220 000 Kč	9	30
dřevo	223 699	Kč/rok	220 000 Kč	7	30
zemní plyn	439 384	Kč/rok	100 000 Kč	10	30
el. akumulace	511 346	Kč/rok	840 000 Kč	13	30
tep.čerpadlo	201 330	Kč/rok	3 150 000 Kč	11	30
centr.zdroj tepla	338 265	Kč/rok	0 Kč	8	

Tab. 5.4.2.4 Celková návratnost do varianty 4 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

Čtvrtá varianta má stejnou dobu návratnosti jako varianta 3. Především co se týče centrálního zdroje tepla a tepelného čerpadla.

5. Varianta

pořizovací náklady			5 663 545,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
5. VARIANTA	797	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	319 929	Kč/rok	220 000 Kč	9	30
dřevo	218 356	Kč/rok	220 000 Kč	8	30
zemní plyn	428 975	Kč/rok	100 000 Kč	11	30
el. akumulace	499 253	Kč/rok	840 000 Kč	14	30
tep.čerpadlo	196 621	Kč/rok	3 150 000 Kč	11	30
centr.zdroj tepla	325 306	Kč/rok	0 Kč	9	

Tab. 5.4.2.5 Celková návratnost do varianty 5 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

Pátá varianta je u tepelného čerpadla návratná po stejné době jako varianta 4 a 3. Z toho vyplývá, že tepelná čerpadla jsou vhodná především k mohutnému zateplovacímu systému.

6. Varianta

Šestá varianta je opět návratná po jedenácti letech stejně jako u variant 3, 4 a 5. Stávající zdroj tepla z centrálního zdroje tepla je po deseti letech. Pokud by škola chtěla využívat nejvýhodnější zdroj tepla – dřevo, tak se doba návratnosti zkrátí na devět let.

pořizovací náklady			6 957 731,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
6. VARIANTA	720	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	289 100	Kč/rok	137 000 Kč	10	30
dřevo	197 315	Kč/rok	180 000 Kč	9	30
zemní plyn	387 976	Kč/rok	93 000 Kč	12	30
el.akumulace	451 627	Kč/rok	690 000 Kč	15	30
tep.čerpadlo	178 077	Kč/rok	1 890 000 Kč	11	30
centr.zdroj tep.	293 959	Kč/rok	0 Kč	10	

Tab. 5.4.2.6 Celková návratnost do varianty 6 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

7. Varianta

pořizovací náklady			7 186 838,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
7. VARIANTA	715	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	286 933	Kč/rok	137 000 Kč	11	30
dřevo	195 836	Kč/rok	180 000 Kč	9	30
zemní plyn	385 094	Kč/rok	93 000 Kč	12	30
el.akumulace	448 279	Kč/rok	690 000 Kč	15	30
tep.čerpadlo	176 773	Kč/rok	1 890 000 Kč	11	30
centr.zdroj tep.	291 755	Kč/rok	0 Kč	11	

Tab. 5.4.2.7 Celková návratnost do varianty 7 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

Překvapivé je, že varianta sedm má stejnou dobu návratnosti při použití tepelného čerpadla. Při využití centrálního zdroje tepla se doby návratností rovnají s tepelným čerpadlem.

8. Varianta

Osmá varianta představuje dobu návratnosti dvanáct let se stávajícím zdrojem tepla. Při použití tepelného čerpadla je doba návratnosti o rok více, než z centrálního zdroje tepla. Při použití kotle na tuhá paliva je doba návratnosti naopak o rok kratší, než u stávajícího zdroje tepla.

pořizovací náklady			8 543 244,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
8. VARIANTA	597	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	239 766	Kč/rok	137 000 Kč	12	30
dřevo	163 644	Kč/rok	180 000 Kč	11	30
zemní plyn	322 368	Kč/rok	93 000 Kč	13	30
el.akumulace	375 414	Kč/rok	690 000 Kč	15	30
tep.čerpadlo	148 401	Kč/rok	1 890 000 Kč	13	30
centr.zdroj tep.	243 796	Kč/rok	0 Kč	12	

Tab. 5.4.2.8 Celková návratnost do varianty 8 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

9. Varianta

Devátá varianta má stejnou návratnost centrálního zdroje tepla jako varianta osm. To znamená dvanáct let.

pořizovací náklady			8 945 049,00 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
9. VARIANTA	543	GJ	cena za zdroj tepla	celková návrat.	životnost zdroj.
černé uhlí	218 090	Kč/rok	137 000 Kč	12	30
dřevo	148 849	Kč/rok	180 000 Kč	11	30
zemní plyn	293 542	Kč/rok	93 000 Kč	13	30
el.akumulace	341 927	Kč/rok	690 000 Kč	15	30
tep.čerpadlo	135 362	Kč/rok	1 890 000 Kč	13	30
centr.zdroj tep.	221 755	Kč/rok	0 Kč	12	

Tab. 5.4.2.9 Celková návratnost do varianty 9 včetně zařízení na zpětné získávání tepla

Žádná z variant nepřekročí životnost zateplovacího systému a zařízení. Tudíž žádná varianta není nereálná. K výběru nejvýhodnější varianty bych přistoupila až po konzultaci s investorem. Velmi bude záležet na výběru zdroje tepla. Pokud investorovi vyhovuje stávající zásobování tepla z centrálního zdroje, tak jsou zbytečné úvahy o návratnosti ostatních zdrojů tepla.

V našem případě budeme uvažovat, že investor je ochoten změnit stávající zdroj tepla. Dále jsem přesvědčena, že by investor mohl získat dotaci na zateplení budovy

Potom, co jsem vzala v úvahu všechny okolnosti, jsem jako ideální opět zvolila variantu 4. Především proto, že budova bude díky tepelným ztrátám hodnocena v kategorii D, pokud neuvažuji zpětné získávání tepla. Dokonce je zhodnocena do kategorie B se zpětným získáváním tepla. Toto hodnocení celkově zvyšuje šance na získání dotace.

6 EXPERIMENTÁLNÍ VÝPOČTY SE 4. VARIANTOU

Jako nejvýhodnější variantu jsem zvolila variantu číslo 4. Jedná se o situaci, kdy obvodový plášť zatepluji 180 mm polystyrenu. Střešní konstrukci 280 mm polystyrenu a stávající okna nahrazuji za okna s $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Celkové roční ztráty objektu, této varianty je 173,175 kW. Při využití zpětného získávání tepla, celkové ztráty objektu klesnou na 89,676 kW.

Dále bych chtěla provést porovnání návratnosti v případech, kdy nezateplím obvodový plášť a střešní konstrukci. Také jak se projeví návratnost především na různých součinitelích prostupů tepla u výplní otvorů a využití zpětného získávání tepla.

Pro upřesnění uvádím ještě jednou náklady na vytápění a návratnost v letech této varianty.

NÁKLADY NA ZATEPLENÍ		5 091 908 Kč	cen.z.teplem	973 020	Kč/rok
4. VARIANTA	1 549	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	život.
černé uhlí	621 714	Kč/rok	220 000 Kč	15	30
dřevo	424 329	Kč/rok	220 000 Kč	10	30
zemní plyn	830 309	Kč/rok	100 000 Kč	36	30
el.akumulace	965 466	Kč/rok	840 000 Kč	785	30
tep.čerpadlo	378 152	Kč/rok	3 150 000 Kč	14	30
centr.zdroj tepla	632 163	Kč/rok	0 Kč	15	

Tab. 6.1 Posouzení návratnosti 4. varianty

U stávající varianty se náklady navrátí po 15 letech s použitím centrálním zdrojem tepla. Tepelné čerpadlo se i díky vysokým pořizovacím nákladům vyplatí již po 14 letech.

6.1 ABSENCE ZATEPELNÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

Pokud budu počítat s absencí zateplení obvodového pláště, tak získá nižší náklady na zateplení, ale samozřejmě stoupnou tepelné ztráty objektu.

Z výpočtu vyplývá, že pokud nebude zateplen obvodový plášť, tak se mi návratnost investic se stávajícím zdrojem tepla sníží o tři roky oproti původní variantě 4. Pokud bychom uvažovali jako zdroj tepla kotel na dřevo, tak se investice vrátí již po 7 letech. Zajímavé je, že černé uhlí jako palivo má dobu návratnosti o pět let delší, než dřevo. Přitom pořizovací náklady na zdroj tepla jsou shodné.

	náklady		3 375 425,70 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
BEZ ZATEP. OB.P.	1 704	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	životnost zdroj.
černé uhlí	684 094	Kč/rok	220 000 Kč	12	30
dřevo	466 904	Kč/rok	220 000 Kč	7	30
zemní plyn	913 267	Kč/rok	100 000 Kč	58	30
el. akumulace	1 061 834	Kč/rok	840 000 Kč	nereálné	30
tep. čerpadlo	415 676	Kč/rok	3 150 000 Kč	12	30
centr. zdroj tepla	695 592	Kč/rok	0 Kč	12	

Tab. 6.1.1 Posouzení varianty 4 pokud nebude zateplen obvodový plášť

6.2 ABSENCE ZATEPLENÍ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Při výpočtu jsem počítala se stávajícím prostupem tepla střešní konstrukce. Ve výpočtu nákladů jsem ale nepočítala se zateplením střešní konstrukce.

Dle výpočtu vyplývá, že návratnost investice s využitím stávajícího zdroje tepla zůstává stejná jako u absence zateplení obvodové konstrukce.

			3 772 076,80 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
BEZ ZAT.STŘECHY	1 632	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	životnost zdroj.
černé uhlí	655 273	Kč/rok	220 000 Kč	13	30
dřevo	447 233	Kč/rok	220 000 Kč	8	30
zemní plyn	874 938	Kč/rok	100 000 Kč	39	30
el. akumulace	1 017 309	Kč/rok	840 000 Kč	nereálné	30
tep. čerpadlo	398 339	Kč/rok	3 150 000 Kč	12	30
centr. zdroj tepla	666 286	Kč/rok	0 Kč	12	

Tab. 6.2.1 Posouzení varianty 4 pokud nebude zateplena střešní konstrukce.

6.3 VÝPLNĚ OTVORŮ S VÝPOČTOVOU HODNOTOU $U=1,2 \text{ W/M}^2\text{K}$

Při této variantě jsem použila zateplení obvodového pláště a střešní konstrukce. Místo výplní otvorů se součinitelem prostupu tepla $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ jsem počítala s hodnotu $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Návratnost se mi prakticky nezměnila oproti porovnávací hodnotě varianty 4. Například stávající zdroj tepla zůstává na stejné hodnotě návratnosti 15 let. Při použití zemního plynu jako zdroje tepla bude návratnost 60 let. To je dvojnásobná doba životnosti systému. Při použití dřeva je doba pouze 9 let.

			4 433 127,50 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
VÝPLNĚ OT. 1,2	1 674	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	životnost zdroj.
černé uhlí	671 972	Kč/rok	220 000 Kč	15	30
dřevo	458 630	Kč/rok	220 000 Kč	9	30
zemní plyn	897 145	Kč/rok	100 000 Kč	60	30
el. akumulace	1 043 106	Kč/rok	840 000 Kč	nereálné	30
tep. čerpadlo	408 383	Kč/rok	3 150 000 Kč	13	30
centr. zdroj tepla	683 265	Kč/rok	0 Kč	15	

Tab. 6.3 Posouzení varianty 4 s výplní otvorů $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

6.4 VÝPLNĚ OTVORŮ S VÝPOČTOVOU HODNOTOU $U=0,6 \text{ W/M}^2\text{K}$

V této variantě zůstává zateplení obvodového pláště a střechy. Mění se pouze kvalita výplní otvorů na hodnotu $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

			5 226 748,50 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
VÝPLNĚ OT. 0,6	1 408	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	životnost zdroj.
černé uhlí	596 586	Kč/rok	200 000 Kč	14	30
dřevo	407 178	Kč/rok	200 000 Kč	10	30
zemní plyn	796 892	Kč/rok	93 000 Kč	30	30
el. akumulace	926 646	Kč/rok	840 000 Kč	131	30
tep. čerpadlo	363 037	Kč/rok	3 150 000 Kč	14	30
centr. zdroj tepla	606 612	Kč/rok	0 Kč	14	

Tab. 6.4 Posouzení varianty 4 s výplní otvorů $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Přes vyšší pořizovací náklady výplní otvorů s $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ se zkrátí doba návratnosti o rok, pokud porovnáme situaci s výplní otvorů $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

6.5 VÝPLNĚ OTVORŮ S VÝPOČTOVOU HODNOTOU $U=0,6 \text{ W/M}^2\text{K}$ A ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA

U poslední varianty použijí zateplení, kvalitní výplně otvorů a navíc zpětné získávání tepla.

Díky zpětnému získávání tepla konečně klesá doba návratnosti. U stávajícího zdroje centrálního dodavatele dokonce na 8 let. Tato doba je shodná s návratností tepelných čerpadel.

Tento výpočet potvrdil můj předpoklad o tom, že na návratnosti se nejvíce projeví kvalitní zasklení výplní otvorů a dále zpětné získávání tepla.

			5 479 321,50 Kč	cen.z.teplem	973 020,00 Kč
OTVORY 0,6+ZPĚT	700	GJ	cena zdroje tep.	návratnost	životnost zdroj.
černé uhlí	302 628	Kč/rok	90 000 Kč	8	30
dřevo	206 548	Kč/rok	90 000 Kč	7	30
zemní plyn	405 966	Kč/rok	50 000 Kč	10	30
el. akumulace	472 526	Kč/rok	840 000 Kč	13	30
tep. čerpadlo	186 214	Kč/rok	1 080 000 Kč	8	30
centr. zdroj tepla	307 714	Kč/rok	0 Kč	8	

Tab. 6.5 Posouzení varianty 4 se zpětným získáváním tepla a výplní otvorů 0,6W/m²K

7 ZÁVĚR

Dle všech výpočtů, které byly provedeny, jsem došla k závěru, že při návratnosti nezáleží pouze na ušetřených nákladech na vytápění. S touto hodnotou kalkulují výrobci tepelných izolantů. Neodborná veřejnost se jimi může lehce zmátnout. Domnívám se, že před jakýmkoli zateplováním by mělo dojít k výpočtu nákladů a návratnosti. Zvyšování tloušťky tepelné izolace dochází k ročnímu ušetření nákladů na vytápění. Bohužel, ale také neúměrně stoupají náklady na zateplení. V některých případech náklady na zateplení mohou převyšovat životnost objektu. Neekonomické zateplení by byl příklad, kdy jsem počítala se zateplením podlahy. Bohužel se neizolovanou plochou dostává teplo do zeminy. Také zde mohou vzniknout problémy s vlhkostí vlivem srážení vody. Návratnost této investice se blíží 18 letům. Vlivem vzrůstající ceny energií by se mohla doba návratnosti snížit. Na druhou stranu tento vzrůstající trend může zastavit ekonomická stagnace trhu.

Největší efektivitu ve snižování nákladů na vytápění mají především výplně otvorů s nízkým součinitelem prostupu tepla. Okenními otvory dochází k největším ztrátám. Bohužel investice do kvalitních výplní otvorů jsou vysoké. Postupem času se však určitě navrátí. Druhým pomocníkem ve snižování investic na vytápění jsou zařízení na zpětné získávání tepla. Jak prokázal výpočet, i přes vysoké pořizovací náklady je to vhodná investice. Samotné zateplování obvodových konstrukcí přispívá především k odstranění tepelných mostů a tím zabránění vzniku plísní.

Tepelně technické požadavky na nově navrhované konstrukce dle ČSN 73-0540 jsou tak náročné, že by je splňovaly jen varianty 6-9 pro obvodové stěny. To koresponduje s tloušťkou dodatečného zateplení 320 mm. Pro střešní konstrukce pouze varianta 9 (0,5 m). Výplně okenních otvorů jsou zvýšeny na 0,8 – 0,6 W/m²K. Z toho vyplývá, že požadavky na

součinitele prostupů tepla jsou natolik zostřeny, že jsou až neekonomické. Stávající norma se opírá především o ochranu přírody a životního prostředí. V úvahu by měla přijít i návratnost do takové skladby konstrukce. Novostavby by měly být navrhovány tak, aby dosahovaly tepelných zisků ze slunce. Pouze zvyšováním mohutnosti obalové izolace, by docházelo k nelogickému plýtvání peněz. Při výpočtu zateplení podlahy na zemině jsem došla k závěru, že nejvýhodnější je 150 mm u novostaveb. Na rekonstrukce nejsou kladeny tak vysoké požadavky. U stávajících objektů se spokojíme alespoň se snížením nákladů. Navíc u revitalizace objektu dochází k vynaložení prostředků i na obnovu konstrukcí do původního stavu.

Beznákladové úsporné opatření jsou nezapočitatelné do nákladů a výnosů jednotlivých investic. Jsou to ale náklady spjaté s chováním a disciplínou uživatelů. Lidský faktor ovlivňuje dodržování předepsaných teplot v jednotlivých prostorách. Také snížení výkonu otopného systému v otopných přestávkách. Správce budovy by měl instalovat čidla pro spínání otopného systému. Dále pohybové detekce na schodiště a u výtokových armatur. Tím bude docíleno snížení nákladů na elektrickou energii a spotřebu vody. S vodou a elektrickou energií by lidé obecně měli hospodařit s rozmyslem. Obecní uživatelé by měli používat dveře oddělující vytápěné a nevytápěné místnosti.

Ukázněným chováním uživatelů dochází k úspoře energií. Veškerá opatření, která nejsou respektována, vedou k mrhání financemi. To dokládá větrání při zapnutých radiátorech. V tomto případě nám nezabrání ztrátě prostředků ani nejsilnější tepelná izolace. V ukázněnosti uživatelů budovy leží klíč k úspěchu při snižování nákladů na vytápění objektů.

Dne 8. 7. 2012 byla předána rekonstrukce do rukou investora. Skutečné náklady na revitalizaci byly 9 110 865,- Kč. Viz příloha 8.6 - zpráva z tisku. Jednalo se o zateplení obvodového pláště, střechy a výměny výplně otvorů předně dle energetického auditu. Je podivující, že životní prostředí přiznalo městu částku 2 246 783 Kč, aniž by odhalilo chybu ve výpočtu v energetickém auditu. Navíc dle sazebníku náklady na zateplení měly být zhruba 4 mil. Kč. Za 9 mil. škola mohla pořídit zateplení varianty 9 s půl metrovým zateplovacím systémem. Domnívám se, že rozdíl pěti milionů korun mohl posloužit lépe, pokud by se někdo zajímal o skutečné náklady na zateplení.

8 PŘÍLOHY

8.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH VARIANT

Název objektu : **Stávající stav**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	271.834 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	156.134 kW	57.4 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	35.9 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	6.7 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Obvodový plášť	24.444 kW	9.0 %	1343.1 m ²	18.2 W/m ²
Okna	65.901 kW	24.2 %	682.2 m ²	96.6 W/m ²
Střešní konstru	13.136 kW	4.8 %	872.8 m ²	15.1 W/m ²
Podlaha	5.639 kW	2.1 %	872.8 m ²	6.5 W/m ²
Tepelné vazby	10.983 kW	4.0 %	---	---

Název objektu : **Stávající stav – obytná budova**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	bytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	268.430 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	156.134 kW	58.2 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	36.3 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	14.750 kW	5.5 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Obvodový plášť	24.444 kW	9.1 %	1343.1 m ²	18.2 W/m ²
Okna	65.901 kW	24.6 %	682.2 m ²	96.6 W/m ²

Střešní konstru	13.136 kW	4.9 %	872.8 m2	15.1 W/m2
Podlaha	5.639 kW	2.1 %	872.8 m2	6.5 W/m2
Tepelné vazby	10.983 kW	4.1 %	---	---

Název objektu : 1. Varianta včetně zateplení podlahy

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{gl} :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	186.694 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	70.994 kW	38.0 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	52.2 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	9.7 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okno	32.950 kW	17.6 %	682.2 m2	48.3 W/m2
Obvodový plášť	13.162 kW	7.1 %	1343.1 m2	9.8 W/m2
Střecha	7.942 kW	4.3 %	872.8 m2	9.1 W/m2
Podlaha	0.556 kW	0.3 %	194.6 m2	2.9 W/m2

Název objektu : 2. varianta – obytná budova

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{gl} :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	bytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	186.436 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	74.140 kW	39.8 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	52.3 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	14.750 kW	7.9 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	32.950 kW	17.7 %	682.2 m2	48.3 W/m2
Obvodový plášť	11.752 kW	6.3 %	1343.1 m2	8.8 W/m2

Střešní konstru	6.721 kW	3.6 %	872.8 m2	7.7 W/m2
Podlaha bez zat	5.608 kW	3.0 %	872.8 m2	6.4 W/m2

Název objektu : **2. varianta**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	189.840 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	74.140 kW	39.1 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	51.4 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	9.6 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	32.950 kW	17.4 %	682.2 m2	48.3 W/m2
Obvodový plášť	11.752 kW	6.2 %	1343.1 m2	8.8 W/m2
Střešní konstru	6.721 kW	3.5 %	872.8 m2	7.7 W/m2
Podlaha bez zat	5.608 kW	3.0 %	872.8 m2	6.4 W/m2

Název objektu : **Stávající stav – zpětné získávání tepla 80 %**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	188.335 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	156.134 kW	82.9 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	14.047 kW	7.5 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	9.6 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Obvodový plášť	24.444 kW	13.0 %	1343.1 m2	18.2 W/m2
Okna	65.901 kW	35.0 %	682.2 m2	96.6 W/m2
Střešní konstru	13.136 kW	7.0 %	872.8 m2	15.1 W/m2

Podlaha	5.639 kW	3.0 %	872.8 m2	6.5 W/m2
Tepelné vazby	10.983 kW	5.8 %	---	---

Název objektu : **2.varianta + zpětné získávání tepla 80%**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	106.381 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	74.181 kW	69.7 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	14.047 kW	13.2 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	17.1 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	32.950 kW	31.0 %	682.2 m2	48.3 W/m2
Obvodový plášť	11.752 kW	11.0 %	1343.1 m2	8.8 W/m2
Střešní konstru	6.721 kW	6.3 %	872.8 m2	7.7 W/m2
Podlaha bez zat	5.639 kW	5.3 %	872.8 m2	6.5 W/m2

Název objektu : **1. Verze bez zateplení podlahy – 80% zpětné získávání tepla**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	109.790 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	77.589 kW	70.7 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	14.047 kW	12.8 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	16.5 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Obvodový plášť	13.162 kW	12.0 %	1343.1 m2	9.8 W/m2
Střešní konstru	7.942 kW	7.2 %	872.8 m2	9.1 W/m2
Okna	32.950 kW	30.0 %	682.2 m2	48.3 W/m2

Podlaha	5.629 kW	5.1 %	872.8 m2	6.4 W/m2
---------	----------	-------	----------	----------

Název objektu : **1. Verze - bez zateplení podlahy**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	193.289 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	77.589 kW	40.1 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	50.5 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	9.4 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Obvodový plášť	13.162 kW	6.8 %	1343.1 m2	9.8 W/m2
Střešní konstru	7.942 kW	4.1 %	872.8 m2	9.1 W/m2
Okna	32.950 kW	17.0 %	682.2 m2	48.3 W/m2
Podlaha	5.629 kW	2.9 %	872.8 m2	6.4 W/m2

Název objektu : **3. Verze – bez zateplení podlahy – 80% zpětné získávání tepla**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	91.081 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	58.880 kW	64.6 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	14.047 kW	15.4 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	19.9 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okenní otvory	21.967 kW	24.1 %	682.2 m2	32.2 W/m2
Obvodový plášť	11.282 kW	12.4 %	1343.1 m2	8.4 W/m2
Střešní konstru	6.415 kW	7.0 %	872.8 m2	7.3 W/m2
Podlaha na zemi	5.629 kW	6.2 %	872.8 m2	6.4 W/m2

Název objektu : **3. Verze - bez zateplení podlahy**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	174.581 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	58.880 kW	33.7 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	55.9 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	10.4 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okenní otvory	21.967 kW	12.6 %	682.2 m ²	32.2 W/m ²
Obvodový plášť	11.282 kW	6.5 %	1343.1 m ²	8.4 W/m ²
Střešní konstru	6.415 kW	3.7 %	872.8 m ²	7.3 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	3.2 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : **4. Verze – bez zateplení podlahy**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	173.175 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	57.475 kW	33.2 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	56.3 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	10.5 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Obvodový plášť	10.812 kW	6.2 %	1343.1 m ²	8.1 W/m ²
Střešní konstru	5.804 kW	3.4 %	872.8 m ²	6.7 W/m ²
Okna	21.967 kW	12.7 %	682.2 m ²	32.2 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	3.3 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : **5. verze – bez zateplení podlahy – 80% zpětné získávání tepla**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	87.446 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	55.245 kW	63.2 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	14.047 kW	16.1 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	20.8 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	21.967 kW	25.1 %	682.2 m ²	32.2 W/m ²
Obvodový plášť	9.402 kW	10.8 %	1343.1 m ²	7.0 W/m ²
Střešní konstru	5.499 kW	6.3 %	872.8 m ²	6.3 W/m ²
Podlaha na zemm	5.629 kW	6.4 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 5. Verze – bez zateplení podlahy

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	170.945 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	55.245 kW	32.3 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	57.1 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	10.6 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	21.967 kW	12.9 %	682.2 m ²	32.2 W/m ²
Obvodový plášť	9.402 kW	5.5 %	1343.1 m ²	7.0 W/m ²
Střešní konstru	5.499 kW	3.2 %	872.8 m ²	6.3 W/m ²
Podlaha na zemm	5.629 kW	3.3 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 6. Verze – bez zateplení podlahy zpětné získávání tepla 80%

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C

Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu Ti,m :	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	78.687 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	46.486 kW	59.1 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	14.047 kW	17.9 %
Korekce ztrát (zisky, průeruš. vytápění) :	18.154 kW	23.1 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	16.475 kW	20.9 %	682.2 m ²	24.2 W/m ²
Obvodový plášť	8.462 kW	10.8 %	1343.1 m ²	6.3 W/m ²
Střešní konstru	5.193 kW	6.6 %	872.8 m ²	6.0 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	7.2 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 6. Verze – bez zateplení podlahy

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu Ti,m :	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	162.186 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	46.486 kW	28.7 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	60.1 %
Korekce ztrát (zisky, průeruš. vytápění) :	18.154 kW	11.2 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	16.475 kW	10.2 %	682.2 m ²	24.2 W/m ²
Obvodový plášť	8.462 kW	5.2 %	1343.1 m ²	6.3 W/m ²
Střešní konstru	5.193 kW	3.2 %	872.8 m ²	6.0 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	3.5 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 7. Verze – bez zateplení podlahy zpětné získávání tepla 80 %

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45

Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	78.076 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	45.875 kW	58.8 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	14.047 kW	18.0 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	23.3 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	16.475 kW	21.1 %	682.2 m ²	24.2 W/m ²
Obvodový plášť	7.991 kW	10.2 %	1343.1 m ²	5.9 W/m ²
Střešní konstru	5.193 kW	6.7 %	872.8 m ²	6.0 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	7.2 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 7. Verze –bez zateplení podlahy

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	161.575 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	45.875 kW	28.4 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	60.4 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	11.2 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Okna	16.475 kW	10.2 %	682.2 m ²	24.2 W/m ²
Obvodový plášť	7.991 kW	4.9 %	1343.1 m ²	5.9 W/m ²
Střešní konstru	5.193 kW	3.2 %	872.8 m ²	6.0 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	3.5 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 8. Verze – bez zateplení podlahy, zpětné získávání tepla 80%

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C

Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL	64.681 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem Fi,T	32.480 kW	50.2 %
Součet tep. ztrát větráním Fi,V	14.047 kW	21.7 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	28.1 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	Fi,T/m²:
Okna	6.477 kW	10.0 %	268.2 m ²	24.1 W/m ²
Obvodová kce	7.991 kW	12.4 %	1343.1 m ²	5.9 W/m ²
Střešní kce	4.888 kW	7.6 %	872.8 m ²	5.6 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	8.7 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 8. Verze – bez zateplení podlahy

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu Te,m :	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg1 :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu Ti,m :	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %

Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL	148.181 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem Fi,T	32.480 kW	21.9 %
Součet tep. ztrát větráním Fi,V	97.546 kW	65.8 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	12.3 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	Fi,T/m²:
Okna	6.477 kW	4.4 %	268.2 m ²	24.1 W/m ²
Obvodová kce	7.991 kW	5.4 %	1343.1 m ²	5.9 W/m ²
Střešní kce	4.888 kW	3.3 %	872.8 m ²	5.6 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	3.8 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 9.verze – bez zateplení podlahy zpětné získávání tepla 80%

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu Te,m :	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg1 :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu Ti,m :	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²

Exponovaný obvod objektu P : 194.6 m
 Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 12611.0 m³
 Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 80.0 %
 Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 58.516 kW 100.0 %
 Součet tep. ztrát prostupem Fi,T **44.470 kW** 76.0 %
 Součet tep. ztrát větráním Fi,V **14.047 kW** 24.0 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	Fi,T/m2:
Okna	16.475 kW	28.2 %	682.2 m ²	24.2 W/m ²
Obvodová kce	7.521 kW	12.9 %	1343.1 m ²	5.6 W/m ²
Střešní kce	4.582 kW	7.8 %	872.8 m ²	5.2 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	9.6 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 9. Verze – bez zateplení podlahy

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te : -15.0 C
 Průměrná roční teplota venkovního vzduchu Te,m : 7.9 C
 Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg1 : 1.45
 Průměrná vnitřní teplota v objektu Ti,m : 20.0 C
 Půdorysná plocha podlahy objektu A : 872.8 m²
 Exponovaný obvod objektu P : 194.6 m
 Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 12611.0 m³
 Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
 Typ objektu : nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 142.016 kW 100.0 %
 Součet tep. ztrát prostupem Fi,T **44.470 kW** 31.3 %
 Součet tep. ztrát větráním Fi,V **97.546 kW** 68.7 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	Fi,T/m2:
Okna	16.475 kW	11.6 %	682.2 m ²	24.2 W/m ²
Obvodová kce	7.521 kW	5.3 %	1343.1 m ²	5.6 W/m ²
Střešní kce	4.582 kW	3.2 %	872.8 m ²	5.2 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	4.0 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 4. Verze – bez zateplení obvodového pláště

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te : -15.0 C
 Průměrná roční teplota venkovního vzduchu Te,m : 7.9 C
 Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg1 : 1.45
 Průměrná vnitřní teplota v objektu Ti,m : 20.0 C
 Půdorysná plocha podlahy objektu A : 872.8 m²
 Exponovaný obvod objektu P : 194.6 m

Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	Fi,T/m²:
Obvodový plášť	24.444 kW	12.8 %	1343.1 m ²	18.2 W/m ²
Střešní konstru	5.804 kW	3.0 %	872.8 m ²	6.7 W/m ²
Okna	21.967 kW	11.5 %	682.2 m ²	32.2 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	2.9 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 4. Verze – bez zateplení střešní kce

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu Te,m :	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg1 :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu Ti,m :	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
činnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL	182.706 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem Fi,T	67.006 kW	36.7 %
Součet tep. ztrát větráním Fi,V	97.546 kW	53.4 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	9.9 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	Fi,T/m²:
Obvodový plášť	10.812 kW	5.9 %	1343.1 m ²	8.1 W/m ²
Střešní konstru	13.136 kW	7.2 %	872.8 m ²	15.1 W/m ²
Okna	21.967 kW	12.0 %	682.2 m ²	32.2 W/m ²
Podlaha na zemi	5.629 kW	3.1 %	872.8 m ²	6.4 W/m ²

Název objektu : 4. Verze – s okny U=1,2

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu Te,m :	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg1 :	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu Ti,m :	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m ²
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m ³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL	187.454 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem Fi,T	71.754 kW	38.3 %
Součet tep. ztrát větráním Fi,V	97.546 kW	52.0 %

Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :		18.154 kW	9.7 %		
Tep. ztráta prostupem:				Plocha:	Fi,T/m2:
Obvodový plášť	10.812 kW	5.8 %	1343.1 m2	8.1 W/m2	
Střešní konstrukce	5.804 kW	3.1 %	872.8 m2	6.7 W/m2	
Okna	32.950 kW	17.6 %	682.2 m2	48.3 W/m2	
Podlaha na zemi	5.629 kW	3.0 %	872.8 m2	6.4 W/m2	

Název objektu : **4. Verze U=0,6**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	0.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	166.036 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	50.336 kW	30.3 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	97.546 kW	58.7 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	10.9 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	Fi,T/m2:
Obvodový plášť	10.812 kW	6.5 %	1343.1 m2	8.1 W/m2
Střešní konstrukce	5.804 kW	3.5 %	872.8 m2	6.7 W/m2
Okna	16.475 kW	9.9 %	682.2 m2	24.2 W/m2
Podlaha na zemi	5.629 kW	3.4 %	872.8 m2	6.4 W/m2

Název objektu : **4. Verze – okna U=0,6 se zpětným získáváním tepla**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e :	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$:	7.9 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A :	872.8 m2
Exponovaný obvod objektu P :	194.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V :	12611.0 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu :	80.0 %
Typ objektu :	nebytový

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$	82.537 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	50.336 kW	61.0 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	14.047 kW	17.0 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	18.154 kW	22.0 %

Tep. ztráta prostupem:			Plocha:	Fi,T/m2:
-------------------------------	--	--	----------------	-----------------

Obvodový plášť	10.812 kW	13.1 %	1343.1 m2	8.1 W/m2
Střešní konstrukce	5.804 kW	7.0 %	872.8 m2	6.7 W/m2
Okna	16.475 kW	20.0 %	682.2 m2	24.2 W/m2
Podlaha na zemi	5.629 kW	6.8 %	872.8 m2	6.4 W/m2

8.2 ROZPIS DO SBOBNÍKU POTŘEB A NÁKLADŮ

Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.100 mm se silikonovou omítkou 895,00

Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořizení	Hmotnost
28376405.A	m2	Deska fasádní Baumit EPS-F tl.	1,02000	90,00	91,80	0,00	4,22	0,00178
55392740.A	m	Lišta rohová Al +integrovaná	0,14000	21,20	2,97	0,00	0,12	0,00001
56284042.A	kus	Hmoždinka IDK-T PVC terčová	6,00000	5,10	30,60	0,00	0,96	0,00000
58556671.A	kg	Baumit ProContact lepicí malta á	7,35000	9,10	66,88	0,00	1,32	0,00735
58556678.A	kg	Baumit UniPrimer po 25kg	0,25000	52,40	13,10	0,00	0,04	0,00025
58556667.A	kg	Baumit SilikonTop omítka po 30	3,36000	49,30	165,65	0,00	0,60	0,00336
63180001.A	m2	Síťovina sklotextilní Baumit oko 4	1,15000	21,80	25,07	0,00	2,00	0,00017
08211320	m3	Voda pitná - vodné	0,00180	32,80	0,06	0,00	0,00	0,00000
		Materiál celkem			396,13	0,00	9,28	0,01293

Mzdy					
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
412306	OMÍTKÁŘ - třída 6	0,49000	120,00	58,80	0,00
412307	OMÍTKÁŘ - třída 7	0,33880	141,00	47,77	0,00
419000	STAVEBNÍ DĚLNÍK	0,08200	106,50	8,73	0,00
422206	IZOLATÉR - třída 6	0,66400	120,00	79,68	0,00
	Mzdy celkem	1,57480		194,98	0,00

Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.120 mm se silikonovou omítkou 916,00

Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořizení	Hmotnost
28376409	m3	Deska fasádní Baumit EPS-F	0,12240	900,00	110,16	0,00	5,07	0,00214
55392740.A	m	Lišta rohová Al +integrovaná	0,14000	21,20	2,97	0,00	0,12	0,00001
56284043	kus	Hmoždinka IDK-T 8/60 x 175	6,00000	5,10	30,60	0,00	0,90	0,00006
58556671.A	kg	Baumit ProContact lepicí malta á	7,35000	9,10	66,88	0,00	1,32	0,00735
58556678.A	kg	Baumit UniPrimer po 25kg	0,25000	52,40	13,10	0,00	0,04	0,00025
58556667.A	kg	Baumit SilikonTop omítka po 30	3,36000	49,30	165,65	0,00	0,60	0,00336
63180001.A	m2	Síťovina sklotextilní Baumit oko 4	1,15000	21,80	25,07	0,00	2,00	0,00017
08211320	m3	Voda pitná - vodné	0,00180	32,80	0,06	0,00	0,00	0,00000
		Materiál celkem			414,49	0,00	10,06	0,01335

Mzdy					
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
412306	OMÍTKÁŘ - třída 6	0,49000	120,00	58,80	0,00
412307	OMÍTKÁŘ - třída 7	0,33880	141,00	47,77	0,00
419000	STAVEBNÍ DĚLNÍK	0,08200	106,50	8,73	0,00
422206	IZOLATÉR - třída 6	0,66400	120,00	79,68	0,00
	Mzdy celkem	1,57480		194,98	0,00

Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.140 mm se silikonovou omítkou 981,00

Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořizení	Hmotnost
28376409	m3	Deska fasádní Baumit EPS-F	0,14280	900,00	128,52	0,00	5,91	0,00250
55392740.A	m	Lišta rohová AI +integrovaná	0,14000	21,20	2,97	0,00	0,12	0,00001
56284087.A	kus	Hmoždinka talíř.zatlouk.plast.TID-	6,00000	12,50	75,00	0,00	2,28	0,00000
58556671.A	kg	Baumit ProContact lepicí malta á	7,35000	9,10	66,88	0,00	1,32	0,00735
58556678.A	kg	Baumit UniPrimer po 25kg	0,25000	52,40	13,10	0,00	0,04	0,00025
58556667.A	kg	Baumit SilikonTop omítka po 30	3,36000	49,30	165,65	0,00	0,60	0,00336
63180001.A	m2	Síťovina sklotextilní Baumit oko 4	1,15000	21,80	25,07	0,00	2,00	0,00017
08211320	m3	Voda pitná - vodné	0,00180	32,80	0,06	0,00	0,00	0,00000
		Materiál celkem			477,25	0,00	12,29	0,01365

Mzdy					
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
412306	OMÍTKÁŘ - třída 6	0,49000	120,00	58,80	0,00
412307	OMÍTKÁŘ - třída 7	0,33880	141,00	47,77	0,00
419000	STAVEBNÍ DÉLNÍK	0,08200	106,50	8,73	0,00
422206	IZOLATÉR - třída 6	0,66400	120,00	79,68	0,00
	Mzdy celkem	1,57480		194,98	0,00

Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.160 mm se silikonovou omítkou 1039,00

Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořizení	Hmotnost
28376409	m3	Deska fasádní Baumit EPS-F	0,16320	900,00	146,88	0,00	6,76	0,00286
55392740.A	m	Lišta rohová AI +integrovaná	0,14000	21,20	2,97	0,00	0,12	0,00001
31173514	kus	Hmoždinka zapouštěcí STR	6,00000	18,68	112,08	0,00	4,02	0,00000
58556671.A	kg	Baumit ProContact lepicí malta á	7,35000	9,10	66,88	0,00	1,32	0,00735
58556678.A	kg	Baumit UniPrimer po 25kg	0,25000	52,40	13,10	0,00	0,04	0,00025
58556667.A	kg	Baumit SilikonTop omítka po 30	3,36000	49,30	165,65	0,00	0,60	0,00336
63180001.A	m2	Síťovina sklotextilní Baumit oko 4	1,15000	21,80	25,07	0,00	2,00	0,00017
08211320	m3	Voda pitná - vodné	0,00180	32,80	0,06	0,00	0,00	0,00000
		Materiál celkem			532,69	0,00	14,87	0,01400

Mzdy					
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
412306	OMÍTKÁŘ - třída 6	0,49000	120,00	58,80	0,00
412307	OMÍTKÁŘ - třída 7	0,33880	141,00	47,77	0,00
419000	STAVEBNÍ DÉLNÍK	0,08200	106,50	8,73	0,00
422206	IZOLATÉR - třída 6	0,66400	120,00	79,68	0,00
	Mzdy celkem	1,57480		194,98	0,00

Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.180 mm se silikonovou omítkou 1078,00

Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořizení	Hmotnost
08211320	m3	Voda pitná - vodné	0,00180	32,80	0,06	0,00	0,00	0,00000
28376409	m3	Deska fasádní Baumit EPS-F	0,18360	900,00	165,24	0,00	7,60	0,00321
55392740.A	m	Lišta rohová Al +integrovaná	0,14000	21,20	2,97	0,00	0,12	0,00001
31173515	kus	Hmoždinka zapouštěcí STR	6,00000	21,98	131,88	0,00	4,74	0,00000
58556671.A	kg	Baumit ProContact lepicí malta á	7,35000	9,10	66,88	0,00	1,32	0,00735
58556678.A	kg	Baumit UniPrimer po 25kg	0,25000	52,40	13,10	0,00	0,04	0,00025
58556667.A	kg	Baumit SilikonTop omítka po 30	3,36000	49,30	165,65	0,00	0,60	0,00336
63180001.A	m2	Síťovina sklotextilní Baumit oko 4	1,15000	21,80	25,07	0,00	2,00	0,00017
		Materiál celkem			570,85	0,00	16,44	0,01436

Mzdy					
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
412306	OMÍTKÁŘ - třída 6	0,49000	120,00	58,80	0,00
412307	OMÍTKÁŘ - třída 7	0,33880	141,00	47,77	0,00
419000	STAVEBNÍ DÉLNÍK	0,08200	106,50	8,73	0,00
422206	IZOLATÉR - třída 6	0,66400	120,00	79,68	0,00
	Mzdy celkem	1,57480		194,98	0,00

Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.200 mm se silikonovou omítkou 1120,00

Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořizení	Hmotnost
08211320	m3	Voda pitná - vodné	0,00180	32,80	0,06	0,00	0,00	0,00000
28376409	m3	Deska fasádní Baumit EPS-F	0,20400	900,00	183,60	0,00	8,45	0,00357
55392740.A	m	Lišta rohová Al +integrovaná	0,14000	21,20	2,97	0,00	0,12	0,00001
31173516	kus	Hmoždinka zapouštěcí STR	6,00000	25,58	153,48	0,00	5,52	0,00000
58556671.A	kg	Baumit ProContact lepicí malta á	7,35000	9,10	66,88	0,00	1,32	0,00735
58556678.A	kg	Baumit UniPrimer po 25kg	0,25000	52,40	13,10	0,00	0,04	0,00025
58556667.A	kg	Baumit SilikonTop omítka po 30	3,36000	49,30	165,65	0,00	0,60	0,00336
63180001.A	m2	Síťovina sklotextilní Baumit oko 4	1,15000	21,80	25,07	0,00	2,00	0,00017
		Materiál celkem			610,81	0,00	18,06	0,01472

Mzdy					
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
412306	OMÍTKÁŘ - třída 6	0,49000	120,00	58,80	0,00
412307	OMÍTKÁŘ - třída 7	0,33880	141,00	47,77	0,00
419000	STAVEBNÍ DÉLNÍK	0,08200	106,50	8,73	0,00
422206	IZOLATÉR - třída 6	0,66400	120,00	79,68	0,00
	Mzdy celkem	1,57480		194,98	0,00

Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC 1 vrstva - včetně dod. fólie tl.1,5mm

342,00 Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořízení	Hmotnost
25342200	kg	Tetrahydrofuran balený po 2,5 l	0,03300	230,00	7,59	0,00	0,19	0,00003
26322103.A	m2	Fólie Fatrafol 810 tl.1,5, š. 1300	1,12000	199,00	222,88	0,00	8,69	0,00258
		Materiál celkem			230,47	0,00	8,88	0,00261
Mzdy								
Číslo profese		Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem		
422236		IZOLATÉR PROTI ZEMNÍ	0,31700	120,00	38,04	0,00		
		Mzdy celkem	0,31700		38,04	0,00		
Stroje								
Číslo stroje		Název	Sh	Sazba	Kč	Celkem		
592173002400		Svařovací automat leister. na	0,04300	22,00	0,95	0,00		
		Stroje celkem	0,04300		0,95	0,00		

Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2 49,20

Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořízení	Hmotnost
67390330	m	Textilie jutařská Arabeva 300	0,53750	38,40	20,64	0,00	0,31	0,00032
		Materiál celkem			20,64	0,00	0,31	0,00032
Mzdy								
Číslo profese		Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem		
422206		IZOLATÉR - třída 6	0,09000	120,00	10,80	0,00		
		Mzdy celkem	0,09000		10,80	0,00		

Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2 49,20

Kč/m2

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořízení	Hmotnost
67390330	m	Textilie jutařská Arabeva 300	0,53750	38,40	20,64	0,00	0,31	0,00032
		Materiál celkem			20,64	0,00	0,31	0,00032
Mzdy								
Číslo profese		Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem		
422206		IZOLATÉR - třída 6	0,09000	120,00	10,80	0,00		
		Mzdy celkem	0,09000		10,80	0,00		

Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci 46,70

Kč/m2

Mzdy						
Číslo profese		Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
422204		IZOLATÉR - třída 4	0,18000	98,00	17,64	0,00
		Mzdy celkem	0,18000		17,64	0,00

Izolace tepelná podlah na sucho, jednovrstvá včetně dodávky polystyren tl. 100 mm

275,50 Kč/m²

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořízení	Hmotnost
28375767	m ³	Deska polystyrén samozhášivý	0,10200	2200,00	224,40	0,00	10,32	0,00214
63152701	m	Pásek podlahový ISOVER N/PP	0,90000	26,00	23,40	0,00	1,68	0,00027
		Materiál celkem			247,80	0,00	12,01	0,00241

Mzdy					
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
422204	IZOLATÉR - třída 4	0,06000	98,00	5,88	0,00
	Mzdy celkem	0,06000		5,88	0,00

Izolace tepelná podlah na sucho, dvouvrstvá materiál ve specifikaci 31,10 Kč/m²

Mzdy					
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem
422204	IZOLATÉR - třída 4	0,12000	98,00	11,76	0,00
	Mzdy celkem	0,12000		11,76	0,00

Deska polystyrenová BACHL XPS 500 SF tl. 100 mm 700,82 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
700,82	0,00	0,00	0,00	0,00	700,82	0,00	0,00	0,00	700,82
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyrenová BACHL XPS 500 SF tl. 160 mm 1154,78 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
1154,78	0,00	0,00	0,00	0,00	1154,78	0,00	0,00	0,00	1154,78
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyrenová BACHL XPS 500 SF tl. 200 mm 1527,16 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
1527,16	0,00	0,00	0,00	0,00	1527,16	0,00	0,00	0,00	1527,16
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 80 mm 292,88 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
292,88	0,00	0,00	0,00	0,00	292,88	0,00	0,00	0,00	292,88
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 100 mm 366,10 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
366,10	0,00	0,00	0,00	0,00	366,10	0,00	0,00	0,00	366,10
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 120 mm 439,32 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
439,32	0,00	0,00	0,00	0,00	439,32	0,00	0,00	0,00	439,32
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 140 mm 512,54 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
512,54	0,00	0,00	0,00	0,00	512,54	0,00	0,00	0,00	512,54
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 160 mm 585,76 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
585,76	0,00	0,00	0,00	0,00	585,76	0,00	0,00	0,00	585,76
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 180 mm 658,98 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
658,98	0,00	0,00	0,00	0,00	658,98	0,00	0,00	0,00	658,98
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 200 mm 732,20 Kč/m²

Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Odvody	Přímé	Režie spr.	Režie výr.	Zisk	Cena celkem
732,20	0,00	0,00	0,00	0,00	732,20	0,00	0,00	0,00	732,20
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Vyrovnání podkladu samoniv.hmotou v int. nivelační hmota tl. 30 mm, penetrace 1558,00 Kč/m²

Hmoty								
Číslo materiálu	MJ	Název	Spotřeba	Cena/MJ	Kč	Celkem	Pořízení	Hmotnost
08211320	m ³	Voda pitná - vodné	0,01210	32,80	0,40	0,00	0,00	0,00000
23521594.A	kg	Ultraplan stěrka podlahová	48,00000	28,00	1344,00	0,00	61,92	0,04800
24696906.A	kg	Primer G nátěr základ.synť. pro	0,10000	90,00	9,00	0,00	0,26	0,00010
		Materiál celkem			1353,40	0,00	62,18	0,04810

Mzdy								
Číslo profese	Název	Nh	Sazba	Kč	Celkem			
419000	STAVEBNÍ DÉLNÍK	0,00038	106,50	0,04	0,00			
419004	STAVEBNÍ DÉLNÍK - třída 4	0,03747	92,00	3,45	0,00			
422306	OBKLADAČ - třída 6	0,34000	120,00	40,80	0,00			
422306	OBKLADAČ - třída 6	0,05000	120,00	6,00	0,00			
441000	ŘIDIČ-MAZAČ STROJŮ	0,02299	104,00	2,39	0,00			
	Mzdy celkem	0,45085		52,68	0,00			

Stroje								
Číslo stroje	Název	Sh	Sazba	Kč	Celkem			
180256240600	Výtah stavební osob.- nákladní	0,02297	98,00	2,25	0,00			
	Stroje celkem	0,02297		2,25	0,00			

8.3 CENOVÁ NABÍDKA PRO VÝMĚNU VÝPLNÍ OTVORŮ

Výměna výplní otvorů s hodnotou $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cenová nabídka č. 262275A

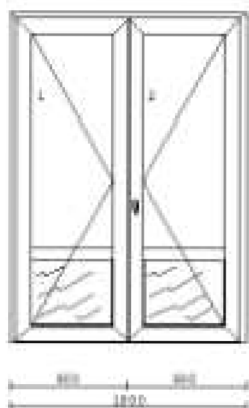
(list 3/9)

SULKO

Pozice č. D1

Počet KS: 3,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP:2-krídle vchodové dveře, dovnitř O - prave; Š: 1800; V: 2500



Profilový systém / Ram / Křídlo : Brilliant Design/B68p / drZp

Sklo: 4F-16-4TNp +Ar U=1,1 STANDARD
výplň 24mm-BILA U=1,14

Rozměr: 1800 mm / 2500 mm

Barva : 001 bílá/bílá

Cena za KS	17 155,52Kč	
Průhlednost	Počet (ks/m)	Cena

→ Průl. Bezpa. vložka GUARD 41/51 +3 křídla; TYP:G4151	3,00	1 200,00Kč
---	------	------------

Bezpa. vložka GUARD 41/51
3 křídla

→ Průl. KL-KL BILA PORTO F99; TYP:15139 Klika-Klika BEZP.ŠTÍTEK BILA Hermet Porto 3-4mm - bez zakrytí cyl. vložky	3,00	2 562,00Kč
--	------	------------

Cena Celkem: 55 228,55Kč

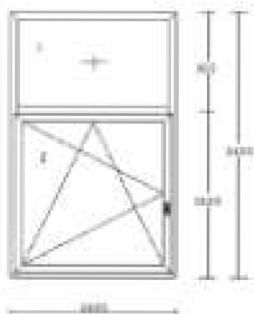
*

- dveře ot: DOVNITŘ, kříd. PRAVE
- distanční rámeček plastový

Pozice č. O1

Počet KS: 68,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP:1-krídlo okno, OS - levé; Š: 1500; V: 2400



Profilový systém / Ram / Křídlo : CLassic Design/B64 / Z60

Sklo: 4F-16-4TNp +Ar U=1,1 STANDARD

Rozměr: 1500 mm / 2400 mm

Barva : 001 Bílá/Bílá

Cena za KS	4 532,31Kč	
Průhlednost	Počet (ks/m)	Cena

→ Průl. Okenní klika s logem - BILA; TYP:14755 Okenní klika - BILA S LOGEM SULKO	68,00	2 380,00Kč
--	-------	------------

Cena Celkem: 310 577,08Kč

*

- distanční rámeček plastový
- okno s těmito rozměry není možné
ředit jako 1-krídlo, proto navr-
heno s horním nadsvětlením

Pozice č. O2

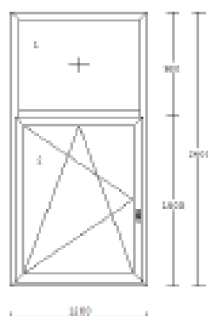
Počet KS: 123,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP:1-krídlo okno, OS - levé; Š: 1200; V: 2400

Cenová nabídka č. 262275A

(list 4/9)

SULKO



Profilový systém / Ram / Křídlo : CLassic Design/B64 /Z60

Sklo: 4F-16-4TNp +Ar U=1,1 STANDARD

Rozměr: 1200 mm / 2400 mm

Barva : 001 Bílá/Bílá

Cena za KS

3 981,62Kč

Přičlenění

Počet (ks/m)

Cena

-> Přisl. Okenní kliky s logem - BILÁ; TYP:14755

123,00

4 305,00Kč

Okenní kliky - BILÁ
S LOGEM SULKO

Cena Celkem: 494 043,65Kč

+

- distanční rámeček plastový
- okno s tímto rozměry není možné
ředit jako 1-křídlo, proto navr-
ženo s horním nadsvětlíkem

Pozice č: 03

Počet KS: 4,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP:fix; Š: 1800; V: 3830



Profilový systém / Ram / Křídlo : CLassic Design/B64 /fix

Sklo: 6F-16-6TNp +Ar U=1,1 STANDARD

Rozměr: 1800 mm / 3830 mm

Barva : 001 Bílá/Bílá

Cena za KS

7 267,82Kč

Cena Celkem: 29 071,26Kč

+

- distanční rámeček plastový
- z důvodu překročení max. výšky
je nutné prvek dělit distancí
(před příp. realizací bude ro-
děleno do číselné sestavy)

Pozice č: 03-1

Počet KS: 4,00

Název výrobku: Dilatace č.2 s Fe BRILLANT BÍLÁ; TYP:X-S-027

Cena: 2 906,92Kč

Cena Celkem: 2 906,92Kč

Pozice č: 03-2

Počet KS: 4,00

Název výrobku: Plastová okapnička č.1 - BILÁ; TYP:X-D-9

Cena: 403,20Kč

Cena Celkem: 403,20Kč

Pozice č: Eko

Počet KS: 2,00

Název výrobku: Kompripátka ilmod Eco 4x15; TYP:1604015

Cenový souhrn:

	Cena
Výrobky SULKOO:	878 471,54
Doplňky:	13 956,12
Montáž	177 240,40
Demontáž	74 342,00
Cena celkem bez DPH:	1 243 010,06 Kč
DPH 20%	248 602,00 Kč
Cena celkem včetně DPH:	1 491 612,06 Kč

Zaměření:**Uplatnění snížené sazby DPH**

Sníženou sazbou DPH – 14% lze uplatnit pouze pro dodání vyplnět stavebních otvorů včetně montáže pro stěly bytové výstavby. Musí být splněny podmínky ustanovení paragrafu 48 zákona č. 135/2004 sb. o DPH. V ostatních případech bude sazba DPH činít 20%. Více informací Vám poskytneme nař. obchodní zástupce.

Výměna výplní otvorů s hodnotou $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Police č. D1

Počet KS: 3,00

Název výrobku: 2 - dílky prvek; TYP:2-krídle vchodové dveře, dřevnaté O - prave; Š: 1800; V: 2500



Profilový systém / Ram / Křídlo : Brilliant Design/69p /dvZp

Sklo : 4-12-4-12-4+Ar U=0,7 TERMIO
výplň 36mm-BILA U=0,9

Rozměr: 1800 mm / 2500 mm

Barva : 001 bílá/bílá

Cena za KS

18 720,33Kč

Přičtení/cena

Počet (ks/m)

Cena

-> Prvl. Bezpa. vložka G370 41/31 +5 křídla
TYP:G4131

3,00

1 200,00Kč

Bezpa. vložka GUARD 41/31
5 křídla

-> Prvl. KL-KL BILA PORTO F99; TYP:15139
Klika-Klika BEZP.ŠTÍTEK BILA
Horní Porto 54mm
- bez odškrtnutí výř. vložky

3,00

2 562,00Kč

Cena Celkem: 59 922,99Kč

*

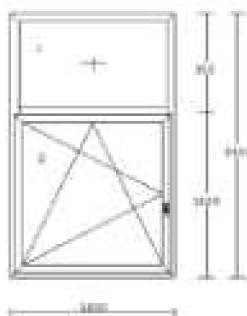
- dveře sm. DOLNITŘ, klik. PRAVE

- dřevnatá ramesová plastový

Police č. 01

Počet KS: 68,00

Název výrobku: 2 - dílky prvek; TYP:1-krídle okno, OS - leve; Š: 1500; V: 2400



Profilový systém / Ram / Křídlo : Profi Line/B72 /Z57

Sklo : 4-12-4-12-4+Ar U=0,7 TERMIO

Rozměr: 1500 mm / 2400 mm

Barva : 001 Bílá/Bílá

Cena za KS

7 595,98Kč

Přičtení/cena

Počet (ks/m)

Cena

-> Prvl. Okenní klika s logem - BILA; TYP:14757
Okenní klika - BILA
S LOGEM SULEKO

68,00

1 380,00Kč

Cena Celkem: 518 906,64Kč

*

- okno s tímto rozměry není možné

težit jako 1-krídla, proto navr-

háme s horním nadsvětlením

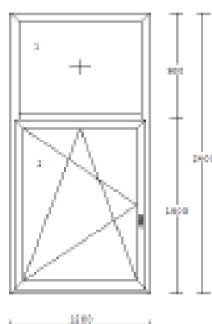
Police č. 02

Počet KS: 123,00

Název výrobku: 2 - dílky prvek; TYP:1-krídle okno, OS - leve; Š: 1200; V: 2400

Cenová nabídka č. 262275B

(list 4/8)



Profilový systém / Rám / Křídlo : Profi Line/B72 /Z57

Sklo : 4-12-4-12-4+Ar U=0,7 TERMIO

Rozměr : 1200 mm / 2400 mm

Barva : 001 Bída/Bída

Cena za KS

6 497,43Kč

Přisluteství

Počet (ks/m)

Cena

--> Přisl. Okenní klikka s logem - BÍLÁ; TYP:14755

123,00

4 305,00Kč

Okenní klikka - BÍLÁ
S LOGEM SULKO

Cena Celkem: 803 488,28Kč

*

- okno s těmito rozměry není možné
řešit jako 1-křídlo, proto navr-
ženo s horním nadsvětélkem

Pozice č: 03

Počet KS: 4,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP:fix; Š: 1800; V: 3830



Profilový systém / Rám / Křídlo : Profi Line/B72 /fix

Sklo : 6TNp-12-4F-12-6TNp U=0,7 36dB

Rozměr : 1800 mm / 3830 mm

Barva : 001 Bída/Bída

Cena za KS

13 620,36Kč

Cena Celkem: 54 481,44Kč

*

- z důvodu překročení max. výšky
je nutné prvek dělit dilataci
(před příp. realizací bude ro-
děláno do číselné sestavy)

Pozice č: 03-1

Počet KS: 4,00

Název výrobku: Dilatace č.2 s Fe Bída; TYP:X-S-037

Cena: 4 011,88Kč

Cena Celkem: 4 011,88Kč

Pozice č: 03-2

Počet KS: 4,00

Název výrobku: Plastová okapnička č.2 - BÍLÁ; TYP:X-D-9

Cena: 403,20Kč

Cena Celkem: 403,20Kč

Pozice č: Eko

Počet KS: 2,00

Název výrobku: Kompripátka illmod Eco 4x15; TYP:1604015

Cena: 199,00Kč

Cenový souhrn:

	Cena
Výrobky SULKO:	1 426 352,35
Doplňky:	13 061,08
Montáž	197 240,40
Demontáž	74 342,00
Cena celkem bez DPH:	1 711 095,83 Kč
DPH 20%	342 299,20 Kč
Cena celkem včetně DPH:	2 053 395,00 Kč

Zaměření:**Uplatnění snížené sazby DPH**

Sníženou sazbu DPH - 14% lze uplatnit pouze pro dodání výplní stavebních otvorů včetně montáže pro účely bytové výstavby. Musí být splněny podmínky ustanovené paragrafu 48 zákona č. 235/2004 sb. o DPH.
V ostatních případech bude sazba DPH činit 20%. Více informací Vám poskytneme našimi obchodními zástupci.

Výměna výplní otvorů s hodnotou $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cenová nabídka č. 262275C

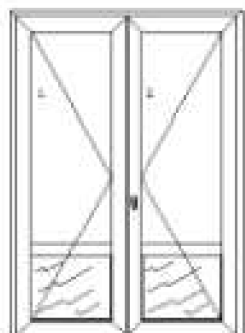
(str. 3/3)

SULKO

Pozice č: D1

Počet KS: 3,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP:2-krídlo vchodové dveře, dorazit O - prave; Š: 1800; V: 2500



Profilový systém / Ram / Křídlo : Brillant Design/63p /dvčp

Sklo: 4-12-4-12-4+Ar U=0,7 TERMIO
výplň 36mm-BILÁ U=0,9

Rozměr: 1800 mm / 2500 mm

Barva : 001 bílá/bílá

Cena za KS 18 710,33Kč

Přičteno: Počet (ks/m) Cena

→ Průl. Bezpeč. vložka G550 41/51 +3 křídla; TYP:G4151 3,00 1 200,00Kč

Bezpeč. vložka GUARD 41/51 3 křídla

→ Průl. KL-KL BILÁ PORTO F99; TYP:15139 1,00 2 562,00Kč

Klíka-Klíka BEZP.ŠTÍTEK BILÁ
Horní Porto 14mm
- bez zakrytí cyl. vložky

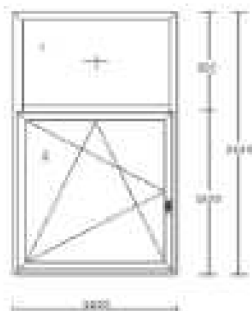
Cena Celkem: 59 912,99Kč

*
- dveře obr. DOWNRÍŠ, bílá PRÁVE

Pozice č: 01

Počet KS: 68,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP:1-krídlo okno, OS - levé; Š: 1500; V: 1400



Profilový systém / Ram / Křídlo : Profi Line/B71 /Z57

Sklo: 4-16-4-16-4 U=0,5 TERMIO PLUS

Rozměr: 1500 mm / 1400 mm

Barva : 001 Bílá/Bílá

Cena za KS 8 278,06Kč

Přičteno: Počet (ks/m) Cena

→ Průl. Okenní klíka s logem - BILÁ; TYP:14733 68,00 2 380,00Kč
Okenní klíka - BILÁ
S LOGEM SULKO

Cena Celkem: 565 188,42Kč

*
- okno s tímto rozměry není možné
realizovat jako 1-krídlo, proto navr-
heno s horním nadsvětlením

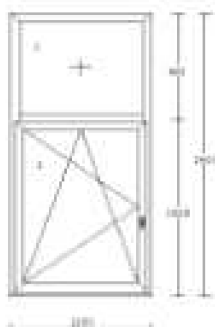
Pozice č: 02

Počet KS: 128,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP:1-krídlo okno, OS - levé; Š: 1200; V: 1400

Cenová nabídka č. 262275C

(list 4/8)



Profilový systém / Ram / Křídlo : Profi Line-B72 / Z57

Sklo: 4-16-4-16-4 U=0,5 TERMIO PLUS

Rozměr: 1100 mm / 2400 mm

Barva : 001 Bílá/Bílá

Cena za KS

7 031,37Kč

Přikládací prvky

Počet (ks/m)

Cena

→ Průř. Okenní křídla s logem - BILÁ; TYP-14755	123,00	4 305,00Kč
Okenní křídla - BILÁ		
S LOGEM SULKO		

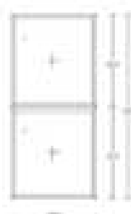
Cena Celkem: 869 163,51Kč

*
- okno s těmito rozměry není možné
realizovat jako 1-křídlo, proto navr-
běno s horním nadvýtěkem

Police č. 03

Počet KS: 4,00

Název výrobku: 2 - dílný prvek; TYP-fix; Š: 1800; V: 3830



Profilový systém / Ram / Křídlo : Profi Line-B72 / fix

Sklo: 6-16-4-16-6 U=0,5 TERMIO PLUS

Rozměr: 1800 mm / 3830 mm

Barva : 001 Bílá/Bílá

Cena za KS

13 690,06Kč

Cena Celkem: 54 792,24Kč

*
- zakládací lišta zkovana
- z důvodu překročení max. výšky
je nutné prvek dělit dílci
(před ptup. realizací bude ro-
děleno do třílné sestavy)

Police č. 03-1

Počet KS: 4,00

Název výrobku: Dilatace č.2 : Fe Bílá; TYP-X-5-037

Cena: 4 011,88Kč

Cena Celkem: 4 011,88Kč

Police č. 03-2

Počet KS: 4,00

Název výrobku: Plastová okapnička č.2 - BILÁ; TYP-X-D-9

Cena: 403,20Kč

Cena Celkem: 403,20Kč

Police č. Eko

Počet KS: 2,00

Název výrobku: Kompripátka ilmod Eco 4x15; TYP-1604015

Cena: 199,00Kč

Cenový souhrn:

	Cena
Výrobky SULKO:	1 538 720,16
Dopravy:	15 061,08
Montaž:	187 240,40
Demontaž:	74 342,00
Cena celkem bez DPH:	1 825 363,64 Kč
DPH 20%:	365 072,80 Kč
Cena celkem včetně DPH:	2 190 436,44 Kč

Zaměření:

Uplatnění snížené sazby DPH

Snižovaná sazba DPH - 14% lze uplatnit pouze pro dodání výrobků stavebních materiálů včetně montáže pro účely bytové výstavby. Musí být splněny podmínky ustanovené paragrafu 48 zákona č. 235/2004 sb. o DPH.
V ostatních případech bude sazba DPH činit 20%. Více informací Vám poskytne náš obchodní zastupce.

8.4 NÁKLADY NA PROVEDENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT

1. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 470 694,50 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.100 mm se silikonovou omítkou		895,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 095,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	704 000,48 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Deska polystyren EPS 150 S Stabil tl. 100 mm		366,20 Kč	
	Σ	806,60 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	1 396 815,00 Kč
Okna U _w = 1,2 W/m ² K		1 396 815,00 Kč	
	Σ	1 396 815,00 Kč	

CELKOVÉ NÁKLADY	3 571 509,98 Kč		
------------------------	------------------------	--	--

2. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 586 201,10 Kč
Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.140 mm se silikonovou omítkou		981,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 181,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	959 538,86 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 180 mm		658,98 Kč	
	Σ	1 099,38 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	1 396 815,00 Kč
Okna U _w = 1,2 W/m ² K		1 396 815,00 Kč	
	Σ	1 396 815,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY	3 942 554,96 Kč		

3. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 664 100,90 Kč
Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.160 mm se silikonovou omítkou		1 039,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 239,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	1 023 445,28 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	1 172,60 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 055 595,00 Kč
Okna U _w = 0,8 W/m ² K		2 055 595,00 Kč	
	Σ	2 055 595,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY	4 743 141,18 Kč		

4. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 716 481,80 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.180 mm se silikonovou omítkou		1 078,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 278,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	1 319 830,70 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci		46,70 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 80 mm		292,88 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	1 512,18 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 055 595,00 Kč
Okna U _w = 0,8 W/m ² K		2 055 595,00 Kč	
	Σ	2 055 595,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY	5 091 907,50 Kč		

5. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 772 892,00 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.200 mm se silikonovou omítkou		1 120,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 320,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	1 447 643,54 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci		46,70 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 120 mm		439,32 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	1 658,62 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 190 436,00 Kč
Okna U _w = 0,8 W/m ² K		2 190 436,00 Kč	
	Σ	2 190 436,00 Kč	

CELKOVÉ NÁKLADY	5 410 971,54 Kč		
------------------------	------------------------	--	--

6. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	3 003 171,60 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.200 mm se silikonovou omítkou		1 120,00 Kč	
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.120 mm se silikonovou omítkou		916,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	2 236,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	1 511 549,95 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci		46,70 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 140 mm		512,54 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	1 731,84 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 190 436,00 Kč
Okna U _w = 0,6 W/m ² K		2 190 436,00 Kč	
	Σ	2 190 436,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY	6 705 157,55 Kč		

7. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	3 168 372,90 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.200 mm se silikonovou omítkou		1 120,00 Kč	
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.160 mm se silikonovou omítkou		1 039,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	2 359,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	1 575 456,37 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně		46,70 Kč	

2 vrstvy - materiál ve specifikaci			
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 160 mm		585,76 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	1 805,06 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 190 436,00 Kč
Okna U _w = 0,6 W/m ² K		2 190 436,00 Kč	
	Σ	2 190 436,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY		6 934 265,27 Kč	

8. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	4 205 246,10 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.200 mm se silikonovou omítkou		1 120,00 Kč	
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.120 mm se silikonovou omítkou		916,00 Kč	
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.100 mm se silikonovou omítkou		895,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	3 131,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	1 894 988,45 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci		46,70 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 100 mm		366,10 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 160 mm		585,76 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	2 171,16 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 190 436,00 Kč
Okna U _w = 0,6 W/m ² K		2 190 436,00 Kč	
	Σ	2 190 436,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY		8 290 670,55 Kč	

9. varianta			
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	4 479 238,50 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.200 mm se silikonovou omítkou		1 120,00 Kč	
Zateplovací systém Baunit, fasáda,			

EPS F tl.200 mm se silikonovou omítkou		1 120,00 Kč	
Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.100 mm se silikonovou omítkou		895,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	3 335,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	2 022 801,28 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci		46,70 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 100 mm		366,10 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	2 317,60 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 190 436,00 Kč
Okna U _w = 0,6 W/m ² K		2 190 436,00 Kč	
	Σ	2 190 436,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY		8 692 475,78 Kč	

4. varianta	bez zateplení obvodového pláště		
STŘECHA		Kč/m ²	1 319 830,70 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m2		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci		46,70 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 80 mm		292,88 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	1 512,18 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 055 595,00 Kč
Okna U _w = 0,8 W/m ² K		2 055 595,00 Kč	
	Σ	2 055 595,00 Kč	

CELKOVÉ NÁKLADY	3 375 425,70 Kč		
------------------------	------------------------	--	--

4. varianta	bez zateplení střešní konstrukce		
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 716 481,80 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.180 mm se silikonovou omítkou		1 078,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 278,00 Kč	1343,1 m ²
OKNA		Kč	2 055 595,00 Kč
Okna U _w = 0,8 W/m ² K		2 055 595,00 Kč	
	Σ	2 055 595,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY	3 772 076,80 Kč		

4. varianta	výplně okenních otvorů U = 1,2 W/m ² K		
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 716 481,80 Kč
Zateplovací systém Baunit, fasáda, EPS F tl.180 mm se silikonovou omítkou		1 078,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 278,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	1 319 830,70 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci		46,70 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 80 mm		292,88 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	1 512,18 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	1 396 815,00 Kč
Okna U _w = 1,2 W/m ² K		1 396 815,00 Kč	
	Σ	1 396 815,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY	4 433 127,50 Kč		

4. varianta	výplně okenních otvorů $U = 0,6$ W/m^2K		
OBVODOVÝ PLÁŠŤ		Kč/m ²	1 716 481,80 Kč
Zateplovací systém Baumit, fasáda, EPS F tl.180 mm se silikonovou omítkou		1 078,00 Kč	
Lešení		200,00 Kč	
	Σ	1 278,00 Kč	1343,1 m ²
STŘECHA		Kč/m ²	1 319 830,70 Kč
Povlaková krytina střech do 10°, fólií PVC		342,00 Kč	
Izolace tlaková, podkladní textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tlaková, separační textilie, vodorovná včetně dodávky textilie 300 g/m ²		49,20 Kč	
Izolace tepelné stropů vrchem kladené volně 2 vrstvy - materiál ve specifikaci		46,70 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 80 mm		292,88 Kč	
Deska polystyren EPS 100 S Stabil tl. 200 mm		732,20 Kč	
	Σ	1 512,18 Kč	872,8 m ²
OKNA		Kč	2 190 436,00 Kč
Okna $U_w = 0,6 W/m^2K$		2 190 436,00 Kč	
	Σ	2 190 436,00 Kč	
CELKOVÉ NÁKLADY		5 226 748,50 Kč	

8.5 PŮDORYSY

1.NP





3.NP



4.NP



8.6 ZPRÁVA Z TISKU

Realizace projektu snížení energetické náročnosti budovy ZŠ Fr. Kupky dokončena

Dne 8. 7. 2012 byla předáním a převzetím díla ukončena realizace projektu „Snížení energetické náročnosti budovy ZŠ Františka Kupky“ zahájená dne 1. 4. 2012. V rámci projektu bylo provedeno zateplení obvodového pláště, zateplení střechy, výměna otvorových výplní a drobné stavební úpravy interiéru. Z nevzhledného šedivého paneláku se tak stal moderní a reprezentativní objekt. Náklady na stavební část projektu dosáhly výše 8 582 281,60 Kč, náklady projektu celkem pak činí 9 110 864,97 Kč, přičemž dotace z Operačního programu Životní prostředí přiznaná městu odpovídá částce 2 246 783 Kč.

Ačkoli stavba je již hotova, práce na projektu nekončí. Nyní nastává z hlediska finančního řízení ta nejdůležitější fáze – zpracovávání podkladů pro žádosti o platbu, na základě kterých bude dotace vyplácena. Teprve poté, až město přiznané finanční prostředky obdrží, bude možné říci, že výše uvedený projekt skončil úspěchem.

Mgr. Martin Pošvář, odbor rozvoje města

8.7 NÁKLADY NA POŘÍZENÍ SYSTÉMU NA ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA

VZDUCHOTECHNIKA

Spiro potrubí o průměru					
160	34,5	m´	141	Kč/m´	4 865 Kč
200	87,5	m´	173	Kč/m´	15 138 Kč
250	181	m´	241	Kč/m´	43 621 Kč
315	99,5	m´	301	Kč/m´	29 950 Kč
Na spojení potrubí budou použít přechody					
PRO 315/250	2	ks	254	Kč/kus	508 Kč
PRO 250/200	3	ks	194	Kč/kus	582 Kč
Na odbočky pro ventily nebo další větve budou použity					
OBJ 90°315/250	2	ks	491	Kč/kus	982 Kč
OBJ 90°250/200	3	ks	400	Kč/kus	1 200 Kč
Kolena					
OS90°315	6	ks	479	Kč/kus	2 874 Kč
OS90°250	19	ks	319	Kč/kus	6 061 Kč
Talířové ventily					
odvodní KK160	53	ks	309	Kč/kus	16 377 Kč
přívodní KE200	28	ks	372	Kč/kus	10 416 Kč
Jednotka					
Atrea Duplex 2000	1	ks			120 000 Kč
celkové náklady na zpětné získávání tepla					252 573 Kč

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERÁRNÍCH PRAMENŮ

- [1] ČSN 73 0540
- [2] Čuprová, D. *Tepelná technika budova*. Teoretické základy stavební tepelné techniky. Brno: VUT FAST,
- [3] <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/soucinitel-prostupu-tepla-co-to-je-a-jak-se-nim-pracuje/> [28.9.2012]
- [4] <http://stavba.tzb-info.cz/stavebni-tepelna-technika/7142-cilove-hodnoty-u-z-pripravovane-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov> [28.9.2012]
- [5] <http://tepelna-technikastaveb.cz/terminologie-17> [28.9.2012]
- [6] <http://www.tzb-info.cz/4274-popis-metodiky-vypoctu-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-podle-vyhlasky-148-2007-sb> [28.9.2012]
- [7] <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace/tepelne-izolace-polystyren-mineralni-vata-a-dalsi.aspx> [28.9.2012]
- [8] <http://www.sulko.cz/produkty/classic.html> [28.9.2012]
- [9] http://www.sulko.cz/produkty/profi_line.html [28.9.2012]
- [10] <http://vetrani.tzb-info.cz/rekuperace-tepla/6325-zpetne-ziskavani-tepla-a-vetrani-objektu> [28.9.2012]
- [11] http://www.mapy.cz/#q=dobru%25C5%25A1ka%252C%2520%25C5%25A1kola%2520franti%25C5%25A1ka%2520kupky&t=s&x=16.165915&y=50.295029&z=17&d=fir m_356846_1 [28.9.2012]
- [12] Hůlka, C., *Energetický audit*, DekPROJEKT, 2009
- BRADÁČ, A. *Teorie oceňování nemovitostí*. VIII. Přepřacované a doplněné vydání; Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2009 Brno. 753 s. ISBN 978-80-7204-630-0.
- Dahlsveen, T., Petráš, D., Hirš, J.
- Zákon č. 406/2000 Sb. + prováděcí vyhlášky Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov
- <http://www.atrea.cz>

<http://www.tzb-info.cz>

<http://www.elektrodesign.cz>

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Graf 1.2.1 Měrná křivka tepelné pohody pro zimu [2 str. 11].....	15
Graf 1.2.2 Měrná křivka tepelné pohody pro léto [2str. 11].....	15
Tab. 1.2.1 Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla pro různé konstrukce podle ČSN 73 0540-2:2011 [4]	16
Tab. 1.2.2 Cílové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy rodinného a bytového domu podle ČSN 73 0540-2:2011 [4]	16
Tab. 1.2.3 Lineární součinitel prostupu tepla vnější stěny k jiné konstrukci s výjimkou výplní otvorů [4].....	17
Tab. 1.2.4 Bodový součinitel prostupu tepla průnik tyčové konstrukce [4].....	17
Obr. 1.3.1 - Dodaná energie do budovy [6].....	19
Tab. 1.3.1.1 - Klasifikační třídy EN hodnocení energetické náročnosti budovy podle vyhlášky 148/2007 Sb., hodnoty jsou uvedeny v kWh/m ² [6]	20
Obr. 1.4.1 Ukázka povrchové kondenzace vodní páry na stropě pod nevytápěným prostorem. Nosné prvky zde tvoří ocelové I profily, mezi nimi je minerální plst'. Tepelný most tvoří nezateplený I profil. [2 str. 7].....	21
Obr. 1.4.2 Plíseň v rohu místnosti u podlahy na terénu v důsledku zanedbání posouzení trojrozměrného teplotního pole. [2 str. 7].....	21
Obr. 1.4.3 Termovizní snímek ze strany interiéru, znázorňující rozložení povrchových teplot – nízká povrchová teplota v místě nedostatečně zatepleného věnce. [2 str. 8]	22
Obr. 1.4.4 Termovizní snímek ze strany exteriéru, znázorňující rozložení povrchových teplot – vysoká povrchová teplota v místě drážek a u výplní otvorů. [2 str. 8].....	22
Obr. 1.4.5 Nízká povrchová teplota v koutě místnosti (trojrozměrné teplotní pole). [2str. 9]	23
Obr. 1.4.6 Fotografie a termovizní snímek v interiéru podkroví, nadpraží francouzského okna. [2 str. 9]	23

Obr. 1.4.7 Fotografie a termovizní snímek v interiéru podkroví. Pohled na podlahu nad lodžii. [2 str. 9].....	24
Graf 2.3.1.1 Tepelná vodivost také závisí na objemové hmotnosti, struktuře a velikosti pórů [7].....	27
Obr. 2.4.2.1 Zpětné získávání tepla pomocí deskového výměníku [10].....	30
Obr. 3.1.1 Letecká fotografie areálu Základní školy Františka Kupky v Dobrušce. Označena je vyšetřovaná budova. [11]	31
Tab. 3.1.1 Geometrie posuzovaného objektu [12]	33
Obr. 3.2.1.1 Stávající stav obvodové konstrukce	33
Obr. 3.2.1.2 1. varianta zateplení obvodového pláště	34
Obr. 3.2.1.3 2. varianta zateplení obvodového pláště	34
Obr. 3.2.1.4 3. varianta zateplení obvodového pláště	34
Obr. 3.2.1.5 4. varianta zateplení obvodového pláště	35
Obr. 3.2.1.6 5. varianta zateplení obvodového pláště	35
Obr. 3.2.1.7 6. varianta zateplení obvodového pláště	36
Obr. 3.2.1.8 7. varianta zateplení obvodového pláště	36
Obr. 3.2.1.9 8. varianta zateplení obvodového pláště	37
Obr. 3.2.1.10 9. varianta zateplení obvodového pláště	37
Obr. 3.2.2.1 Stávající stav střešní konstrukce	38
Obr. 3.2.2.2 1. varianta střešní konstrukce	39
Obr. 3.2.2.3 2. varianta střešní konstrukce	39
Obr. 3.2.2.4 3. varianta střešní konstrukce	40
Obr. 3.2.2.5 4. varianta střešní konstrukce	41
Obr. 3.2.2.6 5. varianta střešní konstrukce	41
Obr. 3.2.2.7 6. varianta střešní konstrukce	42
Obr. 3.2.2.8 7. varianta střešní konstrukce	42
Obr. 3.2.2.9 8. varianta střešní konstrukce	43

Obr. 3.2.2.10	9. varianta střešní konstrukce.....	43
Obr. 3.2.3.1	Stávající stav podlahy na zemině.....	44
Obr. 3.2.3.2	1. varianta zateplení podlahy na zemině.....	44
Obr. 3.2.3.3	2. varianta zateplení podlahy na zemině.....	45
Obr. 3.2.3.4	3. varianta zateplení podlahy na zemině.....	45
Tab. 3.3.1	Porovnání stávajícího stavu nebytové a bytové budovy.....	46
Tab. 4.1.1	Součinitele prostupů tepla obvodových konstrukcí.....	47
Tab. 4.1.2	Porovnání nákladů na vytápění při využití různých druhů paliva; porovnání ušetření ročních nákladů v porovnání nebytové budovy a stávajícího stavu	47
Tab. 4.1.3	Náklady na provedení zateplení 1. varianty	48
Tab. 4.2.1	Součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí a výplní otvorů	49
Tab. 4.2.2	Porovnání nákladů na vytápění při využití různých druhů paliva; porovnání nákladů mezi nebytovou budovou a stávajícím stavem	49
Tab. 4.2.3	Náklady na provedení zateplení 2. varianty	50
Obr. 5.1.1	Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 1	51
Tab. 5.1.1	Součinitele prostupu tepla 1. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů.....	51
Obr. 5.1.2	Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 2	52
Tab. 5.1.2	Součinitele prostupu tepla 2. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů.....	52
Obr. 5.1.3	Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 3	52
Tab. 5.1.3	Součinitele prostupu tepla 3. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů.....	53
Obr. 5.1.4	Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 4	53
Tab. 5.1.4	Součinitele prostupu tepla 4. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů.....	53
Obr. 5.1.5	Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 5	54

Tab. 5.1.5 Součinitele prostupu tepla 5. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů	54
Obr. 5.1.6 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 6	55
Tab. 5.1.6 Součinitele prostupu tepla 6. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů	55
Obr. 5.1.7 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 7	56
Tab. 5.1.7 Součinitele prostupu tepla 7. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů	56
Obr. 5.1.8 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 8	57
Tab. 5.1.8 Součinitele prostupu tepla 8. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů	57
Obr. 5.1.9 Zateplení obvodové stěny a střechy dle varianty 9	57
Tab. 5.1.9 Součinitele prostupu tepla 9. varianty obvodových konstrukcí a výplní otvorů	58
Tab. 5.2.1 Tepelné ztráty jednotlivých variant a tepelné ztráty, pokud bylo použito zpětné získávání tepla. Viz příloha 8.1	58
Tab. 5.2.1 Ušetřené tepelné ztráty jednotlivých variant v porovnání se stávajícím stavem [271,834 kW]	60
Tab. 5.3.1.1 Ušetřené náklady 1. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	61
Tab. 5.3.1.2 Ušetřené náklady 2. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	61
Tab. 5.3.1.3 Ušetřené náklady 3. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	62
Tab. 5.3.1.4 Ušetřené náklady 4. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	62
Tab. 5.3.1.5 Ušetřené náklady 5. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	63

Tab. 5.3.1.6 Ušetřené náklady 6. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	63
Tab. 5.3.1.7 Ušetřené náklady 7. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	63
Tab. 5.3.1.8 Ušetřené náklady 8. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	64
Tab. 5.3.1.9 Ušetřené náklady 9. varianty oproti stávajícímu stavu včetně zpětného získávání tepla	64
Tab. 5.4.1.1 Výpočet návratnost 1. varianty pro různé zdroje tepla.....	66
Tab. 5.4.1.2 Výpočet návratnost 2. varianty pro různé zdroje tepla.....	66
Tab. 5.4.1.3 Výpočet návratnost 3. varianty pro různé zdroje tepla.....	67
Tab. 5.4.1.4 Výpočet návratnost 4. varianty pro různé zdroje tepla.....	67
Tab. 5.4.1.5 Výpočet návratnost 5. varianty pro různé zdroje tepla.....	67
Tab. 5.4.1.6 Výpočet návratnost 6. varianty pro různé zdroje tepla.....	68
Tab. 5.4.1.7 Výpočet návratnost 7. varianty pro různé zdroje tepla.....	68
Tab. 5.4.1.8 Výpočet návratnost 8. varianty pro různé zdroje tepla.....	69
Tab. 5.4.1.9 Výpočet návratnost 9. varianty pro různé zdroje tepla.....	69
Obr. 5.4.2.1 Půdorys 1.NP s návrhem rozvodu vzduchotechniky.....	71
Obr. 5.4.2.2 Půdorys 2.NP s návrhem rozvodu vzduchotechniky.....	72
Obr. 5.4.2.3 Půdorys 3.NP s návrhem rozvodu vzduchotechniky včetně rekuperační jednotky	73
Obr. 5.4.2.4 Půdorys 4.NP s návrhem rozvodu vzduchotechniky včetně rekuperační jednotky	74
Tab. 5.4.2.1 Celková návratnost do varianty 1 včetně zařízení na zpětné získávání tepla	75
Tab. 5.4.2.2 Celková návratnost do varianty 2 včetně zařízení na zpětné získávání tepla	75

Tab. 5.4.2.3 Celková návratnost do varianty 3 včetně zařízení na zpětné získávání tepla.....	76
Tab. 5.4.2.4 Celková návratnost do varianty 4 včetně zařízení na zpětné získávání tepla.....	76
Tab. 5.4.2.5 Celková návratnost do varianty 5 včetně zařízení na zpětné získávání tepla.....	76
Tab. 5.4.2.6 Celková návratnost do varianty 6 včetně zařízení na zpětné získávání tepla.....	77
Tab. 5.4.2.7 Celková návratnost do varianty 7 včetně zařízení na zpětné získávání tepla.....	77
Tab. 5.4.2.8 Celková návratnost do varianty 8 včetně zařízení na zpětné získávání tepla.....	78
Tab. 5.4.2.9 Celková návratnost do varianty 9 včetně zařízení na zpětné získávání tepla.....	78
Tab. 6.1 Posouzení návratnosti 4. varianty	79
Tab. 6.1.1 Posouzení varianty 4 pokud nebude zateplen obvodový plášť	80
Tab. 6.2.1 Posouzení varianty 4 pokud nebude zateplena střešní konstrukce.	80
Tab. 6.3 Posouzení varianty 4 s výplní otvorů $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	81
Tab. 6.4 Posouzení varianty 4 s výplní otvorů $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	81
Tab. 6.5 Posouzení varianty 4 se zpětným získáváním tepla a výplní otvorů $0,6\text{W/m}^2\text{K}$	82