VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ NA RODINNÉM DOMĚ V OBCI KAROLINKA NA VÝDAJE SPOJENÉ S PROVOZEM TÉTO NEMOVITOSTI

THE IMPACT OF THERMAL INSULATION OF A DETACHED HOUSE IN THE VILLAGE OF KAROLINKA ON RUNNING EXPENSES OF THIS PROPERTY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR
Bc. JAN BATRLA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR
Ing. PAVEL KLIKA

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Ústav soudního inženýrství
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Batrla

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

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

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

Vliv provedení zateplení na rodinném domě v obci Karolínka na výdaje spojené s provozem této nemovitosti.

v anglickém jazyce:

The Impact of Thermal Insulation of a Detached House in the Village of Karolínka on Running Expenses of this Property

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem práce bude provést návrh na zateplení vybrané nemovitosti. Na základě tohoto návrhu pak vyhodnotit rozdíl nákladů na provozování nemovitosti před a po provedení zateplení. V práci bude zhodnocena také ekonomická návratnost provedené investice.

Cíle diplomové práce:

Cílem bude zhodnocení ekonomické návratnosti provedeného zateplení vybrané nemovitosti.

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 2013/14.

V Brně, dne 24.9.2013

L.S.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
-4-

doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá posouzením vlivu zateplení rodinného domu na výdaje spojené s provozem této nemovitosti. V první části je popsána výstavba rodinných domů od historie až po současnost, dále legislativa spojená se zateplováním budov. Práce se také zabývá energetickou náročností budov, vývojem cen energií, druhy tepelných izolací a možnostmi zateplování rodinných domů. Důkladně je rozebrán zateplovací systém ETICS.

Druhá část je věnovaná konkrétnímu rodinnému domu v obci Karolinka na zhodnocení ekonomické návratnosti investice. Zateplení je provedeno v sedmi variantách. Práce obsahuje tepelně technické posouzení původního stavu rodinného domu a poté tepelné posouzení jednotlivých variant po provedení zateplení na jeho ekonomickou návratnost.

V závěru práce je zhodnocení jednotlivých variant zateplení a vypočtena prostá doba návratnosti investice.

Abstract

This thesis evaluates the influence of thermal insulation of a detached house on the expenses associated with the operation of the property. The first part describes the construction of houses from history to the present day, as well as legislation associated with the thermal insulation of buildings. The work also deals with the energy performance of buildings, energy price developments, types of thermal isolation and insulation of Houses. Thoroughly analyzes ETICS insulation systém.

The second part is devoted to a particular detached house in the village Karolinka to evaluate the economic return on investment. Thermal insulation is solved in seven variants. The work includes thermal technical assessment of the condition of the original house and then heat the assessment of the options for the thermal insulation on its economic return. In conclusion, the assessment of individual variants insulation is calculated as a simple payback period.

Klíčová slova

Rodinný dům, úspora energie, zateplení, zateplovací systém, návratnost investice, energetická náročnost, součinitel prostupu tepla, výplně otvorů.

Keywords

Detached house, energy saving, insulation, thermal insulation system, return on investment, energy consuption, the heat transfer coefficient, the filling of the open space.

Bibliografická citace

BATRLA, J. *Vliv provedení zateplení na rodinném domě v obci Karolinka na výdaje spojené s provozem této nemovitosti.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 88 s. , 27 s. příl. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Klika.

Prohlášení

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

V Brně dne 25.5.2014

…….

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Pavlu Klikovi za odborné vedení, ochotu, cenné rady a připomínky, které mi poskytl při zpracování diplomové práce. Velké díky patří také rodičům a přítelkyni, kteří mně podporovali během celé doby studia.

OBSAH

1 ÚVOD 13
2 VÝSTAVBA RODINNÝCH DOMŮ 14
2.1 HISTORIE RODINNÝCH DOMŮ 14
2.2 VÝVOJOVÉ TRENDY 14
2.3 BUDOVY S VELMI NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ 15
2.3.1 Nízkoenergetické budovy 15
2.3.2 Pasivní budovy 16
2.3.3 Energeticky nulové budovy 17
3 LEGISLATIVA 19
3.1 Požadavky norem 19
4 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV 23
4.1 TEPELNÉ ZTRÁTY 23
4.1.1 Tepelné mosty 24
4.2 Energetický štítek obálky budovy (EŠOB) 26
4.3 Průkaz energetické náročnosti budov (PENB) 28
4.4 Energetický audit (EA) 33
4.5 Nová zelená úsporám 33
5 CENY ENERGIÍ 35
6 DRUHY TEPELNÝCH IZOLACÍ 38
6.1 Extrudovaný polystyren - XPS 38
6.2 Pěnový polystyren – EPS 38
6.3 Minerální vlna 39
6.4 Pěnový polyuretan 39
6.5 Pěnový polyetylén 40
6.6 Celulóza 40

6.7 Perlit 40
6.8 Desky z dřevité vlny a cementu 40
6.9 Keramzit 41
7 VÝPLNĚ OTVORŮ 42
8 ZATEPLOVÁNÍ RODINNÝCH DOMŮ 43
8.1 Důvody k zateplení RD 43
8.1.1 Tepelná úspora 43
8.1.2 Bezpečná investice 43
8.1.3 Ochrana nosných konstrukcí 43
8.1.4 Hygiena 43
8.1.5 Estetika 44
8.1.6 Zkrácená topná sezóna 44
8.2 Vnější zateplení 44
8.3 Vnitřní zateplení 45
8.4 Kontaktní zateplení 45
8.5 Zateplení s odvětranou mezerou 46
8.6 Izolace šikmých střech 47
8.7 Izolace podlah a stropů 48
8.8 Chybné provádění zateplovacích systémů 50
8.8.1 Termovizní měření 51
9 KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM „ETICS“ 53
9.1 Klimatické podmínky pro provádění ETICS 53
9.2 Příprava podkladu pro ETICS 53
9.3 Založení systému 54
9.4 Lepení tepelné izolace 55
9.5 Izolační desky 56

9.6 Zabudování hmoždinek ... 56
9.7 Úprava a vyztužení povrchu izolantu ... 57
9.8 Základní vrstva ... 58
9.9 Povrchové úpravy ... 59
10 POSOUZENÍ EKONOMICKÉ NÁVRATNOSTI ZATEPLENÍ ... 60
10.1 Popis stávajícího stavu rodinného domu ... 60
10.2 Termovizní měření rodinného domu ... 61
10.3 Nově navržená opatření ... 62
10.4 Celková spotřeba energie ... 64
10.4.1 Spotřeba energie – stávající stav ... 65
10.4.2 Spotřeba energie – varianta č. 1 ... 68
10.4.3 Spotřeba energie – varianta č. 2 ... 69
10.4.4 Spotřeba energie – varianta č. 3 ... 70
10.4.5 Spotřeba energie – varianta č. 4 ... 71
10.4.6 Spotřeba energie – varianta č. 5 ... 72
10.4.7 Spotřeba energie – varianta č. 6 ... 73
10.4.8 Spotřeba energie – varianta č. 7 ... 74
10.5 Náklady na provedení zateplení ... 75
10.6 Výpočet prosté návratnosti investice ... 76
11 ZÁVĚR ... 79
12 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ ... 81
13 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK ... 84
14 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ ... 85
15 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK ... 86
16 SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ ... 87
17 PŘÍLOHY ... 88
PŘÍLOHA Č. 1 – Skladba posuzovaných konstrukcí ... 88

PŘÍLOHA Č. 2 – Nabídkové rozpočty 90
PŘÍLOHA Č. 3 – Výpočet prosté návratnosti 101
PŘÍLOHA Č. 4 – Výkresová dokumentace 110

1 ÚVOD

V dnešní době se asi každý majitel nemovitosti setkal s myšlenkou, jak snížit výdaje spojené s provozem své nemovitosti. Vzhledem k neustálým nárůstům cen energií se dá předpokládat, že ceny nebudou v budoucnu klesat, ale i nadále porostou. Proto je jeden ze způsobů, jak snížit energetickou spotřebu domu, snížit jeho tepelný odpor, který brání prostupu tepla. Snížení tepelného odporu se dá nejlépe docílit zateplením nemovitosti.

Nejčastější způsoby zateplování jsou zateplení obvodových stěn, střech, podlah a výměny výplní otvorů. Ne vždy je ale zateplení vhodným řešením. Vzhledem k nemalým nákladům na zateplení nemusí vždy vybraný druh zateplení přinést úsporu, ale naopak může být ztrátový. Proto je nutné klást důraz na vhodně zvolený návrh zateplení, který nám přinese vyšší úsporu než je náklad na realizaci úsporného opatření.

Je tedy velice důležité nalézt vhodný druh zateplení, ve kterém bude zohledněna cena energií, cena investice a stávající stav objektu.

Cílem této diplomové práce je vypracovat vhodný návrh zateplení rodinného domu. Na základě tohoto návrhu poté vyhodnotit rozdíly nákladů na provozování před provedením a po provedení zateplení a zhodnocení ekonomické návratnosti provedeného zateplení.

2 VÝSTAVBA RODINNÝCH DOMŮ

2.1 HISTORIE RODINNÝCH DOMŮ

Lidská obydlí jako sídla bydlení rodiny prošly dlouhým a hlavně pestrým vývojem. Mezi první obydlí můžeme zařadit různé skalní obydlí přes chatrče ze dřeva a kůží, hliněné a kamenné stavby až po současné cihlové nebo pórobetonové stavby. Vývoj rodinného domu závisel na rozvoji stavebních technologií, řemesel a dostupných stavebních materiálech. Lidské obydlí se vždy odráželo podle nároků lidí v té době. Kvalita domů se zvyšovala podle rozvoje řemesel a rozvoje stavebních materiálů. Rodinné domy můžeme rozdělit i podle toho, zda se nacházely ve městě nebo na venkově. Ve městech se budovaly převážně domy, které byly často spojovány s provozem dílny nebo obchodu, tzv. měšťanské domy. Proti tomu venkovská sídla byla přizpůsobována pro chovy domácích zvířat a hospodářským pracím. [1]

V minulosti se stavěly domy, které splňovaly pouze základní požadavky na bydlení a teprve postupem času se nároky na bydlení zvyšovaly. V dnešní době by byly tehdejší rodinné domy zcela nevyhovující. Na novostavby jsou mimo jiné kladeny nároky z hlediska ekonomiky na úsporu energií a výdaje spojené s provozem. [1]

2.2 VÝVOJOVÉ TRENDY

Současné rodinné domy lze rozdělit do dvou skupin a to na městské či předměstské. Předměstské domy v současné době pronikají do venkovského osídlení. Vytvářejí se ucelené skupiny rodinných domů, satelitní a příměstská sídliště, kde většinou obyvatelé těchto domů nepracují a za prací musí dojíždět do měst. Díky rozvoji informačních a komunikačních sítí, rozvojem individuální a hromadné dopravy se prakticky ztrácí rozdíl mezi bydlením na vesnici a bydlením ve městě. [2]

Měnící se způsob života a potřeby lidí se odráží na požadavcích na funkci a kvalitu bydlení. V moderních rodinných domech ustupují funkce hospodářsko-výrobní a do popředí se dostávají funkce relaxační, rekreační a regenerační. [2]

Základními požadavky na výstavbu rodinných domů jsou dispoziční řešení s prostory pro individuální potřebu jejich členů. Do popředí se dostává požadavek na docílení optimální tepelné pohody v domě, oslunění vnitřních prostor, snižování nákladů na provoz domu, snadná údržba a úklid, technické a technologické vybavení domu. K dalším požadavkům patří

zdravotní nezávadnost bydlení, používání atestovaných stavebních materiálů, ochrana proti vlhkosti, opatření proti radonu apod. [2]

Vývojové trendy výstavby rodinných domů bude do budoucna poměrně složité odhadnout. V první řadě půjde o snižování energetických náročností těchto domů. V tomto případě půjde o výstavbu nízkoenergetických domů, které mají kolem 50% spotřeby energie oproti klasickým rodinným domům. Dále o výstavbu pasivních domů, které si vystačí se svou vlastní vyrobenou energií. [2]

Podstatný vliv bude mít také vývoj techniky, elektroniky, informačních technologií a s tím související vybavenost domácností. Pokud se podíváme na 20 až 30letý vývoj veškerých těchto technologií, je patrné, že se tyto technologie budou vyvíjet i nadále a ovlivňovat rodinné domy a bydlení v nich. [2]

2.3 BUDOVY S VELMI NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ

Postupem času se má dosáhnout toho, že všechny novostavby budou realizovány jako budovy s nulovou energetickou náročností (tzv. nulové budovy), nebo budou takové úrovni blízké. Efektivní cestou, jak tyto cíle splnit je stavební řešení s velmi redukovanou potřebou tepla na vytápění a dalších energetických potřeb (chlazení, příprava teplé vody, elektrické energie pro provoz technického zařízení budov a elektrická energie pro užívání budovy, například domácí spotřebiče). Dalším krokem je volba energetických zdrojů s nízkým faktorem energetické přeměny a použití systému produkujících energii z obnovitelných zdrojů v budově nezávisle na aktuální potřebě budovy. [3]

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

2.3.1 Nízkoenergetické budovy

Od 1. 1. 2012 se v České republice nesmí stavět domy s vyšší spotřebou energie než 50 kWh/m^2/rok. Právě tato hodnota definuje nízkoenergetické domy. Tato hodnota se docílí pomocí optimalizace stavebního řešení obálky budovy. Za nízkoenergetickou budovu se považuje budova, která má průměrný součinitel prostupu tepla nejvýše $U_{em} \leq 0,5$ W/(m^{2}K)

a současně nepřekračuje měrná potřeba tepla na vytápění již zmiňovaných $E_A \leq 50$ kWh/m^2/rok. Pro budovy s návrhovou teplotou mimo interval 18 ˚C až 22 ˚C se hodnocení neprovádí. [3]

Nízkoenergetický rodinný dům si tedy vystačí s kvalitními okny, zateplenými obvodovými stěnami a střechou. Nesmí se také zapomenout na orientaci domu vůči světovým stranám, kdy nejvíce oken směřujeme na jih.

2.3.2 Pasivní budovy

Pasivní budovy musí mít minimalizovanou potřebu energie na zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí a také minimalizovanou potřebu primárních energií z neobnovitelných zdrojů na jejich provoz a to díky optimalizovanému stavebnímu řešení a dalším opatřením. Základní informace pasivních budov jsou uvedeny v ČSN 73 0540-2 v aktuálním znění. Základní soubor hlavních sledovaných veličin je uveden v tabulce č. 1. Pasivní rodinný dům je také charakterizován maximálním průměrným součinitelem tepla $U_{em} \leq$ 0,25 W/(m^{2}K) a měrnou potřebou tepla, která nesmí překročit u rodinných domů $E_A \leq 20$ kWh/m^2/rok. Z hlediska neprůvzdušnosti obálky budovy je povinně hodnocenou vlastností těsnost s maximální přípustnou hodnotou $n_{50} = 0{,}6$ h^{-1}. (3, str. 20)

Všeobecně musí pasivní rodinný dům mít co nejjednodušší kompaktní tvar a co nejvíce prosklených ploch orientovaných na jih. Stěny musí být rovnoměrné a všechny jejich spáry utěsněné. Teplo a výměnu vzduchu zajišťuje rekuperační jednotka. Na stěny, které jsou nejméně osluňovány se dávají pouze malá nebo žádná okna. Snažíme se minimalizovat klasické větrání okny. Také musí být minimalizovány prostupy střešním pláštěm, a proto se zpravidla vyžaduje 40 – 60ti cm vrstva tepelné izolace. K jihu orientujeme obytné místnosti. Obvodové zdivo by mělo mít tloušťku tepelné izolace 25 – 40 cm. Podlahy by měly být zatepleny tepelnou izolací tloušťky alespoň 30 cm. Na rozdíl od běžných staveb se u pasivních domů zateplují i základy. [4]

Tabulka č. 1 – Přehled veličin charakterizujících pasivní budovu. ([3], str. 21)

Fyzikální jev, požadavek	**Způsob hodnocení**	
	Podle TNI 73 0329 a TNI 73 0330	**Podle PHPP**
Základní hodnocení		
Prostup tepla	a) součinitel prostupu tepla jednotlivé konstrukce b) součinitel prostupu tepla obálky budovy (průměrná hodnota)	součinitel prostupu tepla jednotlivé konstrukce
Měrný ztrátový tepelný výkon (*heating load*)	Nehodnotí se, do určité míry je nahrazen průměrnou hodnotou součinitele prostupu tepla – veličinou nezávislou na klimatických datech	Atypický výpočet, uvažující nenormové kombinace zimních klimatických podmínek. Vhodnost pro české podmínky je sporná
Měrná potřeba tepla na vytápění	Výpočet měsíční metodou podle ČSN EN ISO 13790	Výpočet měsíční metodou podle ČSN EN ISO 13790, s možností modifikace
Měrná spotřeba primární energie na provoz budovy	Zahrnuje všechny energetické spotřeby kromě uživatelské elektrické energie	Zahrnuje všechny energetické spotřeby včetně uživatelské elektrické energie
Doplňkové hodnocení z hlediska komfortu		
Riziko přehřívání	Normový výpočet pro kritické místnosti podle ČSN EN 13 792	Výpočet (nenormový) stanovující celkovou dobu v roce (vyjádřenou v procentech), kdy není hygienické kritérium splněno. Budova se hodnotí vcelku.
Zajištění dostatečného přísunu čerstvého vzduchu	Slovní hodnocení souladu s předpisy (dostatečné množství čerstvého vzduchu do pobytových místností)	Slovní hodnocení souladu s předpisy (dostatečné množství čerstvého vzduchu do pobytových místností)

2.3.3 Energeticky nulové budovy

Hodnocení energeticky nulových budov předběžně vychází z ČSN 73 0540. Předpokládá se, že energeticky nulové budovy jsou napojeny na běžné energetické sítě. Ze stavebního hlediska musí požadavky splňovat řešení jako pro pasivní budovy. Odlišné je kritérium vyjadřující bilanci spotřeby a produkce energie v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů. Nulový rodinný dům musí tedy splňovat maximální průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} \leq 0{,}25$ W/(m^{2}K) a měrnou potřebu tepla na vytápění $E_A \leq 20$ kWh/m^2/rok. Roční bilance energetických spotřeb a energetické produkce v budově a jejím okolí vyjádřená měrnou hodnotou primární energie z neobnovitelných zdrojů má dvě úrovně hodnocení A a B. Úroveň A do hodnocení zahrnuje energie pro vytápění, přípravu teplé vody, provoz energetických systémů, umělé osvětlení a elektrické spotřebiče. Strojní

chlazení by v těchto domech nemělo být, díky stavebním opatřením, potřebné. Pokud je nutné strojní chlazení realizovat, musí se zahrnout do energetické bilance. V úrovni B se nehodnotí uživatelská elektrická energie. Do bilance je kromě elektrických spotřebičů nutno zahrnout vše výše uvedené. Pro dosažení úrovní pro tyto budovy je nutné větší využití zařízení a systémů pro výrobu energie jak tepelné, tak i elektrické pomocí obnovitelných zdrojů. [5]

3 LEGISLATIVA

Hlavním zákonem zabývajícím se energetickou náročností budov je zákon č.406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů. Na tento zákon také navazují další doplňující předpisy. První takový předpis je vyhláška č.213/2001 Sb. o náležitostech energetického auditu. Její další novelizací byla vyhláška č.425/2004 Sb. Obsah této vyhlášky stanovuje úpravu a výstupy energetických auditů a dále snižování množství spotřebovaných energií v objektu. Dalším doplňujícím předpisem je vyhláška č.148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov. Obsah této vyhlášky se zabývá průkazem energetické náročnosti s veškerými náležitostmi, požadavky na energetickou náročnost a metodou výpočtu stanovení energetické náročnosti budov. Tato vyhláška byla také novelizována a nahrazuje ji vyhláška č.78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, která vešla v platnost od 1.4.2013. [5]

Podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, musí stavba nebo ta její část, která je ve větším rozsahu opravována, splňovat požadavky kladené příslušnými technickými normami. Za větší rozsah opravy konstrukce se považuje 25 a více procent, přičemž toto platí i nasčítané za předchozí období. Při opravě konstrukce alespoň z 25 procent, musí tato konstrukce splňovat maximální hodnoty součinitele prostupu tepla. Většinou tedy dochází k zateplení této konstrukce. Při nesplnění tohoto požadavku může být sankcionována pokuta.

Požadavky na tepelné izolace jsou uvedeny v technické normě ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – požadavky, v aktuálním znění. V normě jsou stanoveny požadavky na tepelné izolace. [6]

3.1 POŽADAVKY NOREM

Nejnižší vnitřní povrchová teplota $\theta_{si,min}$

„Prokazuje se nejnižším teplotním faktorem vnitřního povrchu $f_{Rsi,min}$.“

„Hodnotí riziko vzniku plísní, popř. kondenzace vodních par, na vnitřním povrchu konstrukcí a jejich návazností, u dřevostaveb s maximální opatrností a bezpečností, zohledňující možné změny režimů vytápění v průběhu životnosti budovy.“ [7]

Součinitel prostupu tepla U

„Hodnotí tepelný tok prostupem tepla jednotlivými konstrukcemi na nastavené úrovni (požadované, doporučené a pasivní) – klesají vůči sobě na 2/3předchozí úrovně.“ [7]

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla podle technické normy ČSN 73 0540-2 jsou uvedenyy v tab. č. 3.

Lineární a bodový činitel prostupu tepla ψ_k a χ_j

„Hodnotí navýšení tepelného toku ve spojích konstrukcí nad úroveň samostatného působení konstrukcí na nastavené úrovni (požadované, doporučené, pasivní – klesají vůči sobě na 2/3 předchozí úrovně.“ [7]

Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$

„Hodnotí vhodnost konstrukce pro přímý kontakt s osobou.“ [7]

Kondenzace vodní páry v konstrukci

„Prokazuje se buď vyloučením kondenzace nebo souběžným splněním podmínek pro omezení ročního zkondenzovaného množství M_c a roční bilance kondenzace a vypařování vlhkosti.

Hodnotí riziko vzniku kondenzace vodních par uvnitř konstrukce, popř. její omezení na přípustnou míru danou jednak neohrožením funkce konstrukce (např. nesníží se životnost, únosnost…), jednak zkondenzovaným množstvím (omezení ročního zkondenzovaného množství, jak v absolutním, tak v relativním vyjádření; přitom při uplatnění dřeva a nebo materiálu na bázi dřeva jsou podmínky přísnější) a také příznivou roční bilancí zkondenzované a vypařitelné vlhkosti.“ [7]

Průvzdušnost funkčních spár výplní otvorů

„Prokazuje se součinitelem spárové průvzdušnosti $i_{LV.}$“

„Hodnotí se u funkčních spár měřením ve zkušebních laboratořích (spárová průvzdušnost výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů). U ostatních spár a netěsností se nepřipouští (viz také měření celkové průvzdušnosti budovy).“ [7]

Průvzdušnost obálky budovy

„Prokazuje se celkovou intenzitou výměny vzduchu n50 při tlakovém rozdílu 50 Pa a utěsnění funkčních spár výplní otvorů.

Hodnotí se měřením na provedené budově s utěsněnými funkčními spárami při záměrně zajištěném rozdílu tlaků vzduchu na 50 Pa mezi vnějším a vnitřním prostředím. Obvykle při kolaudaci budovy (hodnotí se tím i vyloučení šíření vlhkosti prouděním vzduchu

napříč konstrukcemi, které může být významnějším zdrojem vnitřní vlhkosti v konstrukcích, než zkondenzovaná vlhkost).“ [7]

Výměna vzduchu v místnostech

„Prokazuje se intenzitou výměny vzduchu n. “

Hodnotí se výměna vzduchu v místnostech nebo vnitřních prostorách podle jejich účelu (za tlakových podmínek odpovídajících běžnému provozu a při provozní těsnosti funkčních spár).“ [7]

Tepelná stabilita místnosti v zimním období

„Prokazuje se poklesem výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_v(t)$. “

„Hodnotí chování kritické místnosti (vnitřního prostoru) při chladnutí poklesem výsledné teploty na konci topné přestávky (v čase t).“ [7]

Tepelná stabilita místnosti v letním období

„Prokazuje se nejvyšší denní teplotou vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,}$, popřípadě nejvyšším denním vzestupem teploty vzduchu v místnosti v letním období $\Delta\theta_{ai,max.}$“ [7]

Prostup tepla obálkou budovy

„Prokazuje se průměrným součinitelem prostupu tepla U_{em}. “

„Hodnotí stavební část budovy (bez technických soustav) z hlediska tepelných toků obálkou budovy, prostupem na nastavené úrovni (požadované, doporučené, pasivní – klesají vůči sobě cca na ¾ předchozí úrovně).“ [7]

Tabulka č. 2 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. [8]

Popis konstrukce	**Součinitel prostupu tepla** (W/(m².K))		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 [1]	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 [1]	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přiléhá k zemině [4], [6]	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,5	0,38 až 0,25
Stěna mezi sousedními budovami [3]	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	2,7	1,8	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 [2]	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 [7]	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9

Poznámky

[1] Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31. 12. 2012 připouští hodnota 0,38 W/(m²·K).

[2] Nejpozději do 31. 12. 2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m²·K).

[3] Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zjišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni.

[4] V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru.

[5] Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy.

[6] Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (tj. bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370.

[7] Nejpozději do 31. 12. 2012 se připouští hodnota 1,5 W/(m²·K).

Tabulka 3. Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 až 22 °C včetně

4 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

Energie spotřebovaná při provozu budovy má více než třetinový podíl na celkové spotřebě primární energie. Při rekonstrukci stávajících objektů, je nutné provádět opatření, která mají vliv na prodloužení životnosti rekonstruovaného objektu, ale také na úspory energií spojených s jeho provozem. Na základě těchto požadavků vznikla vyhláška č.148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov. Tato vyhláška je nahrazena od 1.4.2013 vyhláškou č.78/2013 Sb. Vyhláška stanovuje požadavky na spotřebu energií, které jsou spojeny s provozem budovy a způsobu jejich hodnocení. V souladu s vyhláškou se neprovádí pouze nově budované objekty, ale je také potřeba dodržovat tyto zásady při rekonstrukcích. U stávajících objektů je podstatné skutečné množství spotřebované energie pro stanovení energetické náročnosti a to zejména energie na vytápění, ohřev teplé vody, osvětlení, klimatizace či chlazení. [5]

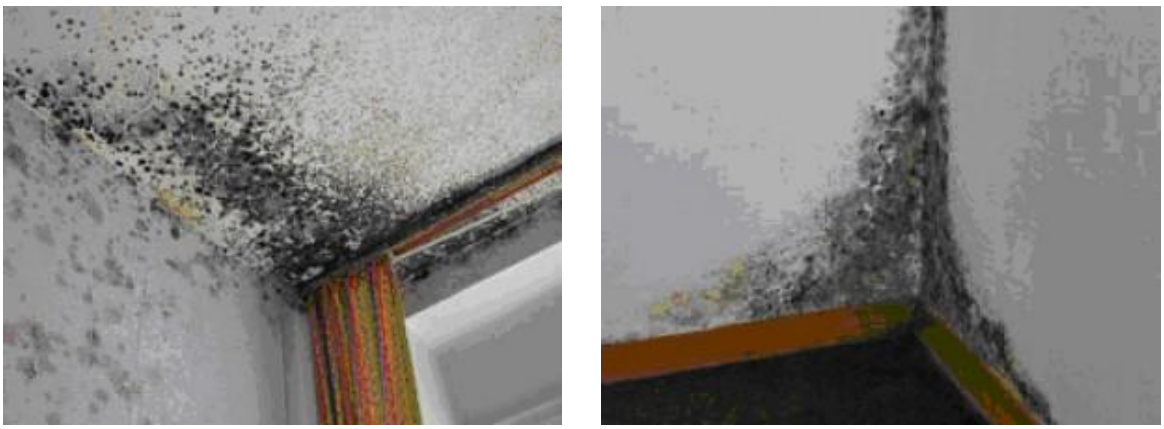
4.1 TEPELNÉ ZTRÁTY

Tepelná ztráta je okamžitá hodnota tepelné energie, která z domu uniká prostupem tepla a větráním. Tato hodnota musí být vypočtena na extrémní venkovní podmínky podle polohy objektu, které jsou v České republice -12˚C, -15˚C a -18˚C. Tyto teploty jsou určeny na základě dlouhodobých meteorologických měření. Pokud venkovní teplota klesne pod tyto návrhové hodnoty, jsou akumulační schopnosti domu a jeho vybavení tyto extrémní výchylky přenést. Na tepelné ztráty se musí navrhnout zdroj tepla pro vytápění a nadimenzovat otopná soustava. Pro potřebný výkon zdroje tepla můžeme vypočítat tepelnou ztrátu celého objektu. Pro stanovení jednotlivých výkonů otopných těles musíme vypočítat tepelnou ztrátu jednotlivých místností. Správný návrh výkonu zdroje tepla nám může ušetřit jak investiční, tak i provozní náklady. Tepelné ztráty vznikají prostupem střechou, stropem, obvodovými stěnami, výplněmi otvorů, podlahou, nevytápěnými prostorami a větráním. Podíl tepelných ztrát je závislý na tepelně technických vlastnostech ochlazovaných konstrukcí a kvalitě otvorových výplní. Procentuální podíl úniku tepla jednotlivými konstrukcemi je patrný z obrázku č. 1. [9]

Obr. č. 1 – Procentuální podíl tepelné ztráty obálkou budovy [9]

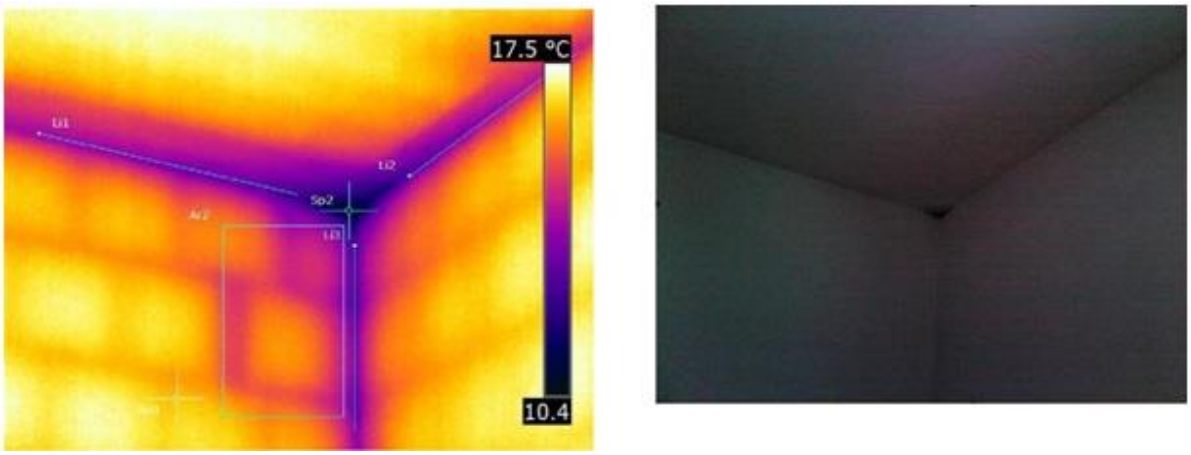
4.1.1 Tepelné mosty

Tepelný most je místo, kde je izolační schopnost konstrukce oslabena. Typický příklad může být železobetonový překlad, který vede teplo mnohem lépe než okolní zdivo, z čehož je patrné, že v tomto místě konstrukce rychleji prochládá a to má za následek vznik kondenzace vlhkosti a vznik plísní. Další obvyklé tepelné mosty jsou tvořeny například železobetonovým stropním věncem, podlahovými deskami, balkóny a lodžiemi. Podobným případem může být tepelná vazba v místě napojení dvou konstrukcí, například roh místnosti. Těchto problematických míst se můžeme zbavit zateplením. [10]

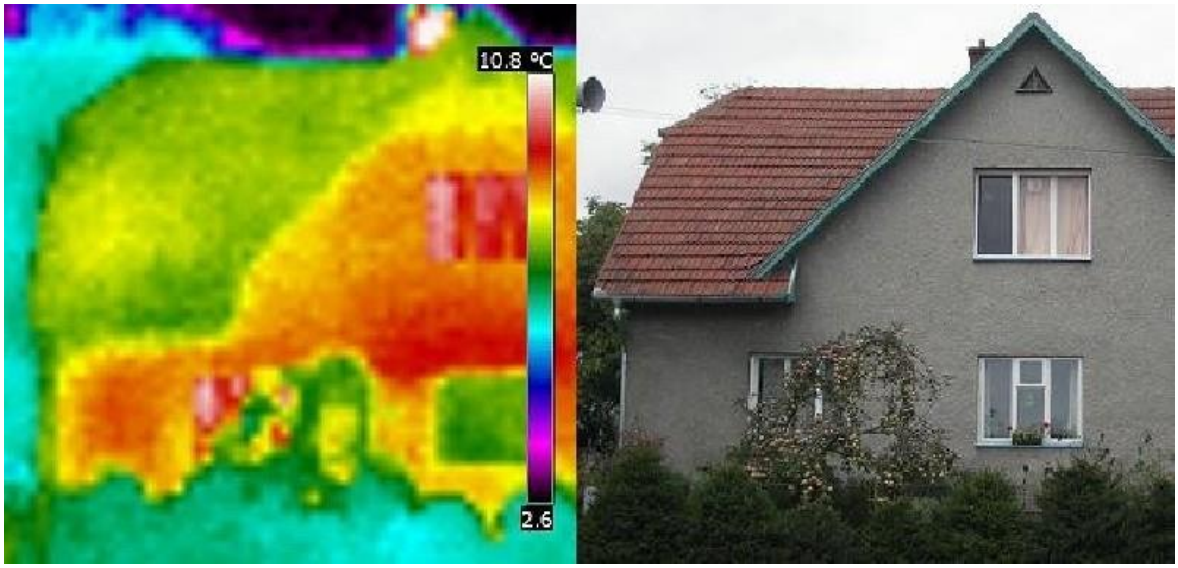


Obr. č. 2 – Kondenzace vlhkosti způsobená tepelným mostem. [11]

Obr. č. 3 – Důsledky zatékání do konstrukce [12]



Obr. č. 4 – Detail tepelného mostu ve styku 3 zvenku ochlazovaných konstrukcí. [13]



Obr. č. 5 – Viditelné úniky tepla pomocí měření termokamerou [14]

Je třeba dbát i na nutnou hygienickou výměnu vzduchu. Nedostatečná výměna vzduchu může mít za následek stejný vznik vodní páry jako u tepelných mostů. Tento fakt se ale v praxi z velké části podceňuje.

4.2 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY (EŠOB)

Pojem je jednoznačně vymezen v technické normě ČSN 73 0540-2 tepelná ochrana budov – požadavky. V současnosti je platná poslední verze z roku 2011, včetně změny z dubna roku 2012. Pojem se v technické normě vymezuje takto: [15]

„Energetický štítek obálky budovy a protokol k němu jsou přehledné technické dokumenty, kterými lze doložit splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy.“ [15]

Je tedy zřejmé, že samotný energetický štítek obálky budovy nevypovídá o celkové energetické náročnosti budov, ale pouze o stavebních konstrukcích, které oddělují budovy od venkovního prostředí. [15]

Energetický štítek se hodnotí na základě průměrného součinitele prostupu tepla U_{em}. Budova se podle U_{em} zatřídí do příslušné kategorie od velmi úsporné (A), až po mimořádně nehospodárné (G). Povinnost vypracovat EŠOB je nutné u převážné většiny budov. Hodnota průměrného součinitele tepla U_{em} musí být nižší nebo rovna hodnotě požadovaného průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N}$. [15]

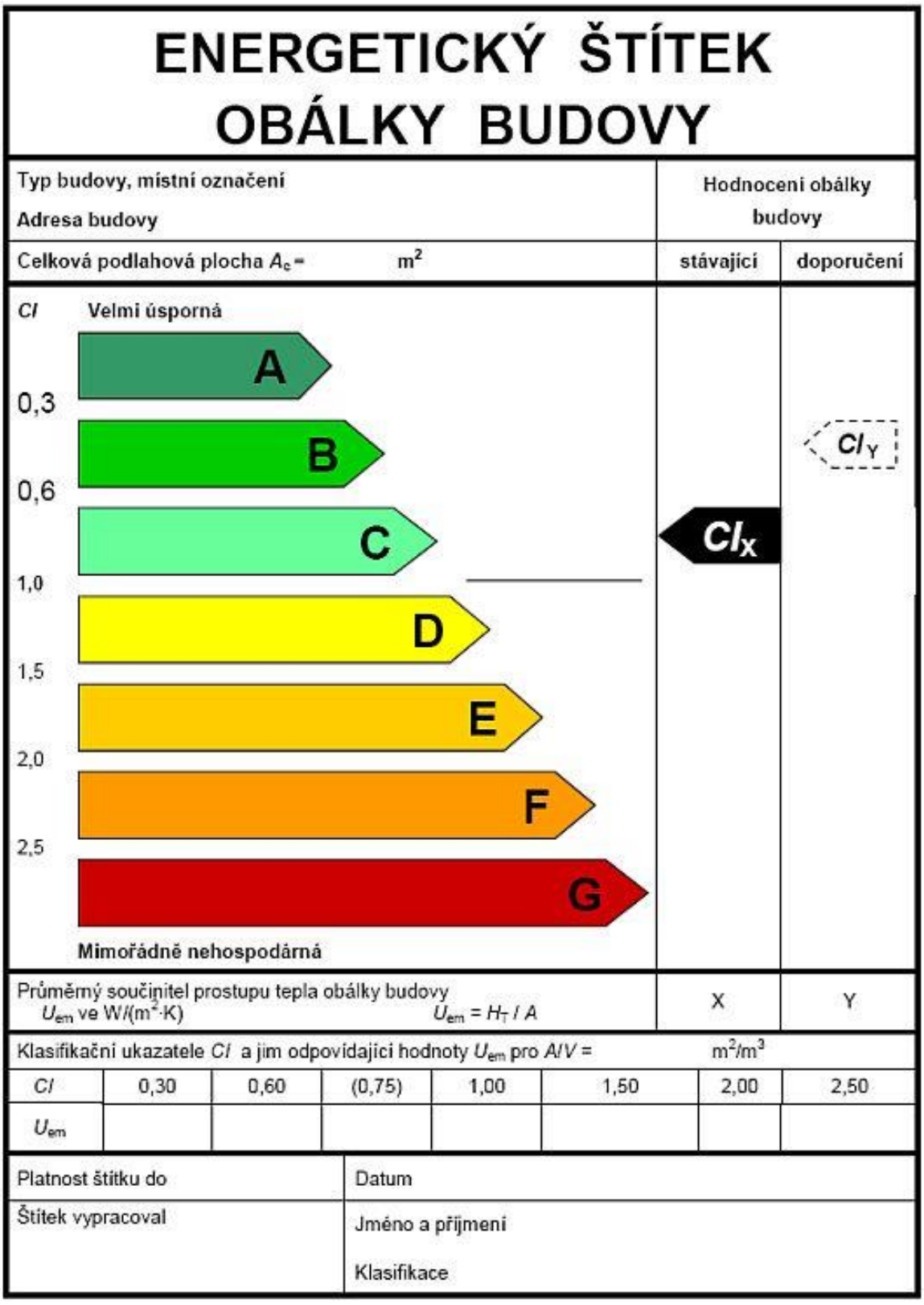
Způsob vyhodnocení

EŠOB je vyhotoven ze dvou částí, kterými jsou grafická část, viz obr. č. 6 a protokol k energetickému štítku obálky budovy. Obsah je detailně popsán v příloze normy ČSN 73 0540-2.

Tabulka č. 3 – Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy [16]

Tabulka C.1 – Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Kód barvy (CMYK)	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m^2·K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel *CI*
A	X0X0	$U_{em} \leq 0{,}3 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	⇦ 0,3
B	70X0	$0{,}3 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0{,}6 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	⇦ 0,6
C	30X0	$0{,}6 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	**Vyhovující**	⇦ 1,0
D	00X0	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 0{,}5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	Nevyhovující	⇦ 1,5
E	03X0	$0{,}5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s}) \leq U_{em} < U_{em,s}$	Nehospodárná	⇦ 2,0
F	07X0	$U_{em,s} < U_{em} \leq 1{,}5 \cdot U_{em,s}$	Velmi nehospodárná	⇦ 2,5
G	0XX0	$U_{em} > 1{,}5 \cdot U_{em,s}$	Mimořádně nehospodárná	



Obr. č. 6 – Grafické znázornění energetického štítku obálky budovy. [16]

4.3 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV (PENB)

Průkaz energetické náročnosti budov nám stanovuje vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Jedná se o prováděcí vyhlášku k zákonu č. 318/2012 Sb., kterou se mění původní zákon č. 406/2000 Sb. Vyhláškou č. 78/2013 Sb. došlo k nové metodice vypracování energetických průkazů a také k novému grafickému znázornění. Další velkou změnou je nárůst případů, kdy vzniká povinnost mít průkaz energetické náročnosti budovy zpracován. Jedná se o tyto případy:

- Novostavby objektů, ve kterých se předpokládá trvalý pobyt osob.
- Rekonstrukce objektů s podlahovou plochou převyšující 50 m^2.
- Prodej nemovitostí, kupujícímu musí být poskytnuta informace o třídě energetické náročnosti. Tyto informace musí být uvedeny také v inzerci a nabídce realitních kanceláří.
- Pronájem nemovitosti jako celku.
- Prodej bytové jednotky nebo jiné ucelené části budovy. V takových případech stačí mít vypracovaný průkaz pro celý objekt.
- V případě pronájmu bytové jednotky nebo částí budovy, bude povinnost mít vypracovaný průkaz až k 1.1.2016
- Pro program Nová zelená úsporám je také povinnost mít vypracovaný tento průkaz.

Průkaz energetické náročnosti se nemusí vypracovávat v těchto případech:

- Stavba, která má podlahovou plochu do 50 m^2.
- Výrobní budovy v průmyslových areálech, provozovny a neobytné zemědělské budovy.
- Budovy pro rekreaci.
- Budovy pro náboženské účely. [17]

PENB má dvě strany a je z něj možné vyčíst více údajů, než bylo podle předchozí vyhlášky. V grafickém zpracování je část podílu energonositelů na dodanou energii. Podle tohoto ukazatele je možné stanovit výši výdajů na provoz dané nemovitosti. [17]

Vyhláška č.78/2013 Sb. konkrétně stanovuje:

- Optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost budovy pro nové budovy, větší změny dokončených budov a pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie.
- Metodu výpočtu energetické náročnosti budovy.

- Posouzení alternativních systémů dodávky energie.
- Stanovuje posouzení doporučených opatření, které vedou ke snížení energetické náročnosti budovy.
- Vzor a obsah průkazu a způsob vypracování.
- Umístění průkazu v budově.

Referenční budova

Hlavní změna výpočtu spočívá v zavedení pojmu referenční budova. Dříve nám stačilo stanovit měrnou spotřebu energie na celkovou podlahovou plochu pro daný typ objektu. Na základě stanoveného rozmezí hodnot se provedlo zatřídění do energetické třídy. Z tohoto zatřídění nám vyplývalo, zda je objekt vyhovující. Nyní se zařazení do energetické třídy provádí pomocí porovnání s referenční budovou. Referenční budova je naprosto totožná s posuzovaným objektem, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejich konstrukcí a technických systémů budovy. Referenční hodnoty jsou požadované hodnoty stanovené v aktuálně platných technických normách. Referenční budova tedy představuje vyhovující třídu C. Budovy, které spadají do horší energetické třídy D - G jsou z energetického hlediska jako nevyhovující. Zařazení do jednotlivé třídy se provede na základě násobku referenční budovy. Podrobněji viz tab. č. 4. [17]

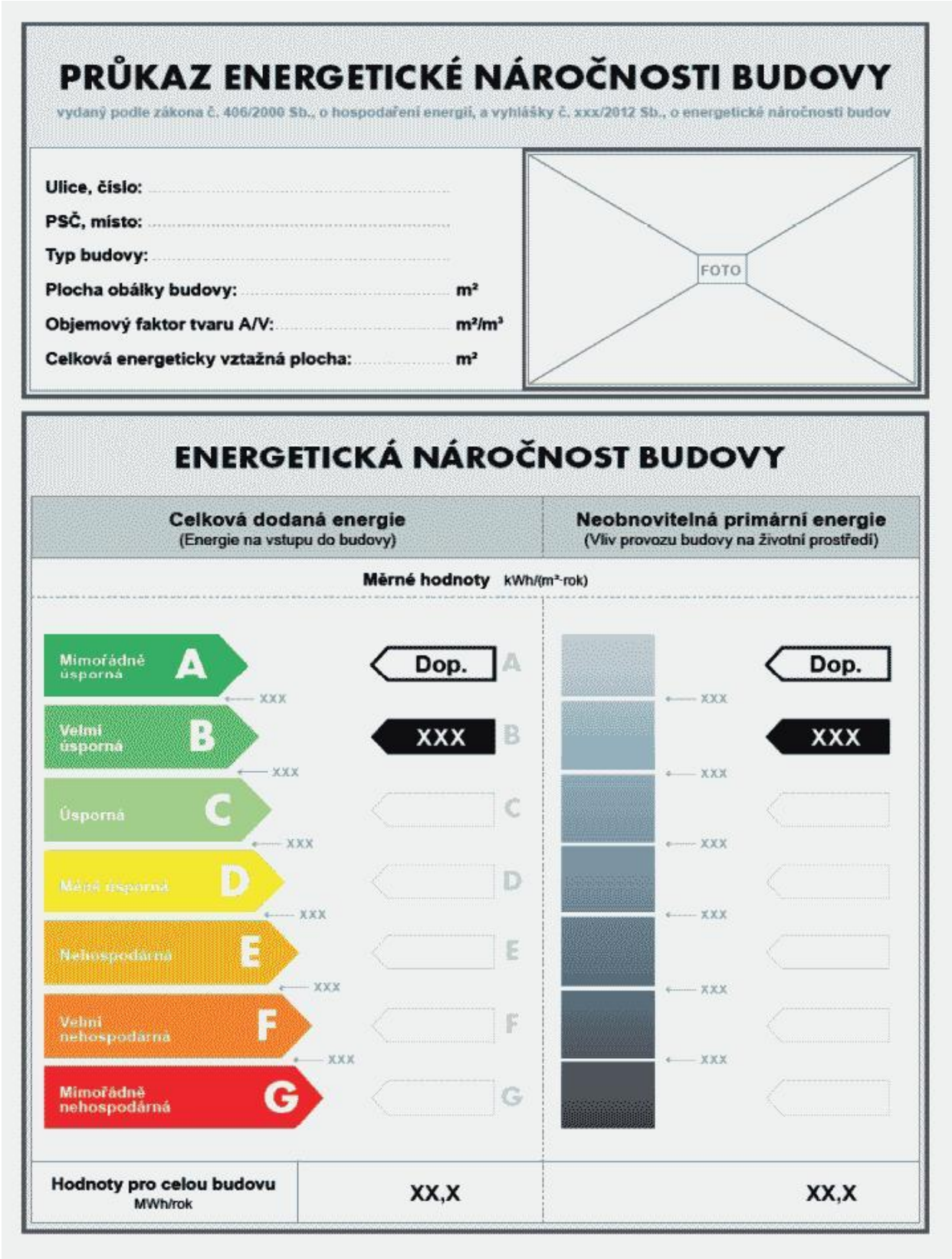
Tabulka č. 4 – Zařazení do jednotlivých tříd na základě násobku hodnoty budovy referenční [17]

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

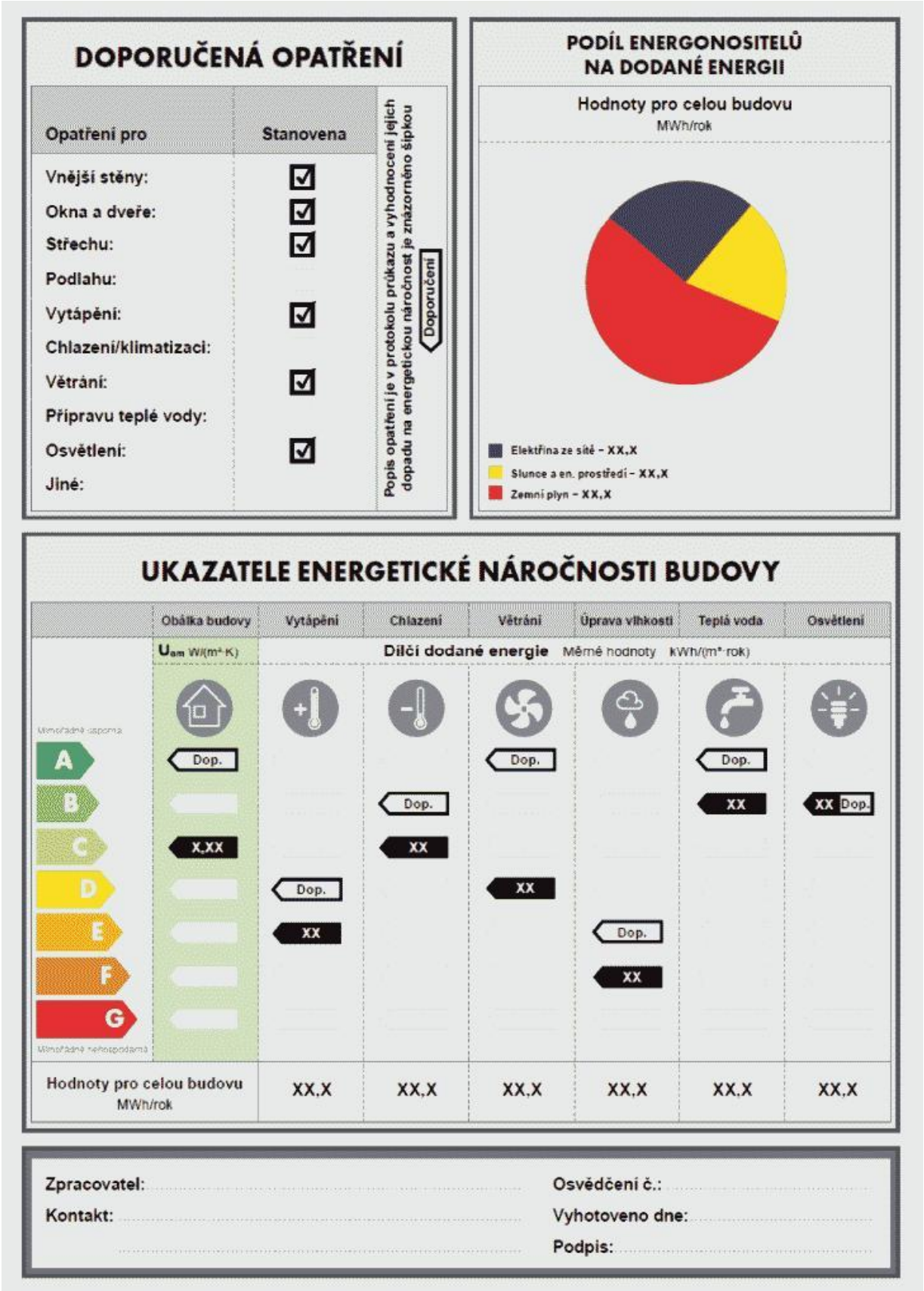
V rámci výstupu PENB přibude více ukazatelů energetické náročnosti budovy, konkrétně se jedná o následující:

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

Všeobecně tedy můžeme průkaz energetické náročnosti budovy charakterizovat jako průkaz hodnotící budovu z hlediska spotřeby všech energií. Slouží k porovnání jednotlivých budov jak z hlediska spotřeby energie, tak i jako informace pro kupující o budoucí spotřebě energií a tedy i nákladech na provoz. Výsledkem průkazu je jednoduché grafické znázornění celkové dodané energie do budovy a jejich procentuální zastoupení. Součástí průkazu zpravidla bývá i návrh doporučených opatření, který povede ke snížení spotřeby energie v budově, tedy k úsporám. Platnost průkazu je 10 let a musí být vypracovaný energetickým expertem, který je zapsán v seznamu vydaném Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR. Grafické znázornění PENB je na obr. č. 7 a 8. [17]



Obr. č. 7 - Grafické znázornění PENB 1. strana [18]



Obr. č. 8 - Grafické znázornění PENB 2. Strana [18]

4.4 ENERGETICKÝ AUDIT (EA)

Cílem energetického auditu je nalézt možné energetické úspory a stanovit opatření k odstranění nedostatků v hospodaření s energií. Z navržených opatření je třeba zvolit ekonomicky nejvýhodnější variantu k zajištění optimální spotřeby energie. [19]

V energetickém auditu se vypracují minimálně dvě varianty opatření, díky kterým dojde k úspoře energie. V závěru se doporučí varianta, která nejlépe vyhovuje zadaným požadavkům. V energetickém auditu je přehled úspor, kterých může být při zvolení správného opatření docíleno. [19]

Povinnost vypracovat energetický audit je stanovena zákonem č. 406/2000 Sb., náležitosti energetického auditu jsou dány prováděcí vyhláškou č. 480/2012 Sb. Energetický audit je určen pro již zrealizované objekty, protože jde o porovnání spotřeby minimálně za tři po sobě jdoucí roky. [19]

Podklady pro energetický audit jsou odborně nashromážděné údaje, jako jsou účty za energie a vodu, uživatelské vlivy, provoz budovy a zanedbaná údržba. [19]

4.5 NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM

Od začátku dubna 2014 se znovu rozběhlo čerpání dotací zelená úsporám s názvem „Nová zelená úsporám“. Žádosti je možné podávat od 1. 4. 2014 do 31. 10. 2014 a to buď před zahájením, v průběhu nebo po ukončení realizace podporovaných opatření, která proběhla po 1. 1. 2013. Jde o dotační program Ministerstva životního prostředí ČR administrovaný Státním fondem životního prostředí ČR, který je zaměřený na úspory energie a efektivní využití zdrojů energie staveb. Cílem tohoto programu je snížení emisí skleníkových plynů prostřednictvím snížení energetické náročnosti budov, podpory výstavby domů s velmi nízkou energetickou náročností a efektivním využitím zdrojů energie. [20]

Nová zelená úsporám se člení na tři základní oblasti podpory. První je snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů. Druhou oblastí je výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností. Třetí oblast se týká efektivního využití zdrojů energie, to znamená, zdrojů tepla. [20]

Program je určen pouze pro vlastníky a stavebníky rodinných domů, kteří chtějí realizovat opatření, které povedou ke snížení energetické náročnosti budov nebo na efektivní využívání zdrojů energií v budovách. [20]

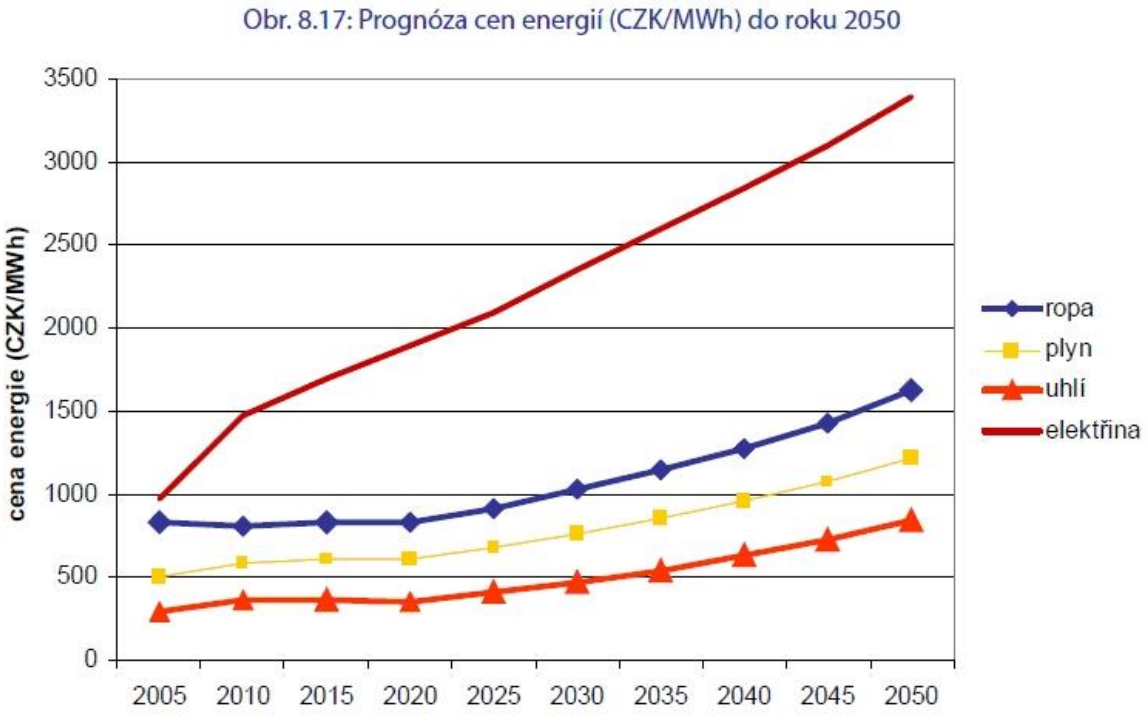
Pro první oblast čerpání dotací se jedná o zateplení stávajících rodinných domů. Zde platí, že výše získané podpory bude záviset na rozsahu a kvalitě prováděných opatření. Tedy čím nižší energetická náročnost budovy po realizaci zateplení, tím bude vyšší dosažená míra podpory. Podpora je rozdělena do tří hladin. Dle rozsahu provedených opatření je podpora maximálně 30 %, 40 % nebo 55 % z celkových uznatelných nákladů na provedení zateplení. V případě, že zdroj tepla na vytápění rodinného domu je na tuhá paliva nebo vyjmenovaná kapalná fosilní paliva, je nutné pro poskytnutí dotace povinná výměna tohoto zdroje za ekologický zdroj. [20]

5 CENY ENERGIÍ

Jako jeden z hlavních důvodů zateplování je v dnešní době cena paliv a energií, který stále častěji vede majitele k zateplování svých domů. Nejvhodnější je provést zateplení celého domu i s výplněmi otvorů, než jen části domu. Zateplením celého domu dojde k výraznému zlepšení tepelně technických vlastností a rapidně poklesnou provozní náklady na vytápění. Také se zkrátí topná sezóna. Na jaře a na podzim nebude nutné topit tak často, jako doposud.

Velký rozdíl je také v tom, v jaké lokalitě se rekonstrukce provádí. Ceny energií se v jednotlivých lokalitách liší. Je tedy možné, že v různých lokalitách bude výhodnější použít pro stejný objekt jinou variantu zateplení.

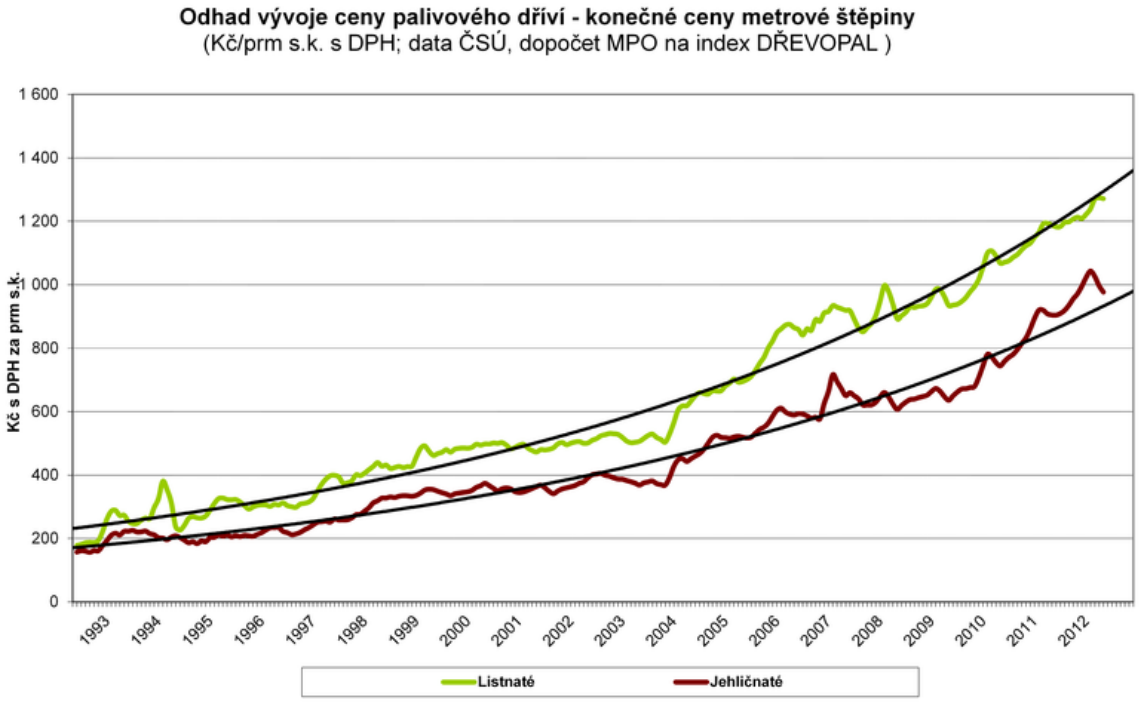
Podle statistických údajů se dá předpokládat, že cena jednotlivých paliv poroste tak, jak doposud. Prognóza vývoje cen energií je znázorněna na obr. č. 9. Na zvyšování cen paliv má vliv také rostoucí DPH. [22]



Obr. č. 9 – Prognóza cen energií do roku 2050 (CZK/MWh). [21]

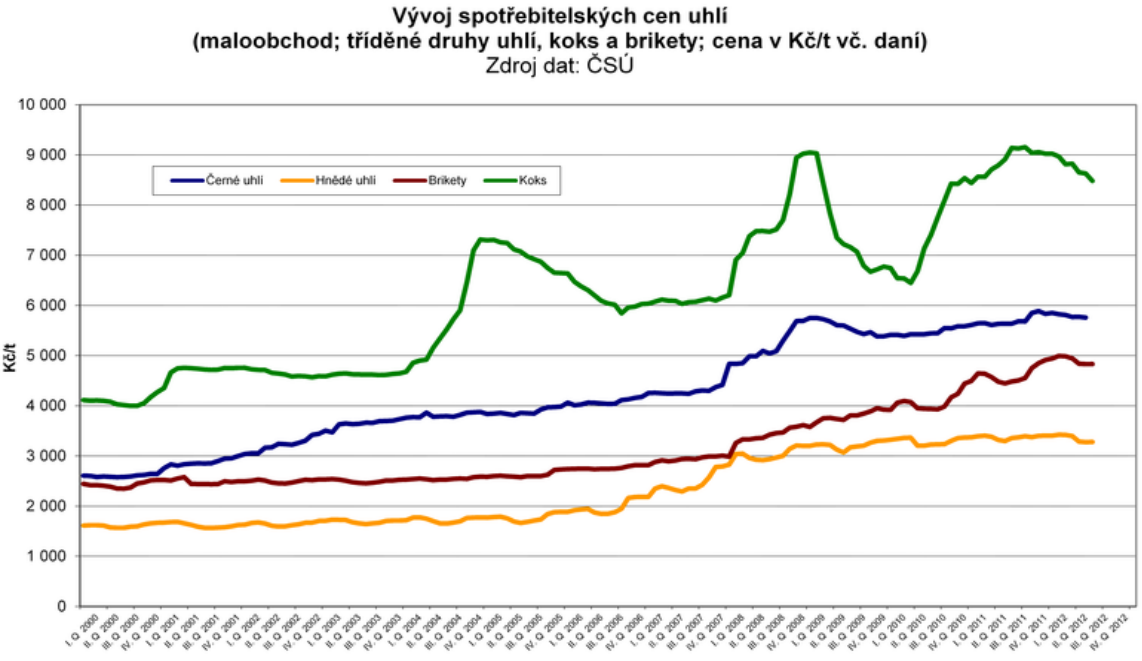
V návaznosti na uvedený graf je možné vypozorovat, jak se ceny jednotlivých paliv vyvíjely za posledních pár let. Například u ceny dřeva je vidět, jak v uplynulých letech

dramaticky vzrostla. Z 200 Kč v roce 1993 na 1.300 Kč za prostorový rovnaný metr tvrdých štěpin v současné době. Ceny palivového dříví jsou patrné z obr. č. 10. [23]



Obr. č. 10 – Vývoj ceny palivového dříví – metrové štěpiny. [23]

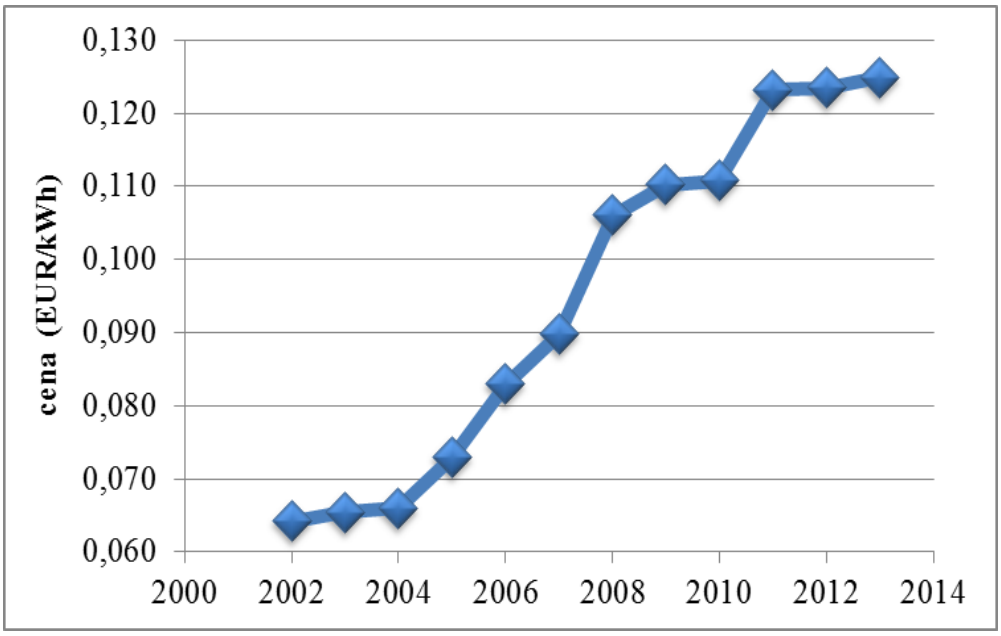
Podobný nárůst je možné také vidět u dalšího oblíbeného paliva v českých domácnostech, kterým je uhlí. Ceny uhlí se, dle obr. č. 11. od roku 2000 v průměru téměř zdvojnásobily. [23]



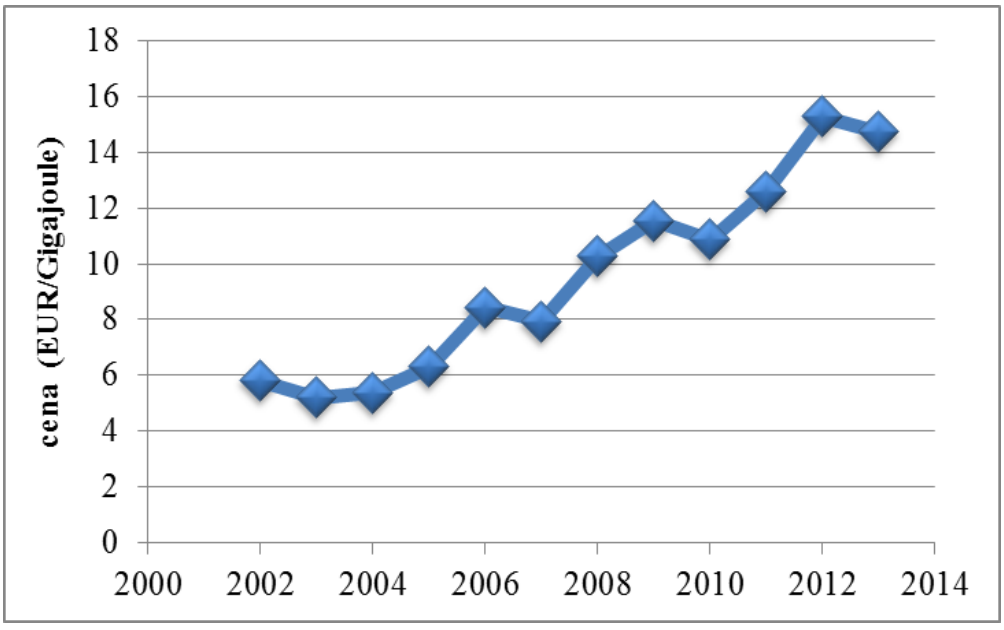
Obr. č. 11 – Vývoj spotřebitelských cen uhlí. [23]

I když za poslední rok dochází ke zlevňování elektrické energie, je její nárůst cen i tak oproti roku 2000 více jak 100 %. Podrobný vývoj cen elektrické energie pro domácnosti je patrný z grafu č. 1. Podobně je to také s nárůstem ceny u zemního plynu, kde od roku 2000 jde o nárůst téměř 200 %. Vývoj cen zemního plynu pro domácnosti je znázorněn v grafu č.2. [23]

Graf. č. 1 – Vývoj cen elektřiny pro domácnost z databáze Eurostatu v EUR/kWh



Graf. č. 2 - Vývoj cen plynu pro domácnost z databáze Eurostatu v EUR/Gigajoule



6 DRUHY TEPELNÝCH IZOLACÍ

„Izolace jsou jednou ze základních součástí stavby, neobejdeme se bez nich. Jejich vhodným výběrem i aplikací významným způsobem ovlivníme úroveň kvality celého objektu. Ovšem od doby, kdy byla k dispozici skelná vata na jedné a IPA na druhé straně, uplynulo mnoho vody. Dnes pro každý účel existuje mnoho variant, z nichž si musíme umět vybrat.“[24]

Pokud se začneme zabývat tepelnými izolacemi od počátku, zcela jistě se bude jednat o přírodní druhy tepelných izolací, jako jsou například seno nebo sláma. V 60. letech se začaly objevovat plasty, které se ve velké míře začaly uplatňovat u spodní části budov. Dnes jednoznačně patří i mezi nejpoužívanější tepelné izolace. Podle materiálu můžeme tepelné izolace dělit na pěnové materiály, minerální vláknité materiály a rostlinné materiály. [25]

6.1 EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN - XPS

„Tento typ polystyrenu je dražší než pěnový polystyren. Má lepší mechanické vlastnosti, zejména má uzavřenou buněčnou strukturu. Proto je nenasákavý. Od pěnového polystyrenu se pozná tak, že se při rozlomení nedrolí na jednotlivé kuličky, ale má stejnorodou strukturu vzduchových bublinek (obdobně jako pěnový polyuretan, tedy např. molitan.“ ([25], str.76)

6.2 PĚNOVÝ POLYSTYREN – EPS

„Je u nás vedle minerálních vln nejrozšířenějším tepelně izolačním materiálem, který vyhrává především cenou. Vyrábí se dvěma způsoby. První z nich je vypěňování do forem. Tento materiál má většinou uzavřenou buněčnou strukturu, a proto je velmi málo nasákavý. Obvykle bývá pevnější než pěnový polystyren řezaný z bloků a také dražší. Od pěnového polystyrenu řezaného z bloků se obvykle pozná tak, že má na povrchu plastický název výrobku firmy, která jej vyrobila nebo alespoň znatelný výstupek vzniklý nedokonalým spojením jednotlivých dílů formy.“ ([25], str.76)

„Druhým typem pěnového polystyrenu je nejznámější výrobek tohoto druhu, a sice pěnový polystyren řezaný z vypěněných kvádrů. Tento materiál má několik nepříznivých vlastností, pro něž se o něm traduje, že se časem ztrácí. To jsou však pouze laická vyjádření důsledků těchto vlastností. První z nich je smršťování do původního nenapěněného stavu. Tato tvarová změna je závislá na teplotě a na čase, která uplynula od výroby.“ ([25], str. 76)

„Při běžných teplotách (výrobce uvádí 85˚C, já bych byl opatrnější a raději je zatěžoval maximální teplotou 70˚C) se tento proces zastaví po několika týdnech. Objemově stabilizovaný pěnový polystyren je tedy ten, který po vypěnění ležel určitou dobu ve skladu a teprve potom byl rozřezán na desky. Jeho druhou nepříznivou vlastností je, že snáší pouze omezenou teplotu. Výrobce uvádí 85˚C. Poslední nepříznivou vlastností je, že je rozpustný organickými rozpouštědly. Kde tyto vlivy nejsou, není třeba se obávat, že by se v průběhu doby tento materiál „ztratil“. Nedoporučuji jej používat pro zateplování velmi tmavých fasád orientovaných ke slunečnímu záření a dále například na tepelnou izolaci atiky a parapetů.“ ([25], str. 76)

6.3 MINERÁLNÍ VLNA

„Jedná se u nás vedle pěnového polystyrenu o nejrozšířenější tepelně izolační materiál. Vyrábí se z různých hornin tavením na velmi slabá vlákna a dalším lisováním do příslušných výrobků. Jako prvotní surovina se obvykle používá čedič (kamenná vlna), či křemen a další sklotvorné příměsi (skelná vlna). Předností těchto materiálů je nízký difuzní odpor, dále lehká tvarovatelnost a odolnost proti vysokým teplotám. Existuje široký sortiment *výrobků z těchto materiálů a každý má specifické vlastnosti podle určení, kam se výrobek používá. Je proto nutné přesně vědět, jaké obchodní označení má který výrobek a na co je vhodný. Záměna materiálu může vést ke ztrátě jeho vlastností.“* ([25], str. 76, 77)

6.4 PĚNOVÝ POLYURETAN

„Je to velmi účinná tepelná izolace. Může být použit ve formě měkké polyuretanové pěny (molitanu) nebo tvrdé polyuretanové pěny. Ve stavebnictví se používá téměř výhradně tvrdá polyuretanová pěna (PUR). Používá se buď v deskách či různých tvarovkách, nebo je možné ji koupit jako jednosložkovou či dvousložkovou hmotu pro aplikaci na místě. Objemová hmotnost je obvykle od 35 do 120 kg/m^3. Běžně snáší teploty od -50˚C do +130˚C. Materiál je odolný většině rozpouštědlům, kyselinám, louhům. Nesnáší UV záření a je nutné jej před tímto zářením chránit.“ ([25], str. 5, 76)

6.5 PĚNOVÝ POLYETYLÉN

„Tento materiál je poměrně drahý. Jeho hlavní výhodou oproti ostatním materiálům je to, že je ohebný. Je také nenasákavý. Používá se proto hlavně jako tepelná izolace potrubí nebo v slabých tloušťkách (2 mm) jako pružná podložka pod plovoucí podlahy. Použitelný je od -40˚C do +80˚C.“ ([25], str. 77)

6.6 CELULÓZA

„Tato tepelná izolace se vyrábí ze starého papíru. Při její výrobě je důležitý takový postup, který co nejméně porušuje buničitá vlákna, jinak má hmota větší objemovou hmotnost a tím i nižší tepelně izolační účinek. U nás je známá pod názvem Climatizér plus, neboť pod tímto názvem se u nás začala vyrábět. Výrobek je impregnovaný boraxem a kyselinou boritou proti hoření a proti biologickému napadení. Použitelnost této izolace je v rozmezí -50˚C až +105˚C.“ ([25], str. 77)

„Výhodou tohoto materiálu je jeho nízká cena, zpracování foukáním na místě a často i jeho vysoká nasákavost, i když se u tepelných izolací obvykle snažíme o to, aby se jednalo o suché nenasákavé materiály.“ ([25], str. 77)

6.7 PERLIT

„Vyrábí se z perlitů, což jsou horniny expandované zahřátím na vysokou teplotu. Tím dojde k uvolnění vázané vody, která způsobuje její napěnění. Jde tedy o čistě přírodní materiál, jenž snáší vysokou teplotu. Je vodou nasákavý. Proto může být použit pouze tam, kde se žádná voda, ani kondenzovaná, nevyskytuje. Objemová hmotnost se pohybuje od 100 do 250 kg/m^3. Je možné z něj vyrábět beton nebo maltu pro zdění i omítání. Jejich fyzikální hodnoty pak závisí na složení použité směsi.“ ([25], str. 77)

6.8 DESKY Z DŘEVITÉ VLNY A CEMENTU

„Tyto desky jsou u nás známé pod názvy Heraklit a Lignát. K tomuto materiálu mají dobrou přilnavost klasická stavební pojiva, tedy malta a beton. Desky jsou poměrně tuhé a pro tuto vlastnost se kombinují s jinými méně pevnými tepelnými izolacemi – pěnovým polystyrenem a deskami z minerální vlny.“ ([25], str. 77)

6.9 KERAMZIT

„Keramzit je obdobně jako perlit vyráběný expandací z přírodních surovin – jílů. Snáší velmi vysoké teploty až 1050˚C, má velkou pevnost v tlaku. Používá se i jako lehčivo do betonů. Může se s jeho pomocí vyrobit i předpjatý lehčený beton, což je český světový unikát.“ ([25], str. 78)

7 VÝPLNĚ OTVORŮ

Výměna výplní otvorů je u starých domů velmi důležitá. Každý jistě zná, jak je to se starými okny. I když zrovna nevětrá, přes okno táhne, jako by bylo pootevřené. Těmito starými okny pak odchází velké množství tepla, které za nemalé peníze do objektu dodáváme. Při správné výměně starých oken a dveří za nové, moderní okna s izolačním dvojsklem nebo trojsklem, můžeme na vytápění ušetřit několik tisíc korun ročně. [26]

Výměna výplní otvorů se projeví i citelným zvýšením zvukové izolace oken, úsporou času při údržbě. Různými bezpečnostními prvky je možné zmírnit riziko úrazu při rozbití okna nebo zamezit vloupání. Při výměně mohou ale nastat různé problémy, které se většinou objeví až po uplynutí záruční doby. Většinou se jedná o výrobní chyby nebo o chyby při nedodržení technologického postupu montáže. Při výměně by se nemělo zapomínat ani na nutnost zateplení ostění a parapetu okna zvenčí. [26]

Pokud proběhne pouze výměna výplní bez zateplení domu, musí se dát pozor na místa, kde se může srážet vodní pára. Kondenzace hrozí u domů s dřevěnými trámy, kde může klidně špatná výměna oken vést po 10 až 15 letech k propadnutí stropu. Kondenzace dále hrozí na stěnách, v rozích místností nebo za nábytkem, kde se po výměně mohou začít objevovat plísně. [26]

8 ZATEPLOVÁNÍ RODINNÝCH DOMŮ

8.1 DŮVODY K ZATEPLENÍ RD

Je mnoho důvodů, proč se v dnešní době stále více zateplují staré i nové domy, ať už z hlediska zpřísňování požadavků na jednotlivé konstrukce, nárůst cen energií, nebo prodlužování životností staveb. Nejčastějšími důvody zateplení jsou:

8.1.1 Tepelná úspora

Základním důvodem zateplování budov je zvýšení odporu obvodových stěn a zabránění unikání tepla těmito konstrukcemi. Kvalitním zateplením obvodových stěn lze úspory na vytápění snížit až o 50 % oproti nezateplenému stavu. [27]

8.1.2 Bezpečná investice

Jedná se o jednorázovou investici, kterou zaplatíme při realizaci zateplení, ale na druhou stranu se nám trvale sníží spotřeba energie na vytápění. Je ale nutné spočítat, aby vynaložená investice nebyla vyšší než úspora energie za dobu životnosti zateplení. Zpravidla jde o výhodnou a trvalou investici s dobou návratnosti 6 a více let, podle použité tloušťky izolace a druhu energie, kterou rodinný dům vytápíme. Vzhledem k neustálému růstu cen energií se bude doba návratnosti zkracovat. [28]

8.1.3 Ochrana nosných konstrukcí

Pokud rodinný dům zateplíme kontaktním zateplovacím systémem, posuneme tím bod mrazu do izolantu, čímž se značně omezí vliv teplotních změn, které na konstrukci domu působí prostřednictvím obvodového pláště. Dochází tak k ochraně nosné a obvodové konstrukce před nepříznivým střídáním teplot a promrzání zdiva a tím se prodlouží životnost domu. [27]

8.1.4 Hygiena

Při správném provedení zateplení a zajištění výměny vzduchu v interiéru dojde k výraznému zvýšení vnitřní pohody bydlení, kterou tvoří kombinace teploty vzduchu a jeho proudění, vlhkosti vzduchu a zamezení výskytu plísní, mikroorganismů, mechů a řas. [27]

8.1.5 Estetika

Pokud se podíváme na staré rodinné domy, které mají například šedou břízolitovou omítku nebo panelové domy, může být pro mnoho jejich majitelů dalším důvodem proč zateplit svůj dům změna vzhledu. Provedením vnějších podbarvených omítek se dům vymaní z uniformity okolí a majitel si vybere vzhled, jaký mu vyhovuje. [27]

8.1.6 Zkrácená topná sezóna

Pokud kvalitně zateplíme rodinný dům, zkrátíme tím topnou sezónu. Díky nízkým tepelným ztrátám můžeme ve správně zatepleném domě zahájit topnou sezónu později a skončit dříve. Tím se sníží celkové náklady na vytápění. [28]

8.2 VNĚJŠÍ ZATEPLENÍ

Většinu budov je vhodné zateplovat z venku. Hlavním důvodem je prodloužení životnosti konstrukce. Zateplení chrání nosnou konstrukci v zimě před promrzáním a v létě před slunečním žárem, tudíž klesne namáhání dilatací. Dobrým vnějším zateplením se také vyřeší tepelné mosty ve spárách, rozích, věncích a také u výplní otvorů [29]

Výhody:

- Zdivo je v teple a není tolik namáháno na výkyvy teplot.
- Zlepší se akumulační schopnost domu.
- Eliminace tepelných mostů.
- Zamezení kondenzace vodní páry v konstrukci.
- Při provádění není příliš rušen pobyt osob v domě.

Nevýhody:

- Potřeba lešení.
- Izolace se musí provádět najednou v celé ploše stěny.
- Zvětší se půdorys domu.
- Vysoké náklady.

8.3 VNITŘNÍ ZATEPLENÍ

Ve většině případů se používá tam, kde není možné zateplit budovu z venku. Jedná se například o budovy, které mají historicky cennou fasádu. Nevýhodou je, že práce probíhají uvnitř domu a snižuje se vnitřní užitná plocha. Pro vnější zateplení se běžně používají tloušťky izolací 12 až 20 cm. Je tedy zřejmé, že izolace vnitřní nebude tak silná, aby nám tolik nezmenšovala prostor. V budovách zateplovaných z vnitřní strany dochází k velkým tepelným mostům vzhledem k nemožnosti zateplovat vodorovné konstrukce. Obvodová stěna je po zateplení oddělena od vnitřního prostředí vrstvou izolace, a proto je po provedení zateplení mnohem chladnější. V místech napojení příček často dochází ke kondenzaci a objevuje se plíseň. Mezi izolací a stěnou vznikne chladná zóna, kde s velkou pravděpodobností zkondenzuje voda uvnitř konstrukce a může dojít k porušení obvodové stěny, stropů nebo podlah. [29]

Výhody:

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

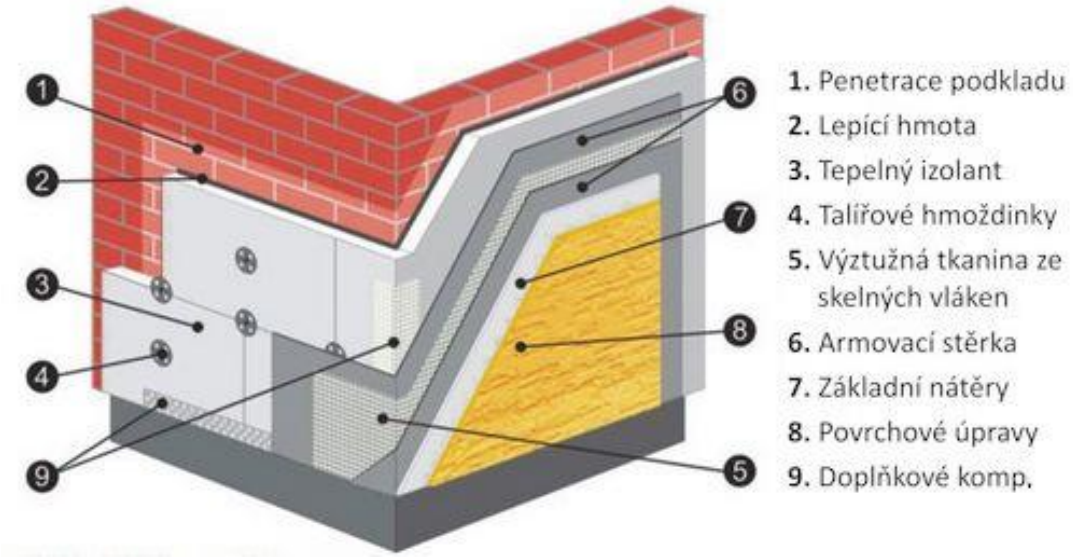
Nevýhody:

- Riziko kondenzace vlhkosti ve stěně.
- Promrzání vnějšího zdiva.
- V místě tepelných mostů se mohou objevovat plísně.
- Sníží se akumulační schopnost zdiva.
- Plocha místnosti se zmenší o plochu izolace.

8.4 KONTAKTNÍ ZATEPLENÍ

Jedná se o nejvíce rozšířený a dnes již dobře odzkoušený způsob zateplení, kdy se izolant přilepí k podkladu a ukotví se hmoždinkami, aby se ani při větru neodtrhl. Na izolaci se poté nanese stěrková omítka se ztužující síťkou. Jako izolant se nejběžněji používá polystyren nebo také minerální vata. U rodinných domů si vystačíme pouze s obyčejným fasádním polystyrenem. Pokud se ale jedná například o panelové domy, musíme dle požární bezpečnosti používat i minerální vatu tam, kde se dělí požární úseky nebo nad 22,5 m výšky, kvůli zásahu požárních jednotek. Výhodou tohoto zateplení je zabránění tepelných mostů.

Naopak nevýhodou je, že objekt vyžaduje únosný pevný podklad. Nelze je tedy použít na starou odpadající omítku. Kontaktní zateplení se dále nesmí použít ani tam, kde máme problém s vlhkým zdivem. Určité technologické postupy lze provádět pouze za příznivého počasí. Dále je potřeba používat materiály, které tvoří dohromady jeden systém se zaručenými parametry. Tedy nekombinovat různé prvky z různých systémů, stylem aby to moc nestálo. Není také vhodné na fasádu používat kombinaci velice tmavých a světlých barev. V letních měsících, kdy sluneční žár dosahuje vysokých teplot, může docházet k velkým teplotním rozdílům mezi jednotlivými barvami, tím různým tepelným roztažnostem a systém nám popraská. Skladba kontaktního zateplení viz obr. č. 12. [29]

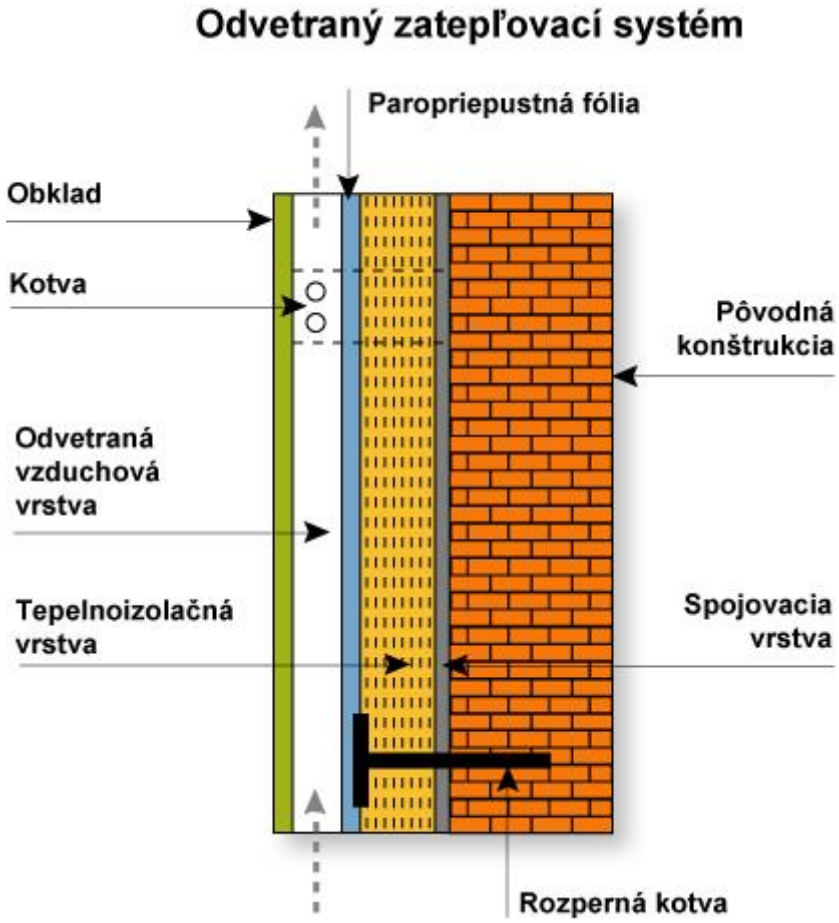


Obr. č. 12 – Skladba kontaktního zateplovacího systému [30]

8.5 ZATEPLENÍ S ODVĚTRANOU MEZEROU

V tomto systému vznikne mezi izolantem a fasádou vzduchová mezera. Vnější fasáda může být z libovolného materiálu, například různé deskové materiály, mramor, fotovoltaické panely atd. Na zeď se nejprve připevní rošt, který ponese vnější fasádu a izolant se vloží do roštu. Rošt bývá většinou z ocelových prvků nebo ze dřeva. Nevýhodou je, že rošt tvoří tepelný most a tím snižuje efekt izolační vrstvy. Velkou výhodou tohoto systému je možnost použití na vlhké stěny, kde vzduchová mezera umožní odcházení vlhkosti ze stěny. Nevýhodou ale je složité použití na členitější plochy. Tento systém znamená také větší tloušťku stěny o 20 až 40 cm. V takovém případě budou okna utopena ve fasádě a dojde

k horšímu osvětlení vnitřních místností. Tomuto se dá zabránit přesazením oken více ven, nejlépe na vnější líc původní zdi. Skladba zateplení s odvětrávanou mezerou viz obr. č. 13. [29]



Obr. č. 13 – Odvětrávaný zateplovací systém [31]

8.6 IZOLACE ŠIKMÝCH STŘECH

Střecha představuje hned po fasádě zásadní zdroj úniku tepla z domu. Zateplením střechy nedojde pouze k úspoře energie, ale ve většině případů získáme podkrovní prostory pro bydlení. Výběr takové tepelné izolace je velmi důležitý. V zimě bychom měli zabránit úniku tepla a naopak v létě zabránit, aby se interiér přehříval. Řešením je použití minerální vlny, která nám tyto tepelněizolační vlastnosti zaručí. [32]

Klasický způsob je kladení izolace ve dvou vrstvách. Nejprve mezi krokve a potom pod krokve, čímž omezíme vliv tepelných mostů dřevěných trámů. Mezi krokve vkládáme minerální vlnu o něco málo širší než je vzdálenost mezi krokvemi z důvodu dostatečného

dotěsnění podél krokví. Po dokončení první vrstvy připevníme na krokve z interiéru parozábranu. Pro vložení druhé vrstvy nejprve připravíme plechový profil pro sádrokartonový obklad, který vyplníme izolací s cílem zamezení tepelných mostů. Po vložení druhé vrstvy tepelné izolace můžeme zakrýt sádrokartonovými obklady. [32]

V případě, že je krytina nová či zánovní a je potřebné provést zateplení této konstrukce z vnitřní strany, bez zásahu do ní, je možné využití buničiny. Výhoda použití je v tom, že se jedná o materiál podobného složení jako dřevo. Buničina je již z výroby napuštěna různými chemikáliemi, které zabraňují napadení dřevokazným hmyzem. Pro použití dostatečné tloušťky tepelné izolace se na stávající krokve přibijí ze strany prkna. Tím zvětšíme tloušťku krokve pro vložení tepelné izolace. Vždy se snažíme o co největší tloušťku tepelné izolace, tedy o to, aby se využil maximální možný prostor, který nám tvar krovu umožní. [32]

Dalším vhodným způsobem zateplení je provedení tepelné izolace nad krokve. Zde je dostatek místa pro uložení libovolné tloušťky tepelné izolace, navíc se provádí shora, odkud se lépe realizuje. Na krokve se položí plnoplošné bednění. Na bednění se položí parotěsná zábrana, následně tepelná izolace, na ni kontralatě a pak už jen latě a krytina. [32]

8.7 IZOLACE PODLAH A STROPŮ

Podlahy obytných místností

Podlahy se obvykle zateplují velice špatně, vzhledem k jejich limitující tloušťce, výšce dveří, stropů, parapetů a dalších konstrukcí. Není proto možné na podlahu přidat libovolnou tloušťku tepelné izolace, jaká by byla podle dnešních požadavků potřebná. Je tedy nutné tloušťku tepelné izolace volit podle možností stavby. Vlastnosti podlahy mimo jiné ovlivňuje také její dotyková teplota. Ta je dána schopností podlahy odnímat teplo. Na dotykovou teplotu podlahy má hlavní vliv poslední vrstva podlahy. Studené podlahy jsou charakteristické tím, že mají na povrchu keramickou dlažbu, beton nebo linoleum položené přímo na betonu. Tento problém studených podlah se dá poměrně snadno odstranit pomocí položení horního materiálu podlahy s malou tepelnou jímavostí, jako jsou například koberce. [32]

Dalším ovlivňujícím parametrem je tepelný odpor. K jeho zvýšení je nutné přidat tepelnou izolaci, což může být v řadě případů problém. Výjimkou jsou podlahy na rostlém terénu, které se celé rekonstruují. V tomto případě lze vykopat starou podlahu do potřebné hloubky a provést novou skladbu podlahy i s tepelnou izolací nebo do staré skladby zpravidla

mezi trámy provést vložení této izolace. Další výjimkou jsou podlahy nad nevytápěnými místnostmi zpravidla u podsklepených domů s nevytápěným suterénem. Zde se provede zateplení zespodu z nevytápěné místnosti. Výjimku tvoří také případy, kdy teprve tvoříme nové místnosti, například půdní vestavba. V takovém případě se už při návrhu podlahy počítá s potřebnou izolací při návrhu projektu. [32]

Podlahy půd

Jiným případem jsou podlahy půd, které se rozhodneme zateplovat, aby teplo neunikalo z vytápěných prostor pod nimi. Zde se jedná o téměř stejné provedení jako při zateplení střechy. Zde ovšem odpadá problém s hydroizolací. [32]

V historii se provádělo především na vesnicích zateplení těchto prostor pomocí sena či slámy. Při použití dostatečné vrstvy tohoto materiálu jde o velmi kvalitní tepelnou izolaci. Tepelněizolační vlastnosti těchto materiálů jsou velice podobné jako u ostatních běžných tepelných izolací, jako minerální vlna či pěnový polystyren. [32]

Pro volbu zateplení je rozhodující stavební provedení stropní konstrukce a budoucí využití půdních prostor. Pokud budou tyto prostory využívány, je potřeba provést zateplení umožňující pohyb po půdě. Zateplení těchto prostor si majitelé rodinných domů často provádějí svépomocí se snahou ušetřit náklady. Často dochází k pokládce vrstvy starých koberců, rozložení novin, či starých matrací z postele. Pokud se vrstva těchto materiálů položí v tloušťce 80 mm, předpokládá se jejich tepelněizolační schopnost přibližně jako 60 mm pěnového polystyrenu. Dalším poměrně levným zateplením je u dřevěného trámového stropu nafoukat buničinu mezi trámy. Při nafoukání této izolace do dutin mezi trámy sice není záruka rovnoměrného rozmístění tepelné izolace, ale dá se předpokládat po téměř celé ploše. Pokud musí podlaha splňovat podmínku pochůznosti, je možné položit tepelnou izolaci z minerální vlny či pěnového polystyrenu přímo na podlahu a na izolaci nabetonovat roznášecí vrstvu, která bude sloužit jako podlaha. Další varianta je na položenou tepelnou izolaci nalepení roznášecích desek (CETRIS nebo OSB) a na tuto roznášecí vrstvu položení druhé vrstvy těchto desek a jejich vzájemné sešroubování. Dále je možnost na stávající podlahu položení dřevěných trámečků. Prostor mezi podlahou a trámky pak slouží k uložení tepelné izolace. Na dřevěné trámky se položí podlaha z OSB desek nebo prken. Pokud není potřeba mít půdu pochůznou, můžeme použít jakoukoli tepelnou izolaci. [32]

V případě zateplování podlah je nutné pamatovat na to, že prostupující konstrukce tvoří značné tepelné mosty a proto je vhodné i tyto konstrukce zateplit. Komíny se zateplují obložením z desek z minerální vlny, a obvodové zdivo také zateplujeme přiložením tepelné izolace z boku této konstrukce. [32]

8.8 CHYBNÉ PROVÁDĚNÍ ZATEPLOVACÍCH SYSTÉMŮ

Je nutné dbát, aby při návrhu zateplování budovy nedocházelo díky nesprávným výpočtům ke špatnému návrhu zateplení, tzv. kritické detaily v obálce budovy. To může mít za následek v různých částech domu vznik plísní nebo vznik kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce. Pokud se tyto poruchy nevyřeší před provedením zateplení, ale až po, je většinou velice složité tyto problémy odstranit, a je to také finančně náročné. Vady provedeného zateplení můžeme odhalit pomocí termovizních kamer. [33]

Při provádění zateplení je nutné vyvarovat se veškerým chybám. Nejčastější chyby jsou zapříčiněny úsporami na nepravém místě nebo experimentováním nových, nevyzkoušených postupů. Je nutné dodržet předepsané postupy stanovené výrobcem a těchto doporučených postupů se držet. Při dodatečném zateplení se často objevuje mnoho chyb způsobených například použitím nevhodného materiálu, chybným technologickým postupem až po chyby, které vzniknou dodatečnými pracemi. U kontaktního zateplovacího systému nesmí docházet k záměně výrobků jedné firmy za obdobný výrobek jiné firmy. Při zateplení střešní konstrukce nesmí docházet k záměně parotěsné fólie za jinou. Při montáži elektroinstalace nebo při zavěšování různých věcí na stěnu se musí dbát na to, aby nedošlo k porušení této fólie. Vždy je potřeba postupovat v souladu se zpracovaným projektem. [33]

Klasický příklad špatného provedení nastává při zateplení z interiéru, jež se často provádí svépomoci. Toto zateplení vede k vytváření plísní, mnohdy až ke statickým poruchám domů, kdy díky vzniku zvýšené kondenzace dochází až k uhnívání dřevěných stropních trámů. Často také dochází k poruchám při vynechání zateplení ploché střechy nebo zateplení pásu pod podlahou nejnižšího vytápěného podlaží. Nezateplení ploché střechy vede k poruchám hydroizolace tím, že vodní pára kondenzuje v konstrukci a následně dochází k nadzvedávání této hydroizolace a vytvářejí se boule, které praskají. [33]

Je tedy velice důležité nepodceňovat technickou přípravu zateplení a nechat si odborníkem vypracovat technický návrh zateplení, v němž bude zateplení důkladně popsáno. U rodinných domů by měl odborník posoudit všechna slabá místa a navrhnout možnosti

sanace. Na obrázku č. 14 můžeme vidět příklad zateplení obálky budovy, jak by to rozhodně vypadat nemělo. [33]

Obr. č. 14 – Chybné provedení zateplovacího systému obvodových stěn [33]

8.8.1 Termovizní měření

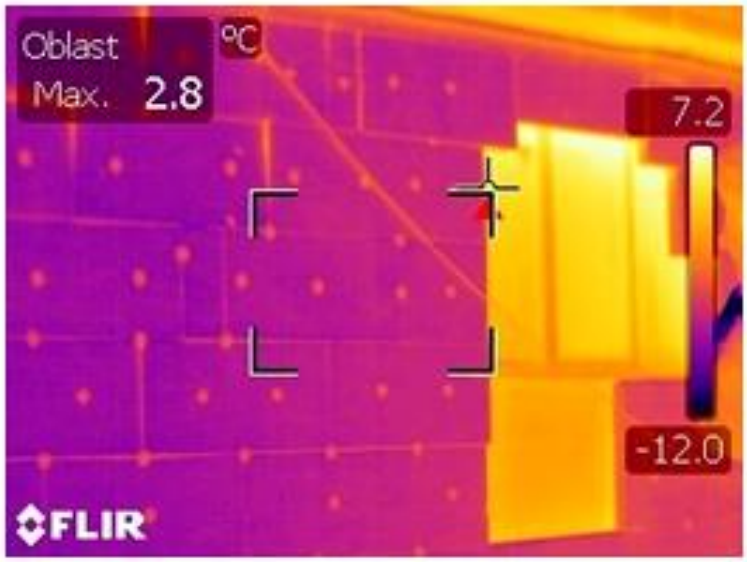
Veškeré chyby v tepelných izolacích lze odhalit pomocí termovizního měření. Měření je bezkontaktní způsob diagnostiky vad stavebních konstrukcí. Optimální teplota pro termovizní měření je v zimním období, pokud mrzne. Minimální rozdíl teplot mezi vnitřní a vnější teplotou je 15˚C. Čím větší bude rozdíl teplot, tím výraznější budou výsledky měření. Termovizní měření rychle a účinně zjistí rozložení teplot stavební konstrukce a místa zvýšených tepelných ztrát. Termovize se vyplatí jak při výstavbě nových domů, tak i před rekonstrukcí jako preventivní opatření. Po provedení stavebních prací slouží jako kontrola správnosti provedení. Zjistí se, zda v konstrukci nejsou tepelné mosty, špatně těsnící okna, vady v konstrukci domu (zateplení) nebo místa s rizikem tvorby plísní. [33]

Měření je podmíněno tím, že každé těleso vyzařuje tepelné paprsky, které termovize snímá, přepočítává podle zadaných údajů na teplotu a zobrazuje termogram. Jde o obraz, kterému je v každém bodě na základě teploty přiřazena určitá barva. Na základě termogramu lze určit příčinu problému. Snímaný objekt nesní být ovlivněn jiným tepelným zářením.

Znamená to, že by se měly snímky pořizovat pouze v noci, kdy slunce neovlivňuje objekt. Měření dále ovlivňuje větrné počasí, jelikož pak dochází k nadměrnému ochlazování konstrukce. Nesmí být ani mokro, neboť by konstrukce mohla být ochlazována výparným teplem. [33]

Termovize funguje na principu sdílení tepla sáláním. Termokamerou se snímá infračervené záření z povrchu sledovaného objektu a transformuje reliéf teplotního pole na viditelný obraz, viz obr. č. 15. a 16. Do objektivu kamery přichází záření ze tří zdrojů a to záření z povrchu snímaného objektu, záření okolí odražené snímaným povrchem a záření mezi kamerou a snímaným povrchem. [34]

Obr. č. 15 – Barvy podle teplot snímaných termokamerou od nejchladnějších (tmavých) po nejteplejší (světlé) místa. [35]



Obr. č. 16 – Termovizní snímek špatně provedeného zateplovacího systému [35]

9 KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM „ETICS“

ETICS = External Thermal Insulation Composite System – vnější tepelně izolační kompozitní systém. V České republice jde o nejrozšířenější technologii zlepšování tepelně-technických parametrů obvodových plášťů budov. Požadavky a postup provádění stanovuje norma ČSN 73 2901 o provádění tepelně izolačních kompozitních systémů. Definován je jako stavební výrobek, který se dodává jako ucelená soustava složená z lepících hmot, tepelných izolantů, kotvících prvků, základní vrstvy a finální povrchové úpravy. Při vstupu na trh musí kontaktní zateplovací systém splňovat prohlášení o shodě. Minimální životnost pro ETICS byla v Evropě stanovena na 25 let. Způsob a podmínky provedení vyplývají z projektové nebo stavební dokumentace. V této dokumentaci je stanoven druh, přesná skladba ETICS a tloušťky desek tepelné izolace. Pro kotvení je zde stanoven druh, počet a rozmístění hmoždinek. Každá taková dokumentace je dále doplněna o příslušné Prohlášení o shodě pro prováděný ETICS. Stavební dokumentace zhotovitele ETICS by měla být v rozsahu s ČSN 73 2901. [36]

9.1 KLIMATICKÉ PODMÍNKY PRO PROVÁDĚNÍ ETICS

V době provádění technologických operací ETICS nesmí být teplota nižší než +5˚C a vyšší než + 30˚C. V době provádění technologických operací, které souvisejí s aplikací základní vrstvy a omítkových povrchových úprav musí být zajištěny před deštěm a přímým slunečním zářením. V dokumentaci jednotlivých výrobců ETICS mohou být uvedeny odlišné požadavky na klimatické podmínky při provádění ETICS. [37] [38]

9.2 PŘÍPRAVA PODKLADU PRO ETICS

Podklad tvoří stávající konstrukce, která se bude zateplovat. Na tuto konstrukci se bude ETICS upevňovat, proto je třeba důkladné posouzení a příprava podkladu. Před zahájením prací musíme provést opatření pro zabezpečení vhodnosti podkladu. [37] [38]

První z posuzovaných hledisek je soudržnost podkladu. Hlavně u těžších zateplovacích systémů nebo systémů, které se připevňují pouze lepením. U novostaveb není většinou problém se soudržností, protože nemají provedeny povrchovou úpravu. Naopak u starších domů je třeba posuzovat kvalitu stávajících omítek a popřípadě povrch mechanicky nebo pomocí tlakové vody připravit k montáži ETICS. [37] [38]

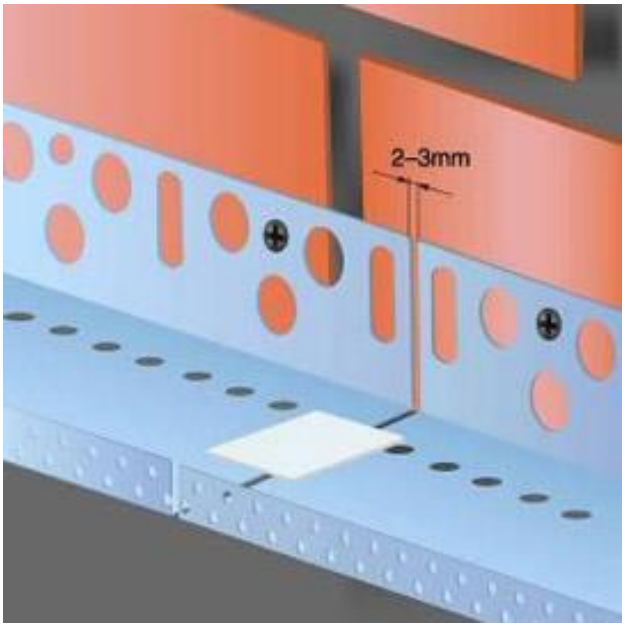
Jako další hledisko je vlhkost zdiva. Musí být odstraněny všechny závady, které by měly za následek pronikání vlhkosti do zateplované konstrukce. Pokud vykazuje podklad zvýšenou vlhkost, je třeba ji odstranit vhodnými sanačními opatřeními. Pokud by se vlhkost zdiva neodstranila, dojde ke snížení životnosti a účinnosti zateplovacího systému. [37] [38]

Před začátkem provádění ETICS je také potřeba zajistit rovnost povrchu podkladu. Každý výrobce uvádí předepsané maximální možné nerovnosti povrchu, které je nutné dodržet. V případě, že nerovnosti jsou větší než uvádí výrobce, je nutno před zahájením zateplení provést vyrovnání povrchu. Podle rovnosti podkladu se volí i lepící hmoty, aby zajistily dostatečnou soudržnost. Dle normy ČSN 73 2901 jsou stanoveny maximální možné odchylky tepelné izolace, které jsou stanoveny v mm/m. Pokud se tepelná izolace k podkladu pouze lepí, je maximální možná odchylka 10 mm/m a 20mm/m pokud se kotví i pomocí hmoždinek. [37] [38]

V případě, že se na konstrukci objevují trhliny, musejí být vyplněny hmotou. Tyto opravy je možno provádět pouze pokud již trhliny nejsou aktivní. Před zahájením zateplení je třeba zbavit povrch od případných nečistot a plísní. Dále je nutné před zahájením zateplení odstranit i další prvky, které by omezovaly provedení. Odstraňují se hromosvody, dešťové svody, prvky oplechování atd. [37] [38]

9.3 ZALOŽENÍ SYSTÉMU

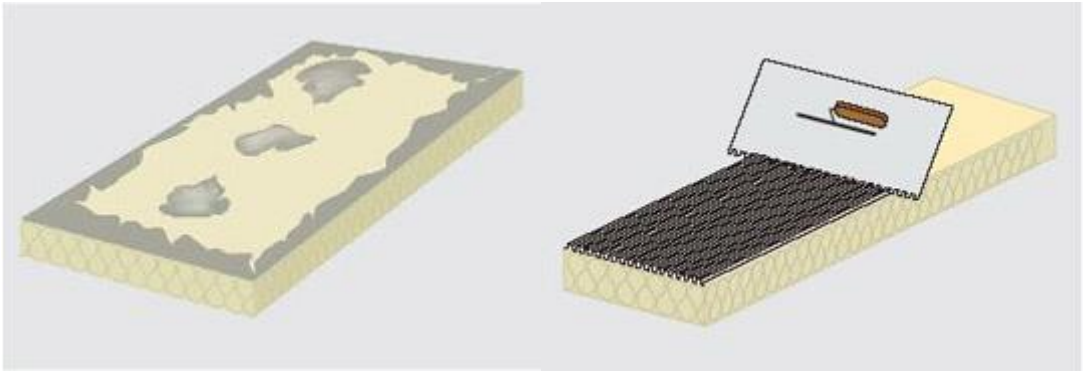
Základy zateplovacího systému ETICS jsou tvořeny zakládacími prvky. Připevněné systémové zakládací lišty musejí odpovídat šířce tloušťky izolace. Pro založení obloukových stěn se použije buď standardní soklová lišta pro rovné plochy, která se podle potřeby nastřihne a přihne tak, aby kopírovala oblouk, nebo se použije speciální zakládací lišta pro obloukové stěny. Lištu k podkladu připevníme pomocí zatloukacích hmoždinek a vrutů. Hmoždinky musí být umístěny vždy na začátku a na konci každé lišty. Počet hmoždinek je zpravidla 6 až 7 kusů na liště dlouhé 2 m. Povrchová úprava hmoždinek musí být z materiálů, který zabrání elektrochemické korozi. Soklové lišty se napojují spojkou soklových profilů, která zajišťuje dilatační spáru mezi profily. Při lepení první řady izolace musí být jednotlivé desky osazeny přesně s předním lícem zakládací lišty. Svislé spáry mezi jednotlivými deskami izolace musejí být v první řadě nad základovou lištou vzdáleny minimálně 300 mm od spoje dvou základových lišt. Na obr. č. 17 můžeme vidět založení systému pomocí zakládací lišty. [37] [38]



Obr. č. 17 - Založení systému zakládací lištou. [38]

9.4 LEPENÍ TEPELNÉ IZOLACE

Izolační desky se lepí zespodu nahoru vždy větším rozměrem desky vodorovně. Jediný možný případ, kdy je možno lepit desky shora dolů je lepení pod základovým profilem. Pro přípravu lepící hmoty se nesmí používat žádné přísady, které nejsou uvedeny v technickém listu výrobce. Lepící hmota se nanáší na desky ručně nebo strojně, vždy po celém obvodu desky a středem desky minimálně ve třech bodech. V případě lepení izolačních desek musí lepená plocha tvořit minimálně 40% celkové plochy izolační desky. Lepící hmota nesmí zasahovat na boční plochy desek, aby nedocházelo ke vzniku tepelných mostů. V případě rovného podkladu je možné lepit desky celoplošně zubovou stěrkou. Způsoby nanesení lepicí hmoty jsou patrné z obr. č. 18. [38]



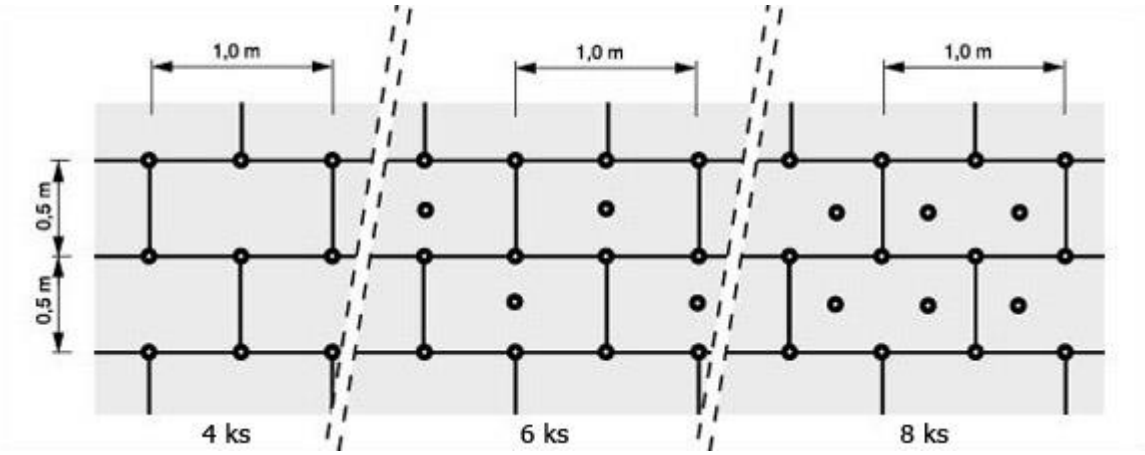
Obr. č. 18 - Způsoby nanesení lepící hmoty na tepelnou izolaci. [38]

9.5 IZOLAČNÍ DESKY

Jde o nejdůležitější část systému, kterou se zlepšuje tepelně izolační vlastnost konstrukce. Nejčastěji se používají desky z pěnového polystyrenu EPS nebo z minerální vlny MW. Desky se lepí, jak již bylo zmíněno od zakládacího profilu směrem nahoru tak, aby mezi jednotlivými deskami nevznikaly mezery. Okolo otvorů se desky nechávají s přesahem, aby zakryly zateplení ostění, a také musíme zajistit křížení spár desek minimálně 100 mm od rohů těchto otvorů. Z cenového hlediska se častěji dává přednost pěnovému polystyrenu, který je levnější než minerální vlna. Návrh izolačního materiálu je třeba důkladně zvážit a vypočíst tloušťku materiálu, která bude mít zásadní vliv na tepelně izolační vlastnosti celého systému. [38]

9.6 ZABUDOVÁNÍ HMOŽDINEK

Desky tepelné izolace se kromě lepící hmoty většinou ještě kotví pomocí talířových hmoždinek s průměrem talíře minimálně 50 mm. Hmoždinky je možné osadit v místě styků desek i v jejich ploše. Hmoždinky osazujeme teprve po zatvrdnutí lepící hmoty, aby nedocházelo k posunutí izolantu. Hmoždinky musí být osazeny pevně bez pohybu a talíř je zapuštěn 2 až 3 mm do izolantu. Je nutné použít správné délky hmoždinek v závislosti na tloušťce izolantu. Při osazování hmoždinek nesmí docházet k poškození izolantu. Hmoždinka o průměru 10 mm musí být zakotvena minimálně 40 mm do nosného materiálu. Kotevní délky se určují v závislosti na materiálu, do kterých hmoždinku upevňujeme. Množství hmoždinek nám určuje projektová dokumentace v počtu kusů na jednotku plochy. Minimální počet je 4 ks/m^2. Příklad umístění hmoždinek na izolačních deskách viz obr. č. 19. [38]

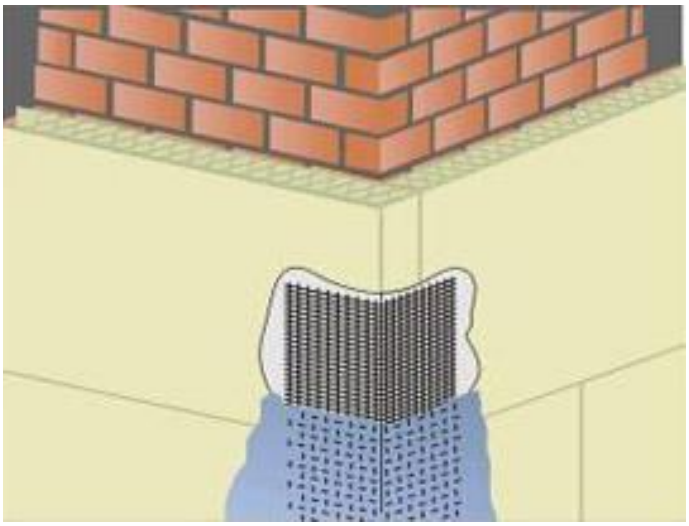


Obr. č. 19 – Množství a způsob rozmístění hmoždinek na izolačních deskách. [38]

9.7 ÚPRAVA A VYZTUŽENÍ POVRCHU IZOLANTU

Případné nerovnosti izolantu se přebrušují brusným papírem. Pokud mezi nalepením a další úpravou povrchu uběhne delší doba a izolant začne degradovat, musíme povrch izolantu přebrousit celoplošně. Broušení nelze provádět na deskách z minerální vlny, proto je třeba věnovat zvýšenou pozornost případným nerovnostem. Maximální tolerance nerovností je 5 mm na 1 m délky. [38]

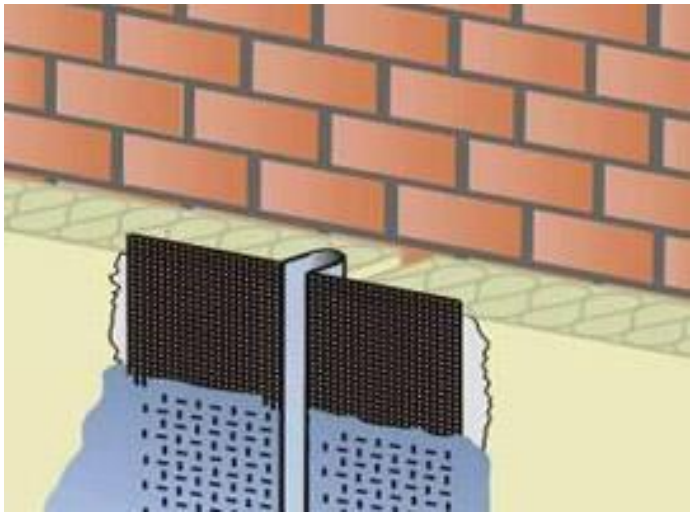
Všechny přístupné hrany, ostění otvorů, rohy apod. se doporučují vyztužit vtlačením lišty do předem nanesené stěrkové hmoty, viz obr. č. 20. Rohy otvorů se vyztužují diagonálně umístěnými pruhy, skleněné síťoviny opět do připravené stěrkové hmoty viz obr. č. 21. [38]



Obr. č. 20 – Vyztužení rohu objektu skleněnou síťovinou. [38]

Obr. č. 21 – Rohy otvorů vyztužené diagonálně pruhy skleněné síťoviny. [38]

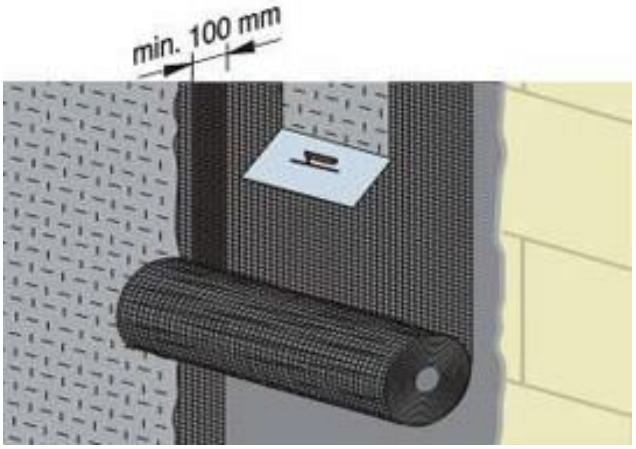
V rámci provádění vyztužování hran se také provádí osazení dilatačních lišt do připravené stěrkové hmoty, viz obr. č. 22. Provedení dilatací není stanoveno žádným obecným pravidlem. Provádí se na základě návrhu v projektové dokumentaci a to zpravidla v místech případné dilatace podkladní konstrukce. [38]



Obr. č. 22 – Osazení dilatačních lišt. [38]

9.8 ZÁKLADNÍ VRSTVA

Provedení základní vrstvy má zásadní vliv na vlastnosti systému a jeho životnosti. Základní vrstva se provede plošným zatlačením skleněné síťoviny do stěrkové hmoty tak, že začneme odvíjet pás síťoviny odshora dolů. Skleněná síťovina je předem uložená do stěrkové hmoty na povrchu izolantu a následně se překryje stěrkovou hmotou. Celková vrstva je zpravidla 2 až 6 mm. Minimální krytí skleněné síťoviny stěrkovou hmotou je 1 mm. Síťovina musí být uložena s přesahem minimálně 100 mm, viz obr. č. 23. [38]



Obr. č. 23 – Způsob uložení skleněné síťoviny s minimálním přesahem 100 mm. [38]

9.9 POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Před provedením povrchové úpravy musíme provést penetrační nátěr. Penetraci je nutno provést až po vyschnutí základní vrstvy, minimálně po 3 až 5 dnech. Penetrační nátěr se provádí ke zvýšení přídržnosti povrchové úpravy a ke snížení savosti podkladu. Nanese se válečkem nebo štětcem. Finální povrchovou úpravu můžeme provádět teprve po zaschnutí penetračního nátěru, minimálně však po 12ti hodinách. [38]

Finální povrchová úprava tvoří ochrannou vrstvu celého systému. Provádí se shora dolů na zaschlý povrch. Při nanášení omítek je nutné dodržovat podmínky stanovené výrobcem. Pro vrchní omítku systému ETICS se používají nejrůznější typy omítek. Omítky se od sebe liší materiálem, zpracováním a barevností. Používají se různé silikonové omítky, akrylátové, silikátové, minerální apod. [38]

10 POSOUZENÍ EKONOMICKÉ NÁVRATNOSTI ZATEPLENÍ

10.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU RODINNÉHO DOMU

Rodinný dům se nachází v obci Karolinka, která se nachází na východním okraji České republiky. Dům je samostatně stojící, má 2 nadzemní podlaží, podzemní podlaží a nevytápěný půdní prostor. Byl postaven v roce 1961 a v roce 1983 proběhla přístavba rodinného domu, ve které vznikly další obytné plochy. Dům je zděný se sedlovou střechou. Zastavěná plocha domu je 108 m^2.

Rodinný dům je řešen se dvěma bytovými jednotkami s jedním hlavním vchodem. V 1. nadzemním podlaží se nachází vstupní hala, ze které vede schodiště do 2. nadzemního podlaží a do suterénu, dále do obytné části, koupelny a WC. V 1. nadzemním podlaží se poté nacházejí dvě obytné místnosti, kuchyně a dvě menší komory. Ve 2. nadzemním podlaží se nachází chodba, ze které je vstup do kuchyně, komory, WC, koupelny a dvou obytných místností. Jedna obytná místnost je průchozí do dalšího pokoje.

Původní část rodinného domu má obvodové konstrukce vyzděny z klasických plných pálených cihel o šířce stěn 450 mm. Přístavba rodinného domu je vyzděna z plynosilikátových tvárnic o tloušťce 400 mm. Tepelně izolační vlastnosti těchto stěn jsou z hlediska dnešních požadavků na tyto konstrukce podle ČSN 73 0540-2 nevyhovující.

Střešní konstrukce nad původní částí domu je z eternitové střešní krytiny a nad přístavbou je pozinkovaná plechová střešní krytina. Střecha v místě zkosení v 2. nadzemním podlaží je izolována tepelnou izolací z čedičových rohoží tloušťky 160 mm. Z hlediska tepelně izolačních vlastností, které stanovuje norma ČSN 73 0540-2 je tato konstrukce sice na hranici požadované hodnoty, ale vyhovující.

Stropní konstrukce v původní části objektu je z dřevěných trámů a v přistavěné části jsou stropy z cihelných vložek hurdis v kombinaci se škvárou a betonem. Nad suterénem není použita žádná tepelná izolace. V přístavbě je stropní konstrukce mezi 2. nadzemním podlažím a půdou tvořena od vnitřní strany konstrukce podbitím z Heraklitu nabitým na kleštiny, mezi kterými je vložena 15 cm čedičová rohož a nad kleštinami je lepenka a záklop z prken. Tato konstrukce z hlediska požadavků vyhoví dnešním tepelně izolačním požadavkům. Nad

původní stavbou mezi 2. nadzemním podlažím a půdou není použita žádná tepelná izolace a tato konstrukce tedy dle požadavků ČSN 73 0540-2 je zcela nevyhovující.

Podlaha na zemině je tvořena od spodu hydroizolací, násypem zeminy, dřevěnými trámy a nášlapnou vrstvou z dřevěných fošen. Tato konstrukce je také zcela nevyhovující.

Původní výplně otvorů oken, byly vyměněny v roce 2006 za dřevěná zdvojená okna, které mají z venkovní strany izolační dvojsklo a ze strany vnitřní klasické zasklení. Z hlediska tepelně izolačních vlastností je tato konstrukce přesně na hranici požadované hodnoty pro tyto konstrukce.

Výplně dveří jsou dřevěné jak vchodové, tak balkónové s jednoduchým zasklením. Tyto konstrukce jsou zcela nevyhovující dnešním tepelným požadavkům.

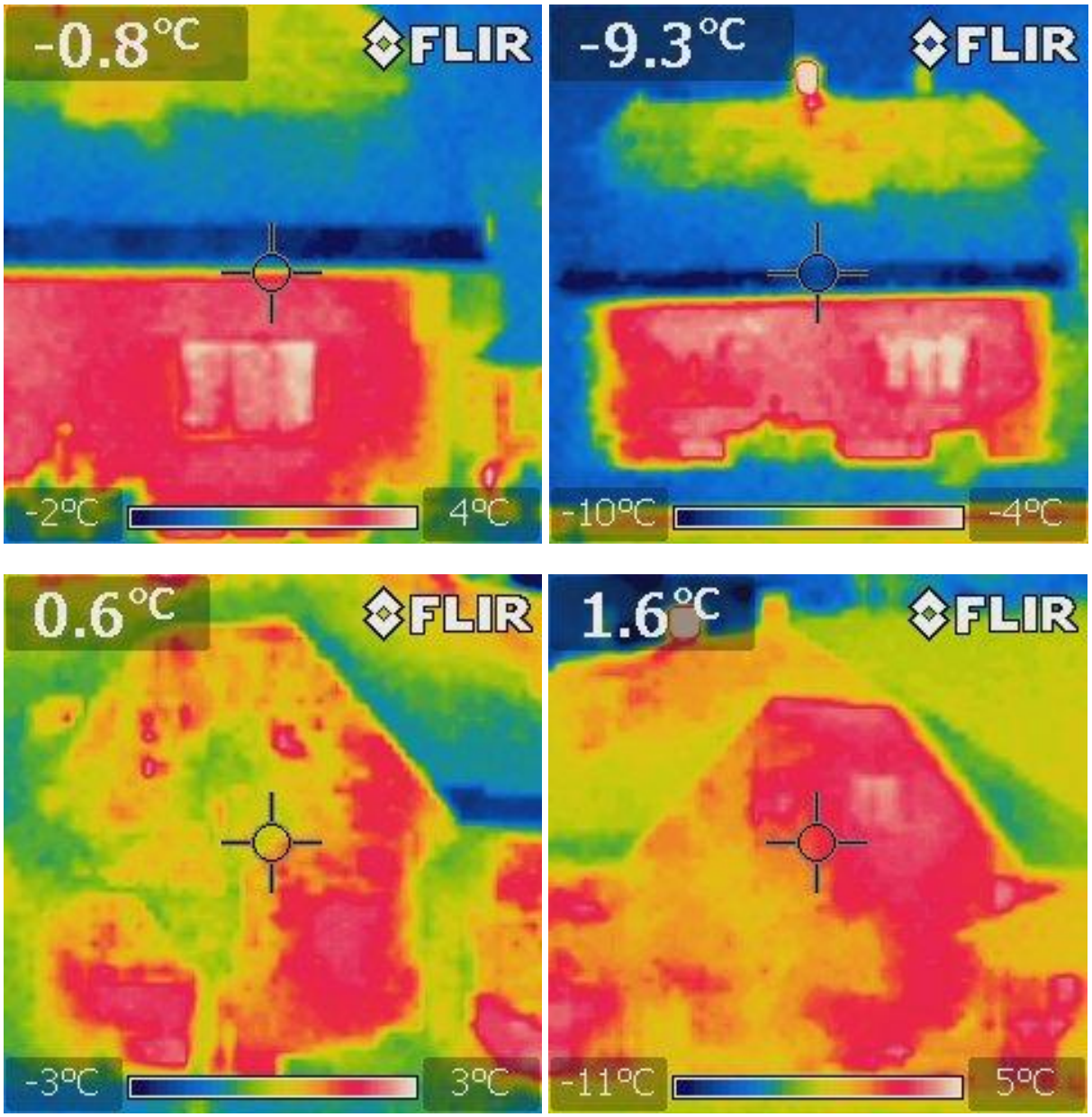
Ve schodišťovém prostoru se nachází otvor k prosvětlení schodiště ze skleněných tvárnic, tzv. „luxfer“. Ani tato konstrukce nevyhovuje dnešním požadavkům.

Jako zdroj tepla v rodinném domě je použit kotel na dřevo a pro přenos tepla jsou použity deskové otopné tělesa. Vzhledem ke špatným tepelně izolačním vlastnostem obalových konstrukcí se roční náklady na provoz vytápění tohoto rodinného domu pohybují v průměru okolo 38.000 Kč.

10.2 TERMOVIZNÍ MĚŘENÍ RODINNÉHO DOMU

Pro rodinný dům proběhlo termovizní měření pomocí termokamery. Cílem tohoto měření bylo zjistit únik tepla stávajícího stavu rodinného domu, který byl nejvýraznější přes obvodové stěny, jak dále vychází i z vypočtených hodnot. Měření proběhlo v březnu letošního roku ve večerních hodinách při venkovní teplotě okolo 0 ˚C a vnitřní teplotě téměř 25 ˚C, aby byl rozdíl teplot co největší. Pro měření byla použita termokamera značky Flir, která má menší rozlišovací schopnost, ale i tak jsou patrné úniky tepla přes jednotlivé konstrukce. Z následných termovizních snímků na obr. č. 24 je zcela patrné, že zateplení domu díky stávajícím únikům tepla bude mít podstatný vliv na snížení spotřeby tepla na vytápění.

Jako vyhodnocení tohoto měření můžeme určit úniky tepla přes jednotlivé konstrukce. Patrný je největší únik přes nezateplenou fasádu. Naopak nejmenší úniky tepla jsou patrné z již zateplené střechy v části druhého nadzemního podlaží. Je také zcela patrný únik tepla mezi druhým podlažím a půdou, odkud nám teplo uniká přes nezateplenou střešní krytinu do venkovního prostoru.



Obr. č. 24 – termovizní snímky rodinného domu

10.3 NOVĚ NAVRŽENÁ OPATŘENÍ

Zateplení bude provedeno v několika výpočetních variantách tak, aby byla navržena optimální tloušťka izolací s důrazem na cenu pořízení a úspory energie při vytápění. Navržená opatření se budeme snažit zpracovat tak, aby se hodnoty součinitele prostupu tepla přibližovaly doporučeným hodnotám uvedeným v ČSN 73 0540-2.

1. Varianta – zateplení obvodových stěn tepelnou izolací tloušťky 120 mm.
2. Varianta – zateplení obvodových stěn tepelnou izolací tloušťky 150 mm.
3. Varianta – výměna nevyhovujících výplní otvorů.
4. Varianta – zateplení stropní konstrukce suterénu a podlahy na zemině.
5. Varianta – zateplení stropní konstrukce nad 2. NP.
6. Varianta – kombinace zateplení variant 1+3+4+5.
7. Varianta - kombinace zateplení variant 2+3+4+5.

Zateplení obvodových stěn bude provedeno pomocí kontaktního zateplovacího systému ETICS. Tepelná izolace bude z fasádního pěnového polystyrenu EPS 70F. V první variantě bude použita tloušťka tepelné izolace 120 mm a v druhé variantě 150 mm. Zateplena bude také soklová část objektu a to perimetrickým polystyrénem SD tloušťky 80 mm. Skladba těchto nových konstrukcí zcela vyhovuje tepelně technickým požadavkům uvedeným v ČSN 73 0540-2 pro tyto konstrukce.

Podle varianty č. 3 proběhne výměna nevyhovujících výplní otvorů za nové. Vyměněny budou stávající dřevěné vchodové a balkónové dveře za nové plastové, splňující hodnotu součinitele prostupu tepla U = 1,1 W/m^{2}K. Budou také vyměněny skleněné tvárnice „luxfery“ za nové plastové okno s izolačním dvojsklem splňující U_g = 1,1 W/m^{2}K.

Pro variantu č. 3 proběhlo nacenění všech výplní otvorů nacházejících se v rodinném domě. Vzhledem k tomu, že v minulosti už proběhla výměna stávajících oken za nové a tyto okna jsou na hranici požadovaného součinitele prostupu tepla jako vyhovující, provede se pouze výměna výplní otvorů, které nesplňují normové požadavky na tyto konstrukce. Výměna všech výplní by byla drahá a zase tolik úspor do budoucna by nám nepřinesla.

Ve variantě č. 4 bude provedeno zateplení stropní konstrukce mezi vytápěným a nevytápěným prostorem a podlahy na terénu. Stropní konstrukce bude zateplena ze spodu pomocí pěnového polystyrenu tloušťky 100 mm. Podlaha na zemině se zateplí minerální vlnou tloušťky 100 mm, která se vloží do stávající konstrukce podlahy mezi dřevěné trámy.

Zateplení stropní konstrukce nad 2.NP bude provedeno pouze nad původním stropem rodinného domu pomocí položení podlahového polystyrenu tloušťky 100 mm, a na něm ve dvou na sebe kolmých vrstvách položení OSB desek a jejich vzájemné sešroubování.

V dalších dvou variantách proběhne kombinace všech předchozích zateplení pouze s tím rozdílem, že v jedné variantě se provede zateplení obvodových stěn tloušťkou tepelné izolace 120 mm a ve druhé 150 mm.

Zlepšení součinitelů prostupů tepla vlivem zateplení jsou patrné z tab. č. 5. V tabulce jsou uvedeny všechny konstrukce, i ty které nebudou zatepleny. Skladba jednotlivých konstrukcí je v příloze č. 1.

Tabulka č. 5 – Hodnoty součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce

Konstrukce	Vypočtené hodnoty součinitele prostupu tepla U (W/m^2K)		Normové hodnoty součinitele prostupu tepla U (W/m2K)	
	stávající stav	nový stav	požadované	doporučené
stěna ochlazovaná 1	1,42	$0,26^1$ / $0,22^2$	0,30	0,20
stěna ochlazovaná 2	0,78	$0,23^1$ / $0,20^2$	0,30	0,20
podlaha na zemině	0,75	0,27	0,45	0,30
strop v suterénu	0,99	0,28	0,60	0,40
strop nad přístavbou	0,25	-	0,60	0,40
strop původní	0,76	0,26	0,60	0,40
střecha	0,25	-	0,24	0,16
dveře	4,7	1,1	1,70	1,20
okna	1,5	1,1	1,50	1,20
luxfer	4	1,1	1,50	1,20
1) součinitel prostupu tepla pro zateplení tloušťkou tepelné izolace 120 mm 2) součinitel prostupu tepla pro zateplení tloušťkou tepelné izolace 150 mm				

10.4 CELKOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE

V rámci provedení zateplení objektu dojde ke snížení spotřeby tepla k vytápění. Výpočty zahrnují pouze spotřebu tepla pro vytápění a není zde uvažována spotřeba energie pro ohřev teplé vody nebo osvětlení. Zateplením nedojde k žádným změnám ve spotřebě teplé vody nebo osvětlení a proto, že by tyto hodnoty zůstaly konstantní, jsem je do výpočtu nezahrnul. Po zateplení se sníží tepelné ztráty prostupem obalových konstrukcí, avšak tepelná ztráta větráním nám i po těchto stavebních úpravách zůstane stejná, protože je dána hygienickými požadavky a proto ji nelze omezit.

10.4.1 Spotřeba energie – stávající stav

Pro posouzení vlivu zateplení rodinného domu jsem jako první musel vypočítat tepelné ztráty objektu pro stávající stav konstrukcí bez jakýchkoliv změn, viz tab. č. 6. Z tohoto výsledku budeme nadále vycházet pro výpočet úspor jednotlivých variant. Tepelná ztráta rodinného domu v původním stavu je 18 304 W.

Výpočet jsem provedl ručně pomocí zjednodušeného výpočtu tepelných ztrát budovy tzv. „obálková metoda“. Ke stanovení hodnot se užívají vnější rozměry konstrukcí. Hranice výpočtu je v souladu s ČSN EN ISO 13 790, jako systémová hranice vytápěného prostoru. Objem budovy jsem stanovil z vnějších rozměrů, kde se nezapočítávají přečnívající konstrukce, atiky, lodžie a přiléhající nevytápěné části. Převažující vnitřní teplota vytápěného prostoru je pro obytné domy θ_{im} = 18 ˚C – 20 ˚C. Výpočtová venkovní teplota pro rodinný dům v obci Karolinka byla stanovena z tabulky v normě θ_e = -18 ˚C, která je závislá na poloze a nadmořské výšce objektu. Teplota vedlejších nevytápěných prostor θ_u a teplotu přilehlé zeminy θ_g jsem stanovil z tabulek uvedených v ČSN 060210. Dále jsem vypočítal tepelnou ztrátu prostupem jednotlivých obalových konstrukcí, dle vztahu 1., a poté jsem připočítal tepelné ztráty vazbami a tepelnými mosty pomocí přirážky ΔU = 0,05 pro běžné tepelné mosty dle vztahu 2. Celková měrná ztráta prostupem tepla se vypočte dle vztahu 3.

Nesmíme zapomenout vypočítat tepelnou ztrátu větráním, která se vypočte dle vztahu 4. Objekt musí splňovat minimální požadovanou výměnu vzduchu z hygienických důvodů, proto se nesmí tato ztráta zanedbat. Objemový tok vzduchu se stanoví, dle vztahu 5., jako vyšší z hodnot infiltrací (proudění vzduchu štěrbinami a spárami pláště budovy) a nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů. Celková tepelná ztráta objektu se poté vypočte jako součet celkové tepelné ztráty prostupem a celkové tepelné ztráty větráním dle vztahu 6.

$$\boldsymbol{\Phi_{T,i} = A_k \times U_k \times (\theta_{int,i} - \theta_e)} \qquad \text{(W)} \qquad (1)$$

kde

A_k – plocha konstrukce

U_k – součinitel prostupu tepla konstrukce

$\theta_{int,i}$ – návrhová vnitřní teplota

θ_e – výpočtová venkovní teplota

$$\sum A \times \Delta U \times (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad \text{(W)} \quad (2)$$

kde

$\sum A$ – suma všech konstrukcí

ΔU – korekční činitel pro tepelné vazby

$$\Phi_{T,i} = \sum (A_k \times U_k \times \Delta\theta) + \sum A_k \times \Delta U \quad \text{(W)} \quad (3)$$

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \times (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad \text{(W)} \quad (4)$$

kde

$H_{V,i}$ – tepelná ztráta větráním

$$H_{V,i} = V_i \times \rho \times c \quad \text{(W)} \quad (5)$$

kde

V_i – množství vzduchu přiváděného do místnosti

ρ – hustota vzduchu

c – měrná tepelná kapacita

$$\Phi = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad \text{(W)} \quad (6)$$

Tabulka č. 6 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - stávající stav

Výpočet tepelných ztrát objektu (stávající stav)					
Konstrukce		plocha	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	tepelná ztráta prostupem
		A (m^2)	U (W/m^2K)	$\theta_{int,i} - \theta_e$ (˚C)	$\Phi_{T,i}$ (W)
stěna ochlazovaná 1		127,8	1,42	38	6895,82
stěna ochlazovaná 2		80,1	0,78	38	2375,47
podlaha na zemině		50,0	0,75	15	562,50
strop v suterénu		34,0	0,99	20	673,20
strop nad přístavbou		20,0	0,25	29	145,00
strop původní		36,0	0,76	29	793,44
střecha		62,2	0,25	38	590,90
dveře		5,7	4,7	38	1012,66
okna		19,1	1,5	38	1088,70
luxfer		1,8	4	38	280,90
celkem		436,8			**14 419W**
tepelné vazby		= 436,8*0,05*38			**830W**
ztráty prostupem celkem				Φ_T =	**15 248W**
množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
V_m	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$	
473	4,5	0,05	1	212,85	
množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i}$					
V_m	n_{min}			$V_{min,i}$	
473	0,5			236,53	
ztráta větráním		Φ_V = 236,53*0,34*(20-(-18))			**3 056W**
celková ztráta budovy				Φ =	**18 304W**

10.4.2 Spotřeba energie – varianta č. 1

V této variantě se počítá se zateplením obvodových stěn pomocí kontaktního zateplovacího systému ETICS s tloušťkou tepelné izolace 120 mm. Tepelná ztráta rodinného domu varianty č. 1 je 10 926 W. Z následující tabulky je patrný výpočet a spotřeba energie na vytápění. Provedení tohoto zateplení má vliv na snížení spotřeby energie o 40 %.

Tabulka č. 7 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č. 1

Výpočet tepelných ztrát objektu (varianta 1) 120 mm					
Konstrukce		plocha	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	tepelná ztráta prostupem
		A (m^2)	U (W/m^2K)	$\theta_{int,i}\theta_e$ (˚C)	$\Phi_{T,i}$ (W)
stěna ochlazovaná 1		127,8	0,26	38	1262,61
stěna ochlazovaná 2		80,1	0,23	38	700,46
podlaha na zemině		50,0	0,75	15	562,50
strop v suterénu		34,0	0,99	20	673,20
strop nad přístavbou		20,0	0,25	29	145,00
strop původní		36,0	0,76	29	793,44
střecha		62,2	0,25	38	590,90
dveře		5,7	4,7	38	1012,66
okna		19,1	1,5	38	1088,70
luxfer		1,8	4	38	280,90
celkem		436,8			**7 110W**
tepelné vazby		= 436,8*0,05*38			**830W**
ztráty prostupem celkem				Φ_T =	**7 940W**
množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
V_m	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$	
473	4,5	0,05	1	212,85	
množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i}$					
V_m	n_{min}			$V_{min,i}$	
473	0,5			236,53	
ztráta větráním		Φ_V = 236,53*0,34*(20-(-18))			**3 056W**
celková ztráta budovy				Φ =	**10 996W**

10.4.3 Spotřeba energie – varianta č. 2

Tato varianta je provedena stejně jako varianta č. 1. Změna je pouze v tloušťce tepelné izolace, která je navýšena na 150 mm. Tepelná ztráta rodinného domu pro tuto variantu je 10 711 W. Zateplení má vliv na snížení spotřeby energie o 41 %

Tabulka č. 8 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č. 2

Výpočet tepelných ztrát objektu (varianta 2) 150 mm					
Konstrukce		plocha	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	tepelná ztráta prostupem
		A (m^2)	U (W/m^2K)	$\theta_{int,i}\theta_e$ (˚C)	$\Phi_{T,i}$ (W)
stěna ochlazovaná 1		127,8	0,22	38	1068,37
stěna ochlazovaná 2		80,1	0,2	38	609,09
podlaha na zemině		50,0	0,75	15	562,50
strop v suterénu		34,0	0,99	20	673,20
strop nad přístavbou		20,0	0,25	29	145,00
strop původní		36,0	0,76	29	793,44
střecha		62,2	0,25	38	590,90
dveře		5,7	4,7	38	1012,66
okna		19,1	1,5	38	1088,70
luxfer		1,8	4	38	280,90
celkem		436,8			**6 825W**
tepelné vazby		= 436,8*0,05*38			**830W**
ztráty prostupem celkem				Φ_T =	**7 655W**
množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
V_m	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$	
473	4,5	0,05	1	212,85	
množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i}$					
V_m	n_{min}			$V_{min,i}$	
473	0,5			236,53	
ztráta větráním		Φ_V = 236,53*0,34*(20-(-18))			**3 056W**
celková ztráta budovy				Φ =	**10 711W**

10.4.4 Spotřeba energie – varianta č. 3

V této variantě se jedná o výměnu pouze nevyhovujících výplní otvorů za nové plastové výplně s vyhovujícími parametry. Tepelná ztráta této varianty je 17 325 W. Toto zateplení přinese úsporu z celkové energie na vytápění pouze okolo 5 %.

Tabulka č. 9 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č.3

Výpočet tepelných ztrát objektu (varianta 3)					
Konstrukce		plocha	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	tepelná ztráta prostupem
		A (m^2)	U (W/m^2K)	$\theta_{int,i}\theta_e$ (˚C)	$\Phi_{T,i}$ (W)
stěna ochlazovaná 1		127,8	1,42	38	6895,82
stěna ochlazovaná 2		80,1	0,78	38	2375,47
podlaha na zemině		50,0	0,75	15	562,50
strop v suterénu		34,0	0,99	20	673,20
strop nad přístavbou		20,0	0,25	29	145,00
strop původní		36,0	0,76	29	793,44
střecha		62,2	0,25	38	590,90
dveře		5,7	1,1	38	237,01
okna		19,1	1,5	38	1088,70
luxfer		1,8	1,1	38	77,25
celkem		436,8			**13 439W**
tepelné vazby		= 436,8*0,05*38			**830W**
ztráty prostupem celkem				Φ_T =	**14 269W**
množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
V_m	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$	
473	4,5	0,05	1	212,85	
množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i}$					
V_m	n_{min}			$V_{min,i}$	
473	0,5			236,53	
ztráta větráním		Φ_V = 236,53*0,34*(20-(-18))			**3 056W**
celková ztráta budovy				Φ =	**17 325W**

10.4.5 Spotřeba energie – varianta č. 4

Tato varianta spočívá v zateplení stropní konstrukce mezi suterénem a 1. nadzemním podlažím pěnovým polystyrénem tloušťky 100 mm. Zateplena bude také podlaha na terénu a to minerální vlnou tloušťky 100 mm. Tepelná ztráta po zateplení těchto konstrukcí je 17 462 W. Celková úspora tohoto zateplení přinese celkovou úsporu na vytápění okolo 5 %.

Tabulka č. 10 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou – varianta č. 4

Výpočet tepelných ztrát objektu (varianta 4)					
Konstrukce		plocha	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	tepelná ztráta prostupem
		A (m^2)	U (W/m^2K)	$\theta_{int,i}\theta_e$ (˚C)	$\Phi_{T,i}$ (W)
stěna ochlazovaná 1		127,8	1,42	38	6895,82
stěna ochlazovaná 2		80,1	0,78	38	2375,47
podlaha na zemině		50,0	0,27	15	202,50
strop v suterénu		34,0	0,28	20	190,40
strop nad přístavbou		20,0	0,25	29	145,00
strop původní		36,0	0,76	29	793,44
střecha		62,2	0,25	38	590,90
dveře		5,7	4,7	38	1012,66
okna		19,1	1,5	38	1088,70
luxfer		1,8	4	38	280,90
celkem		436,8			**13 576W**
tepelné vazby		= 436,8*0,05*38			**830W**
ztráty prostupem celkem				Φ_T =	**14 406W**
množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
V_m	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$	
473	4,5	0,05	1	212,85	
množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i}$					
V_m	n_{min}			$V_{min,i}$	
473	0,5			236,53	
ztráta větráním		Φ_V = 236,53*0,34*(20-(-18))			**3 056W**
celková ztráta budovy				Φ =	**17 462W**

10.4.6 Spotřeba energie – varianta č. 5

Pro tuto variantu proběhne zateplení stropní konstrukce mezi 2. nadzemním podlažím a půdou. Zateplen bude pouze dřevěný trámový strop nad původní stavbou a to podlahovým polystyrenem o tloušťce izolace 100 mm. Tepelná ztráta po provedení zateplení je 17 782 W. Úspora tohoto zateplení bude pouhé 3 %.

Tabulka č. 11 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č.5

Výpočet tepelných ztrát objektu (varianta 5)					
Konstrukce		plocha	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	tepelná ztráta prostupem
		A (m^2)	U (W/m^2K)	$\theta_{int,i}\theta_e$ (˚C)	$\Phi_{T,i}$ (W)
stěna ochlazovaná 1		127,8	1,42	38	6895,82
stěna ochlazovaná 2		80,1	0,78	38	2375,47
podlaha na zemině		50,0	0,75	15	562,50
strop v suterénu		34,0	0,99	20	673,20
strop nad přístavbou		20,0	0,25	29	145,00
strop původní		36,0	0,26	29	271,44
střecha		62,2	0,25	38	590,90
dveře		5,7	4,7	38	1012,66
okna		19,1	1,5	38	1088,70
luxfer		1,8	4	38	280,90
celkem		436,8			**13 897W**
tepelné vazby		= 436,8*0,05*38			**830W**
ztráty prostupem celkem				Φ_T =	**14 726W**
množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
V_m	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$	
473	4,5	0,05	1	212,85	
množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i}$					
V_m	n_{min}			$V_{min,i}$	
473	0,5			236,53	
ztráta větráním		Φ_V = 236,53*0,34*(20-(-18))			**3 056W**
celková ztráta budovy				Φ =	**17 782W**

10.4.7 Spotřeba energie – varianta č. 6

Tato varianta bude provedena jako kombinace všech předchozích zateplení s tloušťkou tepelné izolace obvodových konstrukcí 120 mm. Toto zateplení bývá považováno při správném návrhu za nejlepší, vzhledem k tomu že zateplením všech obalových konstrukcí nám teplo již nemá kam unikat. Tepelná ztráta po provedení zateplení je 8 652 W. Provedením tohoto komplexního zateplení dosáhneme úspory energie na vytápění 53 %.

Tabulka č. 12 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č.6

Výpočet tepelných ztrát objektu (varianta 6)					
Konstrukce		plocha	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	tepelná ztráta prostupem
		A (m^2)	U (W/m^2K)	$\theta_{int,i}\theta_e$ (˚C)	$\Phi_{T,i}$ (W)
stěna ochlazovaná 1		127,8	0,26	38	1262,61
stěna ochlazovaná 2		80,1	0,23	38	700,46
podlaha na zemině		50,0	0,27	15	202,50
strop v suterénu		34,0	0,28	20	190,40
strop nad přístavbou		20,0	0,25	29	145,00
strop původní		36,0	0,26	29	271,44
střecha		62,2	0,25	38	590,90
dveře		5,7	1,1	38	237,01
okna		19,1	1,5	38	1088,70
luxfer		1,8	1,1	38	77,25
celkem		436,8			**4 766W**
tepelné vazby		= 436,8*0,05*38			**830W**
ztráty prostupem celkem				Φ_T =	**5 596W**
množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
V_m	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$	
473	4,5	0,05	1	212,85	
množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i}$					
V_m	n_{min}			$V_{min,i}$	
473	0,5			236,53	
ztráta větráním		Φ_V = 236,53*0,34*(20-(-18))			**3 056W**
celková ztráta budovy				Φ =	**8 652W**

10.4.8 Spotřeba energie – varianta č. 7

Tato varianta je stejnou kombinací jako varianta č. 6, pouze s rozdílem zateplení obvodových konstrukcí. Ve variantě č. 7 budou obvodové konstrukce zatepleny tloušťkou tepelné izolace 150 mm. Tepelná ztráta po provedení zateplení je 8 366 W. V této variantě dojde k celkovým úsporám na vytápění 54 %.

Tabulka č. 13 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č.7

Výpočet tepelných ztrát objektu (varianta 7)					
Konstrukce		plocha	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	tepelná ztráta prostupem
		A (m^2)	U (W/m^2K)	$\theta_{int,i}\theta_e$ (˚C)	$\Phi_{T,i}$ (W)
stěna ochlazovaná 1		127,8	0,22	38	1068,37
stěna ochlazovaná 2		80,1	0,2	38	609,09
podlaha na zemině		50,0	0,27	15	202,50
strop v suterénu		34,0	0,28	20	190,40
strop nad přístavbou		20,0	0,25	29	145,00
strop původní		36,0	0,26	29	271,44
střecha		62,2	0,25	38	590,90
dveře		5,7	1,1	38	237,01
okna		19,1	1,5	38	1088,70
luxfer		1,8	1,1	38	77,25
celkem		436,8			**4 481W**
tepelné vazby		= 436,8*0,05*38			**830W**
ztráty prostupem celkem				Φ_T =	**5 310W**
množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
V_m	n_{50}	e	ε	$V_{inf,i}$	
473	4,5	0,05	1	212,85	
množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i}$					
V_m	n_{min}			$V_{min,i}$	
473	0,5			236,53	
ztráta větráním		Φ_V = 236,53*0,34*(20-(-18))			**3 056W**
celková ztráta budovy				Φ =	**8 366W**

10.5 NÁKLADY NA PROVEDENÍ ZATEPLENÍ

Pro jednotlivé varianty zateplení jsem si nechal na daný rodinný dům vypracovat cenové nabídky. Pro výměnu výplní otvorů byla zpracována cenová nabídka firmou Okna AZ s.r.o. s poskytovanou zárukou 10 let. V rozpočtu je také zahrnuta demontáž a odvoz starých výplní, osazení nových výplní, zednické práce a hrubý úklid. Cenová nabídka je zpracovaná pro všechny okna a dveře v domě, proto si z této nabídky vybereme pouze potřebná okna a dveře, se kterými zateplení počítá. Pro zbylé varianty zateplení proběhlo nacenění nabídky firmou Zofi fasády s.r.o také s veškerými stavebními pracemi spojenými s realizací zateplení. Cenová nabídka na zateplení stropní konstrukce nad 2.NP, stropní konstrukce nad suterénem a podlahy na zemině je dle firmy Zofi fasády spíše orientační a přesná cena je závislá na osobní prohlídce jednotlivých konstrukcí. Cena se může částečně změnit, pokud například v podlaze budou shnilé trámy a podobně. Celková cena by se ale neměla lišit o více jak 15 % od cenové nabídky. Cenové nabídky zateplení jsou uvedeny v příloze č. 2. Celkové náklady jednotlivých variant zateplení jsou uvedeny v tab. č. 14.

Od 1. 4. 2014 se znovu rozběhl dotační program s názvem „Nová zelená úsporám“. Jde o státní dotační program, který je zaměřen na úspory energie a efektivní využití zdrojů energie staveb. V první oblasti čerpání dotací jde o zateplování stávajících rodinných domů. Výše získané podpory je závislá na rozsahu a kvalitě prováděných opatření. Platí, že čím nižší energetická náročnost budovy po realizaci zateplení tím vyšší dotace. Dle provedeného rozsahu zateplení je podpora v maximální výši 30 %, 40 % nebo 55% z celkových nákladů na provedení zateplení.

Tabulka č. 14 – Náklady na jednotlivé varianty zateplení

Varianta zateplení	Celkové náklady na provedení jednotlivých zateplení (Kč)
Varianta č.1 - zateplení obvodových stěn 120 mm	299 631
Varianta č.2 - zateplení obvodových stěn 150 mm	312 062
Varianta č.3 - výměna výplní nevyhovujících otvorů	25 410
Varianta č.4 - zateplení stropu suterénu a podlahy	32 500
Varianta č.5 - zateplení stropní konstrukce nad 2.NP	26 000
Varianta č.6 - kombinace zateplení variant 1+3+4+5	383 541
Varianta č.7 - kombinace zateplení variant 2+3+4+5	395 972

10.6 VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI INVESTICE

Prostá návratnost je poměrně snadno zjistitelný parametr a slouží k vyhodnocení, zda má daná investice vůbec smysl. Pokud je doba návratnosti delší než doba životnosti znamená to, že vložená investice se nám nikdy nevrátí. Pro ekonomické vyhodnocení potřebujeme znát tři parametry. Životnost zateplení stěn či střechy se odhaduje kolem 30 - 40 let. Životnost dřevěných a plastových oken někde kolem 30 let. Dle mého názoru by měly veškeré konstrukce týkající se kvalitního zateplení, pravidelné a správné údržby vydržet i více. [39]

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

Náklady na úsporné opatření

Tyto náklady jsou složeny ze dvou částí a to fixní a variabilní. Fixní náklady jsou opatření, bez kterých je zateplení neproveditelné, například cena projektu, pronájem lešení, fasádní barvy. Naopak variabilní náklady jsou měnitelné podle efektivity opatření, například tloušťka izolantu. [39]

Výše možných úspor energie

Výše úspor energie vychází z množství spotřebované energie při provozu stávajícího objektu a spotřeby energie po provedení zateplení. Výše budoucích úspor energie tedy záleží na množství spotřebované energie před provedením zateplení a po jejím provedení. [39]

Cena ušetřené energie

Cena ušetřené energie je dána množstvím úspor energie vynásobená cenou za energii. Při výpočtu prosté návratnosti se nezahrnuje růst cen energií do budoucna. [39]

Podrobný výpočet prosté návratnosti jednotlivých investic je vložen v příloze č. 3 a v tab. č. 15 je uveden přehled vyhodnocení provedených úprav.

Pokud pro tento rodinný dům provedeme kompletní zateplení pomocí varianty č. 6 nebo č. 7, lze zažádat o poskytnutí dotace v programu „Nová zelená úsporám“ a to ve výši 40 %. Poskytnutí dotace bude mít zásadní vliv na návratnost investice viz tab. č.16.

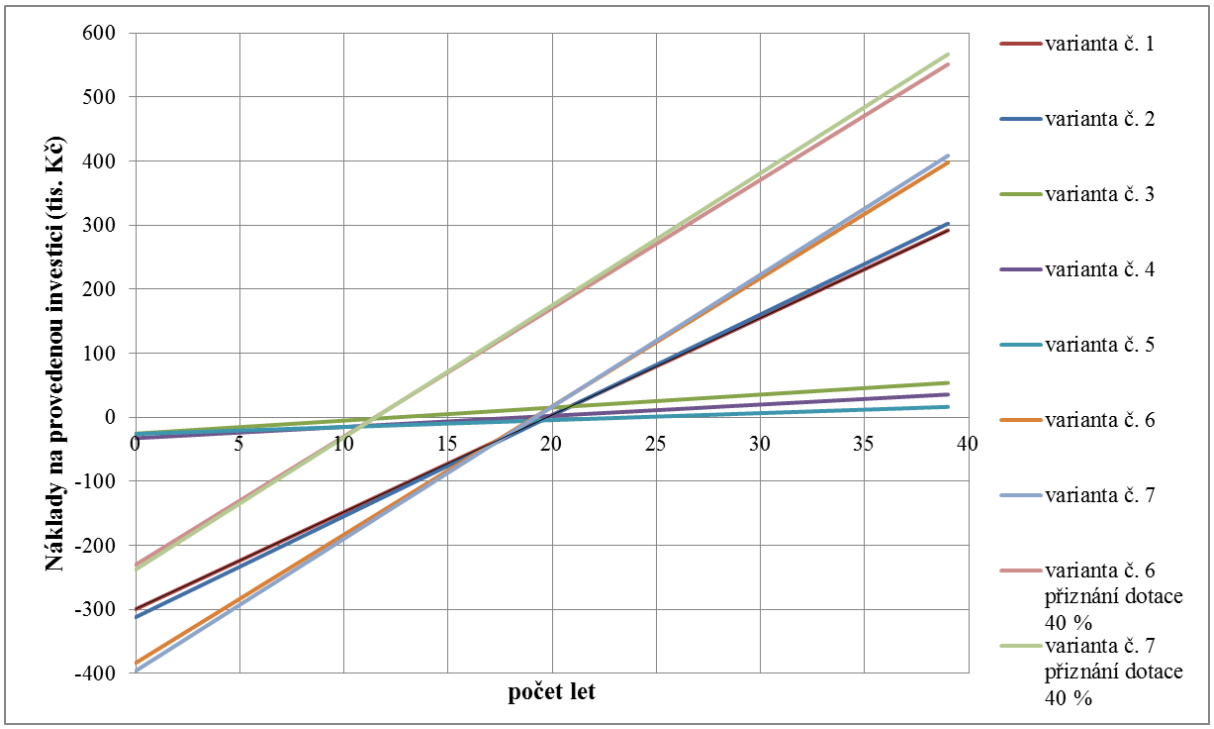
Tabulka č. 15 - přehled prostých návratností

varianta	náklady na vytápění	úspora energie		náklady na zateplení	návratnost
	(Kč/rok)	(%)	(Kč/rok)	(Kč)	(rok)
stávající stav	38 000	-	-		
varianta č. 1	22 828	40	15 172	299 631	20
varianta č. 2	22 237	41	15 763	312 062	20
varianta č. 3	35 968	5	2 032	25 410	13
varianta č. 4	36 252	5	1 748	32 500	19
varianta č. 5	36 916	3	1 084	26 000	24
varianta č. 6	17 962	53	20 038	383 541	20
varianta č. 7	17 368	54	20 632	395 972	20

Tabulka č. 16 - prostá návratnost s připočtením možných dotací pro variantu č. 6 a 7

varianta	náklady na vytápění	úspora energie		náklady na zateplení	náklady po započtení dotace	návratnost
	(Kč/rok)	(%)	(Kč/rok)	(Kč)	(Kč)	(rok)
dotace 40%						
varianta č. 6	17 962	53	20 038	383 541	230 125	12
varianta č. 7	17 368	54	20 632	395 972	237 583	12

Graf č. 3 – Návratnost jednotlivých variant



Z předchozích tabulek a grafu jsou patrny doby návratnosti jednotlivých variant. Nejkratší doba návratnosti je 13 let a to u varianty č. 3 výměny výplní otvorů nevyhovujících konstrukcí, proto je výhodné tuto variantu realizovat. Naopak nejdelší doba návratnosti je 24 let u varianty č. 5 zateplení stropní konstrukce nad 2. nadzemním podlažím, i tuto variantu je vhodné realizovat, pokud uvážíme, že minimální životnost zateplení se uvádí 30 - 40 let. Doby návratnosti zbylých variant vychází kolem 20 let. Je tedy zřejmé, že provedení zateplení jednotlivých variant se nám vrátí a investice se navíc zhodnotí.

Nejvhodnějším zateplením pro daný rodinný dům je podle provedených výpočtů kompletní zateplení uvedené ve variantě č. 7 s tepelnou izolací obvodových stěn tloušťky 150 mm. Doba návratnosti této investice je okolo 20 let. Vzhledem k vysokým ročním úsporám energie na vytápění a relativně přijatelné době návratnosti bude vynaložená investice za uvažovanou dobu životnosti 30 let zhodnocena a vynese nám navíc úsporu dalších 223 tisíc Kč. Pokud budeme uvažovat životnost zateplení 40 let, bude výnos z této investice 430 tisíc Kč.

Pokud se v rodinném domě provede výměna stávajícího kotle na tuhá paliva za jiný ekologicky šetrný zdroj (kotel na biomasu, krbová kamna na biomasu, tepelné čerpadlo, plynový kondenzační kotel), můžeme díky výši uspořené energie na vytápění vyhovujícího průměrného součinitele prostupu tepla při provedení zateplení varianty č. 7 požádat o dotaci v programu „Nová zelená úsporám“. Podle výpočtů je možné dosáhnout na dotaci 40 % z uznatelných nákladů na zateplení. Při poskytnutí dotace se doba návratnosti investice zkrátí na 12 let a výnosnost investice při 30 letech životnosti bude 381 tisíc Kč. Při 40 letech uvažované životnosti je výnosnost 588 tisíc Kč.

Pokud uvážíme neustálý nárůst cen energií, je velice pravděpodobné, že doba návratnosti bude ve skutečnosti o něco kratší, než je vypočítáno. To všechno bude záviset na vývoji cen energií.

11 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provést zateplení na konkrétním rodinném domě a posoudit ekonomickou návratnost investice do provedeného zateplení na této nemovitosti.

První část této práce jsem věnoval teoretickému popsání jednotlivých problémů vedoucích k představě správného návrhu zateplení. Byla zde popsána výstavba rodinných domů od historie až po současné požadavky na nové budovy, dále legislativa související se zateplováním budov. Rozebrána byla také energetická náročnost budov, vývoj cen energií, druhy tepelných izolací a velká část se týkala seznámení se se zateplováním rodinných domů. Zde byla věnovaná velká část důvodům zateplování a jejich možnostem, až po chybné provádění zateplení. Podrobně byl rozebrán kontaktní zateplovací systém ETICS.

Vzhledem k nemalým investičním nákladům na provedení zateplení je nezbytné ihned na počátku zvolit, jakou formou je vhodné objekt zateplit a klást důraz na kvalitu provedených prací, aby provedená úsporná opatření byla opravdu účinná. Proto je druhá část této práce věnována konkrétnímu rodinnému domu v obci Karolinka a zhodnocení ekonomické návratnosti zateplení této nemovitosti. Výpočty vycházejí ze sedmi různých variant řešení, kde v každé je provedeno tepelně technické posouzení jednotlivé varianty a proveden výpočet prosté návratnosti investice. V první řadě jsem musel spočítat spotřebu tepla rodinného domu spojenou s vytápěním. Z těchto vypočtených hodnot jsem mohl spočítat roční úspory na vytápění jednotlivých variant vzhledem ke stávajícímu stavu. Poté jsem již mohl vypočítat prostou návratnost jednotlivých variant, která vychází z ročních nákladů na vytápění a pořizovací ceny zateplení.

Prvních pět variant se týká pouze jednotlivých částí zateplování rodinného domu. První a druhá varianta řeší zateplení pouze obvodových stěn domu pomocí zateplovacího systému ETICS a to v každé variantě s jinou tloušťkou tepelné izolace. Prostá návratnost této investice vychází v obou variantách kolem 20 let s úsporou energie okolo 40 %.

Třetí varianta řeší výměnu nevyhovujících výplní otvorů. Počítá se s výměnou původních dřevěných vstupních a balkónových dveří s jednoduchým zasklením za nové plastové a výměnou skleněných tvárnic „luxfer“, také za nové plastové okno s vyhovujícími tepelnými vlastnostmi. Prostá návratnost této varianty vychází kolem 13 let s úsporou na vytápění okolo 5 %.

Čtvrtá varianta počítá se zateplením stropní konstrukce mezi suterénem a prvním nadzemním podlažím a zateplením podlahy na zemině. Prostá návratnost této varianty vychází na 19 let s úsporou energie kolem 5 %.

Pátá varianta potom počítá se zateplením stropní konstrukce mezi druhým nadzemním podlažím a půdou, kde prostá návratnost vychází kolem 24 let s úsporou energie pouze okolo 3 %.

Zbylé dvě varianty jsou potom vypočítány jako kombinace všech předchozích pouze s tím rozdílem, že varianta šest je uvažována se zateplením obvodových stěn pomocí izolace uvedené ve variantě jedna. Varianta sedm je poté uvažována se zateplením obvodových stěn pomocí varianty druhé.

V šesté variantě vyšla návratnost kolem 20 let s úsporou energie okolo 53 % a v sedmé variantě vyšla také návratnost kolem 20 let a uspořená energie 54 %.

Vzhledem k tomu, že všechny řešené varianty vychází v době návratnosti kratší, než je uvažovaná životnost těchto konstrukcí, je vhodné realizovat kteroukoliv z těchto variant. Na základě výsledků této práce bych ale doporučil realizovat zateplení pomocí sedmé varianty. Počáteční investice je sice nejvyšší, ale z hlediska budoucích úspor a návratnosti investice rozhodně nejvýhodnější. V případě realizace zateplení ještě letos a podání žádosti do dotačního programu „Nová zelená úsporám“ se při realizaci těchto opatření dá docílit státního příspěvku na provedení zateplení ve výši 40 %. Tato dotace má velice pozitivní vliv na prostou dobu návratnosti, která je v tomto případě pouze 12 let. Dle mého názoru bych tedy doporučil neotálet s rozhodováním, kdy realizovat zateplení a požádal bych o státní dotaci na provedení těchto opatření a zateplení provedl ještě letos.

Vypočtená doba návratnosti se bude pravděpodobně oproti skutečné částečně lišit, jelikož je závislá na mnoha proměnných. Nejčastějšími proměnnými jsou výše úrokových sazeb, pokud budeme investici realizovat pomocí úvěru a další proměnnou je výše cen energií na trhu. S pohledem do minulosti se dá ale předpokládat, že ceny energií stále porostou a nebudou se snižovat, proto se dá předpokládat, že doba návratnosti se z tohoto pohledu ještě zkrátí.

12 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] *RODINNÉ DOMY EUROLINE*: Výběr rodinného domu. [online]. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z www. <http://www.euroline.cz/cz/informace/vyber-domu.html>

[2] *Stavební tým Sardana, s.r.o.:* Jak začít. [online]. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: www. <http://stavebni.tym.cz/katRd/info/jakZacit/vyvojRd.htm>

[3] ČSN 73 0540. *Tepelná ochrana budov: požadavky.* Praha: UNMZ, 2011.

[4] *ČESKÉSTAVBY.CZ:* Od letošního roku se staví minimálně nízkoenergetické domy. POJAR, Petr. [online]. 23.02.2012. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z www. <http://www.ceskestavby.cz/clanky/od-letosniho-roku-se-stavi-minimalne-nizkoenergeticke-domy-20754.html>

[5] *Dům blízký energeticky nulovému a dům energeticky nulový*. POČINKOVÁ, Marcela. [online]. [cit. 2014-03-12]. Dostupné z www. <http://www.unium.cz/materialy/vut/fast/oze-prednasky-cvika-m36136-p1.html>

[6] HUDCOVÁ, Lenka. *Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa*. Praha: EkoWATT, 2009, 43 s. ISBN 978-80-87333-03-7.

[7] ŠÁLA, Jiří. *Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008, 290 s. ISBN 978-80-87093-30-6.

[8] *ČESKÁ RADA PRO ŠETRNÉ BUDOVY*: Požadavky na tepelné izolace podle novely ČSN 73 0540-2/2011. ŠUBRT, Roman. SDRUŽENÍ ENERGY CONSULTING. [online]. 2012. [cit. 2014-03-12]. Dostupné z www. <http://www.czgbc.org/zpravy/zprava/90/pozadavky-na-tepelne-izolace-podle-novely-csn-73-0540-22011>

[9] *Energetický poradce PRE*: TEPELNÉ ZTRÁTY. [online]. [cit. 2014-03-13]. Dostupné z www. <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/tepelne-ztraty/>

[10] *Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích*. ŠUBRT, Roman. Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích [online]. 2012 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z www. <http://www.tzb-info.cz/2526-tepelne-mosty-ve-stavebnich-konstrukcich >

[11] *SpolečenstvívlastníkůJEDNOTEK*: Zateplení lodžií - boční stěny. [online]. 2010. [cit. 2014-03-13]. Dostupné z www. <http://www.vondrousova1167-1169.cz/clanky/oprava-obvodoveho-plaste---informace-o-stavbe/zatepleni-lodzii.html>

[12] *Stavařina.cz:* Poruchy plochých střešních plášťů. JŮN, Petr. [online]. 2007 [cit. 2014-04-17]. Dostupné z www. < http://www.stavarina.cz/poruchy/poruchy-plochych-strech.htm >

[13] *GARDEN Moravia Termografické měření*: Termovize - tepelný most. [online]. [cit. 2014-04-17]. Dostupné z www. < http://gardenmoravia.cz/termovize-tepelny-most/>

[14] *Rožnovák.cz:* Snímky termokamerou. [online]. [cit. 2014-04-17]. Dostupné z www. <http://www.roznovak.cz/koupim-prodam-1-221.html?detail=2389>

[15] *INKAPO:* Energetický štítek obálky budovy. [online]. [cit. 2014-04-17]. Dostupné z: www. <http://www.inkapo.cz/sluzby/energeticky-stitek-obalky-budovy>

[16] *Stavebniny-rychle.cz:* energetický štítek budovy a jeho obsah. [online]. 9.7.2012. [cit. 2014-04-17]. Dostupné z www. <http://www.stavebniny-rychle.cz/energeticky-stitek-budovy-a-jeho-obsah.html>

[17] *BYDLENÍ.CZ*: Prukaz-energeticke-narocnosti-budov-5-dil. [online]. [cit. 2014-04-18]. Dostupné z www. <http://www.bydleni.cz/clanek/Prukaz-energeticke-narocnosti-budov-5-dil>

[18] *BYDLENÍ.CZ:* Průkaz energetické náročnosti budov - 1. díl. REMEŠ, Michal a HEJNÝ,Lukáš. [online]. 11.2.2013. [cit. 2014-04-17]. Dostupné z www. <http://zdrave.bydleni.cz/clanek/Prukaz-energeticke-narocnosti-budov-PENB-a-zmeny-po-1-1-2013>

[19] *Energo plan:* Co je to energetický audit. [online]. [cit. 2014-04-17]. Dostupné z www. <http://www.energoplan.cz/stranky/co-je-dobre-vedet/co-je-to-energeticky-audit.htm>

[20] *NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM*: O programu. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z www. <http://www.novazelenausporam.cz/o-programu/>

[21] *Czech RE Agency*: Špatná zpráva pro obnovitelné zdroje. [online]. 2010. [cit. 2014-04-10]. Dostupné z www. <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/studie-ceps>

[22] *TZBINFO.CZ: Cena paliv a energií.* [online] 2013 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z www. <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/7840-vyvoj-cen-pevnych-paliv-pro-domacnosti-v-letech-2007-2010. >

[23] *Tzbinfo:* Malá spalovací zařízení na pevná paliva pro domácnosti – 1. část. BUFKA, Aleš. [online]. 2013. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z www. <http://vytapeni.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9924-mala-spalovaci-zarizeni-na-pevna-paliva-pro-domacnosti-1-cast>

[24] STAVEBNICTVI3000.CZ: Tepelné izolace – přehled, materiály, druhy, způsoby použití. DALMATIKA DAŇKOVÁ, Dana a HEJHÁLEK Jiří. [online]. 2009. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z www. <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/tepelne-izolace-prehled-materialy-druhy-zpusoby-po/>

[25] ŠUBRT, Roman. *Tepelné izolace v otázkách a odpovědích*. 1. vyd. Praha: BEN, 2005, 143 s. ISBN 80-730-0159-4.

[26] GRYGERA, Filip a Alice KUPČEKOVÁ. *Bydlete úsporně: jak investovat do energetických úspor a získat dotaci v programu Zelená úsporám*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2010, 152 s. ISBN 978-80-251-2857-2.

[27] *REBU-STAV*: Důvody pro zateplení domu. HEJHÁLEK. [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z www. <http://www.rebustav.cz/duvody-pro-zatepleni-domu.htm>

[28] *Zatepleni-fasad.eu:* 10 důvodů proč zateplit dům. [online]. [cit. 2014-04-15]. Dostupné z www. <http://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/10-duvodu-proc-zateplit-dum/>

[29] SRDEČNÝ, Karel. *Úspory energie v domě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 111 s. ISBN 80-247-0523-0.

[30] *COLOR CENTRUM VRACOV:* Zateplovací systém Ekolak. [online]. [cit. 2014-04-25]. Dostupné z www. <http://www.colorcentrumvracov.cz/fasadni-systemy/zateplovaci-system-ekolak.html>

[31] *BETA PROJEKT*: Typy zateplovacích systémů. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z www. <http://www.betaprojekt.cz/clanky/typy-zateplovacich-systemov/ >

[32] ŠUBRT, Roman. *Zateplování*. 1. vyd. Brno: ERA, 2008, vi, 102 s. ISBN 978-80-7366-138-0.

[33] *Izolace-info:* Chyby při provádění zateplování. ŠUBRT, Roman. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z www. <http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/chyby-pri-provadeni-zateplovani/>

[34] *PROJECT STUDIO*: Termografické měření. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z www. <http://www.projekty-posudky-dozory.cz/termovizni-mereni>

[35] *Tzbinfo:* termovize. VACEK, Petr. [online]. 2010. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z www. <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/6660-termovize>

[36] ČSN 73 2901. *Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS)*. Praha: Český normalizační institut, 2005.

[37] *Technologický předpis zpracování zateplovacích systémů Sto:* Technologický postup zpracování. STO,s.r.o. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z www. <http://www.sto.cz/88430_CZ>

[38] *HOBR Holding s.r.o.:* Tepelně izolační systémy. [online]. 2011. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z www. <http://www.hobrholding.cz/clanky/tepelne-izolacni-systemy.html>

[39] MURTINGER. ENERGETIKA: ekonomika. [online]. 2008 [cit. 2014-05-25]. Dostupné z www. <hestia.energetika.cz/encyklopedie/14.htm>

13 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

RD	rodinný dům
PENB	průkaz energetické náročnosti budov
EŠOB	energetický štítek obálky budovy
EA	energetický audit
ETICS	vnější kontaktní zateplovací systém
EPS	expandovaný polystyren
XPS	extrudovaný polystyren
MW	minerální vlna
U	součinitel prostupu tepla

14 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Procentuální podíl tepelné ztráty obálkou budovy

Obr. č. 2 – Kondenzace vlhkosti způsobená tepelným mostem.

Obr. č. 3 – Důsledky zatékání do konstrukce

Obr. č. 4 – Detail tepelného mostu ve styku 3 zvenku ochlazovaných konstrukcí.

Obr. č. 5 – Viditelné úniky tepla pomocí měření termokamerou

Obr. č. 6 – Grafické znázornění energetického štítku obálky budovy.

Obr. č. 7 - Grafické znázornění PENB 1. strana

Obr. č. 8 - Grafické znázornění PENB 2. Strana

Obr. č. 9 – Prognóza cen energií do roku 2050 (CZK/MWh).

Obr. č. 10 – Vývoj ceny palivového dříví – metrové štěpiny.

Obr. č. 11 – Vývoj spotřebitelských cen uhlí.

Obr. č. 12 – Skladba kontaktního zateplovacího systému

Obr. č. 13 – Odvětrávaný zateplovací systém

Obr. č. 14 – Chybné provedení zateplovacího systému obvodových stěn

Obr. č. 15 – Barvy podle teplot snímaných termokamerou od nejchladnějších (tmavých) po nejteplejší (světlé) místa.

Obr. č. 16 – Termovizní snímek špatně provedeného zateplovacího systému

Obr. č. 17 - Založení systému zakládací lištou.

Obr. č. 18 - Způsoby nanesení lepící hmoty na tepelnou izolaci.

Obr. č. 19 – Množství a způsob rozmístění hmoždinek na izolačních deskách.

Obr. č. 20 – Vyztužení rohu objektu skleněnou síťovinou.

Obr. č. 21 – Rohy otvorů vyztužené diagonálně pruhy skleněné síťoviny.

Obr. č. 22 – Osazení dilatačních lišt.

Obr. č. 23 – Způsob uložení skleněné síťoviny s minimálním přesahem 100 mm.

Obr. č. 24 – termovizní snímky rodinného domu

15 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka č. 1 – Přehled veličin charakterizujících pasivní budovu.

Tabulka č. 2 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla.

Tabulka č. 3 – Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Tabulka č. 4 – Zařazení do jednotlivých tříd na základě násobku hodnoty budovy referenční

Tabulka č. 5 – Hodnoty součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce

Tabulka č. 6 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - stávající stav

Tabulka č. 7 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č. 1

Tabulka č. 8 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č. 2

Tabulka č. 9 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č.3

Tabulka č. 10 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou – varianta č. 4

Tabulka č. 11 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č.5

Tabulka č. 12 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č.6

Tabulka č. 13 - Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou - varianta č.7

Tabulka č. 14 – Náklady na jednotlivé varianty zateplení

Tabulka č. 15 - přehled prostých návratností

Tabulka č. 16 - prostá návratnost s připočtením možných dotací pro variantu č. 6 a 7

16 SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf. č. 1 - Vývoj cen elektřiny pro domácnost z databáze Eurostatu v EUR/kWh

Graf. č. 2 – Vývoj cen plynu pro domácnost z databáze Eurostatu v EUR/Gigajoule

Graf č. 3 – Návratnost jednotlivých variant

17 PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 1 – SKLADBA POSUZOVANÝCH KONSTRUKCÍ

Stěna obvodová 1

	Stávající stav		Nový stav	
Vápenocementová omítka	20	mm	20	mm
Cihla plná pálená	450	mm	440	mm
Břizolitová omítka	20	mm	20	mm
Lepící stěrka			5	mm
Tepelná izolace EPS 70F			120 (150)	mm
Výztužná omítka			3	mm
Silikonová omítka			2	mm

Stěna obvodová 2

	Stávající stav		Nový stav	
Vápenocementová omítka	20	mm	20	mm
Plynosilikátové tvárnice	400	mm	400	mm
Břizolitová omítka	20	mm	20	mm
Lepící stěrka			5	mm
Tepelná izolace EPS 70F			120 (150)	mm
Výztužná omítka			3	mm
Silikonová omítka			2	mm

Stropní konstrukce nad suteterénem

	Stávající stav		Nový stav	
Cementový potěr	50	mm	50	mm
Sypaná vrstva škvára	80	mm	80	mm
Tvarovky HURDIS	80	mm	80	mm
Vápenocementová omítka	20	mm	20	mm
Lepící stěrka			5	mm
Tepelná izolace EPS 70F			100	mm
Výztužná Stěrka			3	mm

Stropní konstrukce nad 2 NP

	Stávající stav		Nový stav	
Podbití HERAKLIT	25	mm	25	mm
Škvára mezi dřevěnými trámy	140	mm	140	mm
Záklop – dřevěné prkna	25	mm	25	mm
Tepelná izolace EPS 100 Z			100	mm
OSB desky – 2 x			18	mm

Podlaha na zemině

	Stávající stav		Nový stav	
Dřevěné prkna - tvrdé	30	mm	30	mm
Dřevěné trámy	200	mm	200	mm
Tepelná izolace MW mezi trámy			100	mm
Násyp – rostlá půda	800	mm	800	mm

PŘÍLOHA Č. 2 – NABÍDKOVÉ ROZPOČTY

Nabídkový rozpočet – Zateplení fasády – tloušťka 120 mm

KRYCÍ LIST NABÍDKY

Zakázka:	Zateplení RD – tl. 120 mm
Objednatel:	Jan Batrla, Havlíčkova 1181, 757 01 Valašské Meziříčí
E-mail, tel.:	j.batrla@seznam.cz, 737 448 491

Zhotovitel:	Zofi fasády s.r.o., 753 53 Horní Újezd 147, IČ: 277 61 258, DIČ: CZ277 61 258
Připravil:	Bc. Ivo Toláš, tolas@zofifasady.cz, 778 030 464
Obchodník:	Roman Studený, studeny@zofifasady.cz, 776 188 359
Ze dne:	18.4.2014
Nabídka č.:	NVS 14054

SEZNAM KAPITOL ROZPOČTU

Lešení	28 950,00
Úpravy povrchu fasády zateplovacím systémem	231 598,75
Klempířské a další práce	0,00

Součet za práce bez DPH	260548,75
(RD, BD, PD = 15%, firmy, nebytové = 21%) DPH 15%	39082,31
Celkový součet s DPH	**299631,06**

DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE K NABÍDCE:

Doba realizace: 25 dnů
Záruční doba: 60měsíců
Platnost nabídky: 3 měsíce

!! Při realizaci Vám ZDARMA zpracujeme 3 varianty barevného řešení fasády !!!

Reference: ZATEPLENÍ FASÁD - FOTO
Vzdělávací seminář o zateplování fasád: WWW.SPRAVNEZATEPLENIFASAD.CZ
Informace o zateplování staveb: WWW.ZATEPLENI-FASAD.EU

ROZPOČET STAVBY

Číslo pol.	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem
	Lešení				**28 950,00**
1	Montáž lešení jednořadového s podlahami š do 1 m v do 10 m	m2	240,000	40,00	9 600,00
2	Příplatek k lešení jednořadovému s podlahami š do 1 m v do 10 m za první měsíc použití	m2	240,000	30,00	7 200,00
3	Demontáž lešení jednořadového s podlahami š do 1 m v do 10 m	m2	240,000	30,00	7 200,00
4	Přesun hmot samostatně budovaných lešení	t	5,500	900,00	4 950,00
	Úpravy povrchu fasády zateplovacím systémem				**231 598,75**
1	Zakrytí oken a dveří PVC folií s páskou	m2	20,000	40,00	800,00
2	KZS stěn budov *„Ceresit Universal, bílý polystyren, tl. 120 mm "* (materiál + práce)	m2	207,000	837,00	173 259,00
	Práce: nalepení izolantu, zajištění talířovými hmoždinkami včetně osazení zátek, přebroušení desek, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky, napenetrování a natažení omítky	m2		450,00	
	Materiál celkem:	m2		387,00	
	Izolant +5%prořez: Styrotrade EPS 70F, tl. 120 mm				
	Lepicí a stěrkovací hmota 12kg/m2: Ceresit CT 80				
	Talířové hmoždinky 6ks/m2: TTH 10/180 mm				
	Zátky na přerušení tep. mostů 6ks/m2: EPS zátky bílé 70 mm				
	Armovací tkanina 1,1m2: Vertex R131				
	Penetrace pod omítku: Ceresit CT 16				
	Omítka: Ceresit CT 74, silikonová, 1,5 mm zrnitá (výběr ze 150 odstínů)				
3	KZS ostění a nadpraží oken a dveří *„Ceresit Universal, bílý polystyren, tl. 60 mm"* (materiál + práce)	m2	25,000	686,00	17 150,00
	Práce: nalepení izolantu, přebroušení desek, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky, napenetrování a natažení omítky	m2		400,00	
	Materiál celkem:	m2		286,00	
	Izolant +5%prořez: Styrotrade EPS 70F, tl. 60 mm				
	Lepicí a stěrkovací hmota 12kg/m2: Ceresit CT 80				
	Armovací tkanina 1,1m/m2: Vertex R131				
	Penetrace pod omítku: Ceresit CT 16				
	Omítka: Ceresit CT 74, silikonová, 1,5 mm zrnitá (výběr ze 150 odstínů)				
4	KZS parapetů *„Ceresit Universal, bílý polystyren(tepelně izolační malta, tl. 10-20 mm"* (materiál + práce)	m2	4,000	356,00	1 424,00
	Práce: nalepení izolantu, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky (nanesení malty)	m2		250,00	
	Materiál celkem:	m2		106,00	
	Izolant +5%prořez: Styrotrade EPS 70F, tl. 10-20 mm				
	Lepicí a stěrkovací hmota 12kg/m2: Ceresit CT 80				
	Armovací tkanina 1,1m/m2: Vertex R131				
5	KZS soklové části *„Ceresit Sokl, Perimetr SD, tl. 80 mm "* (materiál + práce)	m2	27,450	1 055,00	28 959,75
	Práce: nalepení izolantu, zajištění talířovými hmoždinkami, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky, napenetrování a natažení omítky	m2		450,00	
	Materiál celkem:	m2		605,00	
	Izolant +5%prořez: Perimetr SD, tl. 80 mm				

	Lepicí a stěrkovací hmota 12kg/m2: Ceresit CT 85 **Talířové hmoždinky 4ks/m2:** TTH 10/160 mm **Armovací tkanina 1,1m2:** Vertex R131 **Penetrace pod omítku:** Ceresit CT 16 **Omítka mozaiková:** Ceresit CT 77, mozaiková, zrna 1,4-2,0 mm				
6	Zakládací profil + příslušenství (podložky, natloukací hmoždiny)	m	46,000	115,00	5 290,00
7	Rohový profil PVC 100x100 mm s tkaninou (počítáno i s parapety)	m	81,000	13,00	1 053,00
8	Začišťovací okenní profil 6mm s tkaninou (bílá)	m	64,000	32,00	2 048,00
9	Okapový okenní LT profil	m	20,000	28,00	560,00
10	Montáž fasádních profilů	m	211,000	5,00	1 055,00

	Klempířské a další práce				**0,00**
1	Demontáž stávajících parapetů + odvoz	m	0,000	20,00	0,00
2	Parapety „PZ plech, komaxit bava" (materiál, práce)	m	0,000	600,00	0,00

Nabídkový rozpočet – Zateplení fasády – tloušťka 150 mm

KRYCÍ LIST NABÍDKY

Zakázka:	Zateplení RD – tl. 150 mm
Objednatel:	Jan Batrla, Havlíčkova 1181, 757 01 Valašské Meziříčí
E-mail, tel.:	j.batrla@seznam.cz, 737 448 491

Zhotovitel:	Zofi fasády s.r.o., 753 53 Horní Újezd 147, IČ: 277 61 258, DIČ: CZ277 61 258
Připravil:	Bc. Ivo Toláš, tolas@zofifasady.cz, 778 030 464
Obchodník:	Roman Studený, studeny@zofifasady.cz, 776 188 359
Ze dne:	18.4.2014
Nabídka č.:	NVS 14054

SEZNAM KAPITOL ROZPOČTU

Lešení	**28 950,00**
Úpravy povrchu fasády zateplovacím systémem	**242 408,75**
Klempířské a další práce	**0,00**
Součet za práce bez DPH	**271358,75**
(RD, BD, PD = 15%, firmy, nebytové = 21%) **DPH 15%**	**40703,81**
Celkový součet s DPH	**312062,56**

DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE K NABÍDCE:

Doba realizace: 25 dnů
Záruční doba: 60měsíců
Platnost nabídky: 3 měsíce

!! Při realizaci Vám ZDARMA zpracujeme 3 varianty barevného řešení fasády !!!

Reference: ZATEPLENÍ FASÁD - FOTO
Vzdělávací seminář o zateplování fasád: WWW.SPRAVNEZATEPLENIFASAD.CZ
Informace o zateplování staveb: WWW.ZATEPLENI-FASAD.EU

ROZPOČET STAVBY

Číslo pol.	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem
	Lešení				**28 950,00**
1	Montáž lešení jednořadového s podlahami š do 1 m v do 10 m	m2	240,000	40,00	9 600,00
2	Příplatek k lešení jednořadovému s podlahami š do 1 m v do 10 m za první měsíc použití	m2	240,000	30,00	7 200,00
3	Demontáž lešení jednořadového s podlahami š do 1 m v do 10 m	m2	240,000	30,00	7 200,00
4	Přesun hmot samostatně budovaných lešení	t	5,500	900,00	4 950,00
	Úpravy povrchu fasády zateplovacím systémem				**242 408,75**
1	Zakrytí oken a dveří PVC folií s páskou	m2	20,000	40,00	800,00
2	KZS stěn budov *„Ceresit Universal, bílý polystyren, tl. 150 mm "* (materiál + práce)	m2	207,000	887,00	183 609,00
	Práce: nalepení izolantu, zajištění talířovými hmoždinkami včetně osazení zátek, přebroušení desek, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky, napenetrování a natažení omítky	m2		450,00	
	Materiál celkem:	m2		437,00	
	Izolant +5%prořez: Styrotrade EPS 70F, tl. 150 mm				
	Lepicí a stěrkovací hmota 12kg/m2: Ceresit CT 80				
	Talířové hmoždinky 6ks/m2: TTH 10/210 mm				
	Zátky na přerušení tep. mostů 6ks/m2: EPS zátky bílé 70 mm				
	Armovací tkanina 1,1m2: Vertex R131				
	Penetrace pod omítku: Ceresit CT 16				
	Omítka: Ceresit CT 74, silikonová, 1,5 mm zrnitá (výběr ze 150 odstínů)				
3	KZS ostění a nadpraží oken a dveří *„Ceresit Universal, bílý polystyren, tl. 60 mm"* (materiál + práce)	m2	25,000	686,00	17 150,00
	Práce: nalepení izolantu, přebroušení desek, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky, napenetrování a natažení omítky	m2		400,00	
	Materiál celkem:	m2		286,00	
	Izolant +5%prořez: Styrotrade EPS 70F, tl. 60 mm				
	Lepicí a stěrkovací hmota 12kg/m2: Ceresit CT 80				
	Armovací tkanina 1,1m/m2: Vertex R131				
	Penetrace pod omítku: Ceresit CT 16				
	Omítka: Ceresit CT 74, silikonová, 1,5 mm zrnitá (výběr ze 150 odstínů)				
4	KZS parapetů *„Ceresit Universal, bílý polystyren(tepelně izolační malta, tl. 10-20 mm"* (materiál + práce)	m2	4,000	356,00	1 424,00
	Práce: nalepení izolantu, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky (nanesení malty)	m2		250,00	
	Materiál celkem:	m2		106,00	
	Izolant +5%prořez: Styrotrade EPS 70F, tl. 10-20 mm				
	Lepicí a stěrkovací hmota 12kg/m2: Ceresit CT 80				
	Armovací tkanina 1,1m/m2: Vertex R131				
5	KZS soklové části *„Ceresit Sokl, Perimetr SD, tl. 80 mm "* (materiál + práce)	m2	27,450	1 055,00	28 959,75
	Práce: nalepení izolantu, zajištění talířovými hmoždinkami, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky, napenetrování a natažení omítky	m2		450,00	
	Materiál celkem:	m2		605,00	
	Izolant +5%prořez: Perimetr SD, tl. 80 mm				

	Lepicí a stěrkovací hmota 12kg/m2: Ceresit CT 85 **Talířové hmoždinky 4ks/m2:** TTH 10/160 mm **Armovací tkanina 1,1m2:** Vertex R131 **Penetrace pod omítku:** Ceresit CT 16 **Omítka mozaiková:** Ceresit CT 77, mozaiková, zrna 1,4-2,0 mm				
6	Základací profil + příslušenství (podložky, natloukací hmoždiny)	m	46,000	125,00	5 750,00
7	Rohový profil PVC 100x100 mm s tkaninou (počítáno i s parapety)	m	81,000	13,00	1 053,00
8	Začišťovací okenní profil 6mm s tkaninou (bílá)	m	64,000	32,00	2 048,00
9	Okapový okenní LT profil	m	20,000	28,00	560,00
10	Montáž fasádních profilů	m	211,000	5,00	1 055,00

	Klempířské a další práce				**0,00**
1	Demontáž stávajících parapetů + odvoz	m	0,000	20,00	0,00
2	Parapety „PZ plech, komaxit bava" (materiál, práce)	m	0,000	600,00	0,00

Nabídkový rozpočet - zateplení podlahové konstrukce nad suterénem

Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem (Kč)
napenetrování, nalepení izolantu, zajištění talířovými hmoždinkami, natažení stěrky + vtlačení armovací tkaniny, nanesení druhé vrstvy stěrky a její zatření (nepočítáno s vymalováním)	m^2	34	515	17500

Nabídkový rozpočet - zateplení podlahové konstrukce nad 2.NP

očištění podkladu, nalepení tepelné izolace, nalepení OSB desky na EPS pomocí pěny, pokládka druhé vrstvy OSB desky a jejích vzájemné sešroubování	m^2	36	720	26000

Nabídkový rozpočet - zateplení podlahy na zemině

rozebrání podlahy,příprava podkladu, vložení tepelného izolantu (MW 100mm), zpětné složení podlahy	m2	50	300	15000

Nabídkový rozpočet – Výměna oken

Cenová nabídka číslo: N-1168/14

Číslo stránky: 1 Počet stran: 4

Datum vytvoření: 18.4.2014

OKNA AZ s.r.o.	
Adresa:	Zašovská 750
	757 01 Valašské Meziříčí
IČO:	26796767
DIČ:	CZ26796767
Tel.:	571615865, 608868168
Fax.:	571 615 865

Vzorková prodejna Zašovská ul. č.p.750 (pod rádiem Apollo) e-mail: oknaaz@oknaaz.cz

Vážený zákazníku

předkládáme Vám cenovou nabídku, jejíž součástí je dodávka námi vyráběných oken.
Na okna Vám poskytneme záruku 10 let, bez nutnosti placených servisních prohlídek.
Víme co můžeme slíbit, okna a dveře vyrábíme již dvanáctým rokem.
Montáž a zednické práce budou provedeny našimi školenými pracovníky.

Ručíme tak za kvalitu našich výrobků a provedených prací.

Rozpočet je dle cenových podmínek platných do 30.06.2014.

Popis výrobků - okna , dveře :
Firma OKNA AZ s.r.o. je výrobcem plastových oken a dveří.
Na výrobky je nově vydán protokol o ověření shody typu výrobku podle §7 nařízení vlády č.163/2002 Sb. : č.OSV - 2007 - 0272a/P , autorizovanou osobou 212 Centrum stavebního inženýrství a.s. Praha 10, Hostivař z ledna 2007. Součinitel prostupu tepla celého okna s trojskiem U = 0,95 - 1,0 W/m2K, s dvojskiem U = 1,15 - 1,2 W/m2K

Okenní profil KBE AD 70 (firma KBE GmbH, Berlin, SRN) 5 - komorový 70mm systém z tvrzeného silnostěného PVC (vnější síla pláště 3,2 mm !).
Tento systém zaručuje maximální tuhost v krutu a průhybu v kategorii oken z PVC profilů, vyniká vysokou odolností proti vytržení kování.
Profily nesou známku GREENLINE tzn. bezolovnaté.

Okenní kování MACO MULTITREND (firma MAYER a Co. Beschlage GmbH, Salzburg, Rakousko) splňuje normy EU.
V základním vybavení je :
- mikroventilace u sklopných křídel (4. poloha kliky - pootevření 4mm),
- polohovací pojistka - zajišťuje přesný náběh křídla do rámu, zabraňuje nežádoucí manipulaci s klikou při otevřeném okně
- u balkonových dveří aretační západka s vnějším madélkem - umožňuje zavření dveří z vnější strany.

Zasklení GLAVERBEL - TMT Glass a.s. trojsklo 4-12-4-12-4 PREMIUM + ARGON s koeficientem tepelné propustnosti u=0,7 útlum hluku cca 30 dB.

Doplňky: parapety vnitřní, parapety vnější, žaluzie, interierové rolety, předokenní rolety,

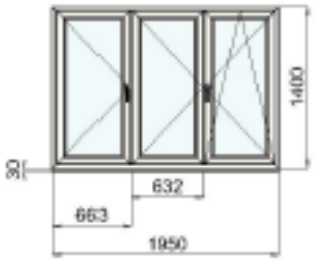
Obchodní podmínky :
Pokud chcete zakázku realizovat, kontaktujte nás, provedeme přesné zaměření oken a konečnou specifikaci doplňků. Na základě zaměření vypracujeme smlouvu a dohodneme přesný termín realizace. Po úhradě 70% zálohy budou Vaše okna ihned zadána do výroby. Doplatek po ukončení zakázky.

S pozdravem Hroch Zbyněk,
jednatel OKNA AZ s.r.o.

Číslo nabídky: N-1168/14 **Název etapy:** Etapa č. 1

Excalibur

Pozice: 1 **Název výrobku:** 3 dílné



Základní cena:			12105,66 Kč
Rám:	390.06S_63 mm_AD70	Weiß	
Křídlo:	395.67S_77 mm_AD70	Weiß	
Výplň:	1 4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	3	Cena za ks:	12105,66 Kč
Cena za počet:			**36316,98 Kč**
Cena doplňků:			**0,00 Kč**
Cena s doplňky:			**36316,98 Kč**

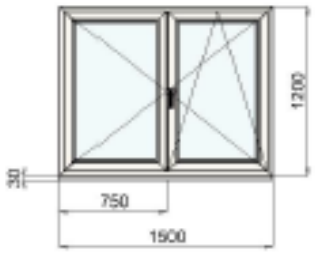
Pozn.:

Pozice: 2 **Název výrobku:** OVL-OSP

Základní cena:			7245,28 Kč
Rám:	390.06S_63 mm_AD70	Weiß	
Křídlo:	395.67S_77 mm_AD70	Weiß	
Výplň:	1 4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	5	Cena za ks:	7245,28 Kč
Cena za počet:			**36226,42 Kč**
Cena doplňků:			**0,00 Kč**
Cena s doplňky:			**36226,42 Kč**

Pozn.:

Pozice: 3 **Název výrobku:** OVL-OSP



Základní cena:			7056,60 Kč
Rám:	390.06S_63 mm_AD70	Weiß	
Křídlo:	395.67S_77 mm_AD70	Weiß	
Výplň:	1 4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	1	Cena za ks:	7056,60 Kč
Cena za počet:			**7056,60 Kč**
Cena doplňků:			**0,00 Kč**
Cena s doplňky:			**7056,60 Kč**

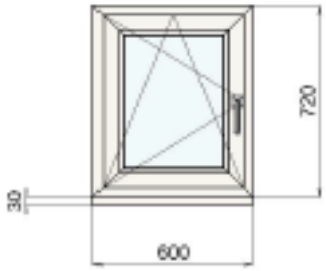
Pozn.:

Pozice: 4 **Název výrobku:** OSL

Základní cena:			2905,66 Kč
Rám:	390.06S_63 mm_AD70	Weiß	
Křídlo:	395.67S_77 mm_AD70	Weiß	
Výplň:	1 4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	2	Cena za ks:	2905,66 Kč
Cena za počet:			**5811,32 Kč**
Cena doplňků:			**0,00 Kč**
Cena s doplňky:			**5811,32 Kč**

Pozn.:

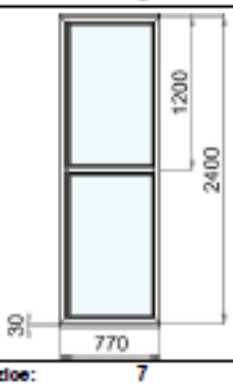
Pozice: 5 **Název výrobku:** OSL



Základní cena:			2556,60 Kč
Rám:	390.06S_63 mm_AD70	Weiß	
Křídlo:	395.67S_77 mm_AD70	Weiß	
Výplň:	1 4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	2	Cena za ks:	2556,60 Kč
Cena za počet:			**5113,21 Kč**
Cena doplňků:			**0,00 Kč**
Cena s doplňky:			**5113,21 Kč**

Pozn.:

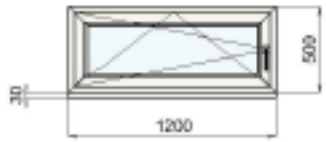
Pozice: 6 **Název výrobku:** OSL



Základní cena:			3169,81 Kč
Rám:	390.06S_63 mm_AD70	Weiß	
Výplň:	1 4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	1	Cena za ks:	3169,81 Kč
Cena za počet:			**3169,81 Kč**
Cena doplňků:			**0,00 Kč**
Cena s doplňky:			**3169,81 Kč**

Pozn.:

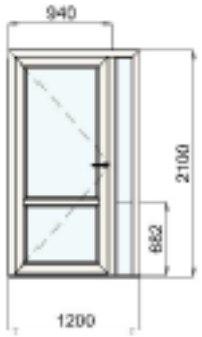
Pozice: 7 **Název výrobku:** OSL



Základní cena:			3203,77 Kč
Rám:	390.06S_63 mm_AD70	Weiß	
Křídlo:	395.67S_77 mm_AD70	Weiß	
Výplň:	1 4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	1	Cena za ks:	3203,77 Kč
Cena za počet:			**3203,77 Kč**
Cena doplňků:			**0,00 Kč**
Cena s doplňky:			**3203,77 Kč**

Pozn.:

Pozice: 8 **Název výrobku:** Dveře



Základní cena:			22924,53 Kč
Rám:	Blendrahmen 69 mm	Weiß	
Křídlo:	Tür-Flügel außen öffnend 126 mm	Weiß	
Výplň:	1 4-16-4 k=1,1		
	2 4-16-4 k=1,1		
	3 4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	1	Cena za ks:	22924,53 Kč
Cena za počet:			**22924,53 Kč**
Cena doplňků:			**0,00 Kč**
Cena s doplňky:			**22924,53 Kč**

Pozn.:

Pozice: 9 **Název výrobku:** Dveře balkonové

Základní cena:				10301,89 Kč
Rám:	390.06S_63 mm_AD70		Weiß	
Křídlo:	395.67S_77 mm_AD70		Weiß	
Výplň:	1	4-16-4 k=1,1		
	2	4-16-4 k=1,1		
	3	4-16-4 k=1,1		
Počet kusů:	1		Cena za ks:	10301,89 Kč
Cena za počet:				**10301,89 Kč**
Cena doplňků:				**0,00 Kč**
Cena s doplňky:				**10301,89 Kč**

Pozn.:

Výrobky:	Cena před slevou: Kč	Sleva: %	Cena po slevě: Kč
- základní cena:	**130124,63**	**47,0**	**68966,00**
- cena s příslušenstvím:	**130124,63**	**47,0**	**68966,00**
Cena za montáž:	12000,00	0,0	12000,00
Cena za doplňky:	0,00	0,0	0,00
Cena služeb:	0,00	0,0	0,00
Celkem:	**142124,63**		**80966,00**

DPH služeb:	14,0 %		11335,24
Cena celkem s DPH		**Kč**	**92301,00**

Varianty - příplatky:

a) vnější zlatý dub : +13880,- vč. DPH

b) oboustranný zlatý dub na hnědém profilu : +25.630,- vč DPH

PŘÍLOHA Č. 3 – VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI

Varianta č.1

ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	300	-300	20	15	0	4
1	15	0	-284	21	15	0	19
2	15	0	-269	22	15	0	34
3	15	0	-254	23	15	0	49
4	15	0	-239	24	15	0	64
5	15	0	-224	25	15	0	80
6	15	0	-209	26	15	0	95
7	15	0	-193	27	15	0	110
8	15	0	-178	28	15	0	125
9	15	0	-163	29	15	0	140
10	15	0	-148	30	15	0	156
11	15	0	-133	31	15	0	171
12	15	0	-118	32	15	0	186
13	15	0	-102	33	15	0	201
14	15	0	-87	34	15	0	216
15	15	0	-72	35	15	0	231
16	15	0	-57	36	15	0	247
17	15	0	-42	37	15	0	262
18	15	0	-27	38	15	0	277
19	15	0	-11	39	15	0	292

Varianta č.2

ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	312	-312	20	16	0	3
1	16	0	-296	21	16	0	19
2	16	0	-281	22	16	0	35
3	16	0	-265	23	16	0	50
4	16	0	-249	24	16	0	66
5	16	0	-233	25	16	0	82
6	16	0	-217	26	16	0	98
7	16	0	-202	27	16	0	114
8	16	0	-186	28	16	0	129
9	16	0	-170	29	16	0	145
10	16	0	-154	30	16	0	161
11	16	0	-139	31	16	0	177
12	16	0	-123	32	16	0	192
13	16	0	-107	33	16	0	208
14	16	0	-91	34	16	0	224
15	16	0	-76	35	16	0	240
16	16	0	-60	36	16	0	255
17	16	0	-44	37	16	0	271
18	16	0	-28	38	16	0	287
19	16	0	-13	39	16	0	303

Varianta č.3

ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	25	-25	20	2	0	15
1	2	0	-23	21	2	0	17
2	2	0	-21	22	2	0	19
3	2	0	-19	23	2	0	21
4	2	0	-17	24	2	0	23
5	2	0	-15	25	2	0	25
6	2	0	-13	26	2	0	27
7	2	0	-11	27	2	0	29
8	2	0	-9	28	2	0	31
9	2	0	-7	29	2	0	34
10	2	0	-5	30	2	0	36
11	2	0	-3	31	2	0	38
12	2	0	-1	32	2	0	40
13	2	0	1	33	2	0	42
14	2	0	3	34	2	0	44
15	2	0	5	35	2	0	46
16	2	0	7	36	2	0	48
17	2	0	9	37	2	0	50
18	2	0	11	38	2	0	52
19	2	0	13	39	2	0	54

Varianta č.4

ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	33	-33	20	2	0	2
1	2	0	-31	21	2	0	4
2	2	0	-29	22	2	0	6
3	2	0	-27	23	2	0	8
4	2	0	-26	24	2	0	9
5	2	0	-24	25	2	0	11
6	2	0	-22	26	2	0	13
7	2	0	-20	27	2	0	15
8	2	0	-19	28	2	0	16
9	2	0	-17	29	2	0	18
10	2	0	-15	30	2	0	20
11	2	0	-13	31	2	0	22
12	2	0	-12	32	2	0	23
13	2	0	-10	33	2	0	25
14	2	0	-8	34	2	0	27
15	2	0	-6	35	2	0	29
16	2	0	-5	36	2	0	30
17	2	0	-3	37	2	0	32
18	2	0	-1	38	2	0	34
19	2	0	1	39	2	0	36

Varianta č.5

ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	26	-26	20	1	0	-4
1	1	0	-25	21	1	0	-3
2	1	0	-24	22	1	0	-2
3	1	0	-23	23	1	0	-1
4	1	0	-22	24	1	0	0
5	1	0	-21	25	1	0	1
6	1	0	-19	26	1	0	2
7	1	0	-18	27	1	0	3
8	1	0	-17	28	1	0	4
9	1	0	-16	29	1	0	5
10	1	0	-15	30	1	0	7
11	1	0	-14	31	1	0	8
12	1	0	-13	32	1	0	9
13	1	0	-12	33	1	0	10
14	1	0	-11	34	1	0	11
15	1	0	-10	35	1	0	12
16	1	0	-9	36	1	0	13
17	1	0	-8	37	1	0	14
18	1	0	-6	38	1	0	15
19	1	0	-5	39	1	0	16

Varianta č.6

ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	384	-384	20	20	0	17
1	20	0	-364	21	20	0	37
2	20	0	-343	22	20	0	57
3	20	0	-323	23	20	0	77
4	20	0	-303	24	20	0	97
5	20	0	-283	25	20	0	117
6	20	0	-263	26	20	0	137
7	20	0	-243	27	20	0	157
8	20	0	-223	28	20	0	178
9	20	0	-203	29	20	0	198
10	20	0	-183	30	20	0	218
11	20	0	-163	31	20	0	238
12	20	0	-143	32	20	0	258
13	20	0	-123	33	20	0	278
14	20	0	-103	34	20	0	298
15	20	0	-83	35	20	0	318
16	20	0	-63	36	20	0	338
17	20	0	-43	37	20	0	358
18	20	0	-23	38	20	0	378
19	20	0	-3	39	20	0	398

Varianta č.7

ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	396	-396	20	21	0	17
1	21	0	-375	21	21	0	37
2	21	0	-355	22	21	0	58
3	21	0	-334	23	21	0	79
4	21	0	-313	24	21	0	99
5	21	0	-293	25	21	0	120
6	21	0	-272	26	21	0	140
7	21	0	-252	27	21	0	161
8	21	0	-231	28	21	0	182
9	21	0	-210	29	21	0	202
10	21	0	-190	30	21	0	223
11	21	0	-169	31	21	0	244
12	21	0	-148	32	21	0	264
13	21	0	-128	33	21	0	285
14	21	0	-107	34	21	0	306
15	21	0	-86	35	21	0	326
16	21	0	-66	36	21	0	347
17	21	0	-45	37	21	0	367
18	21	0	-25	38	21	0	388
19	21	0	-4	39	21	0	409

Varianta č.6 – dotace zelená úsporám 40 %

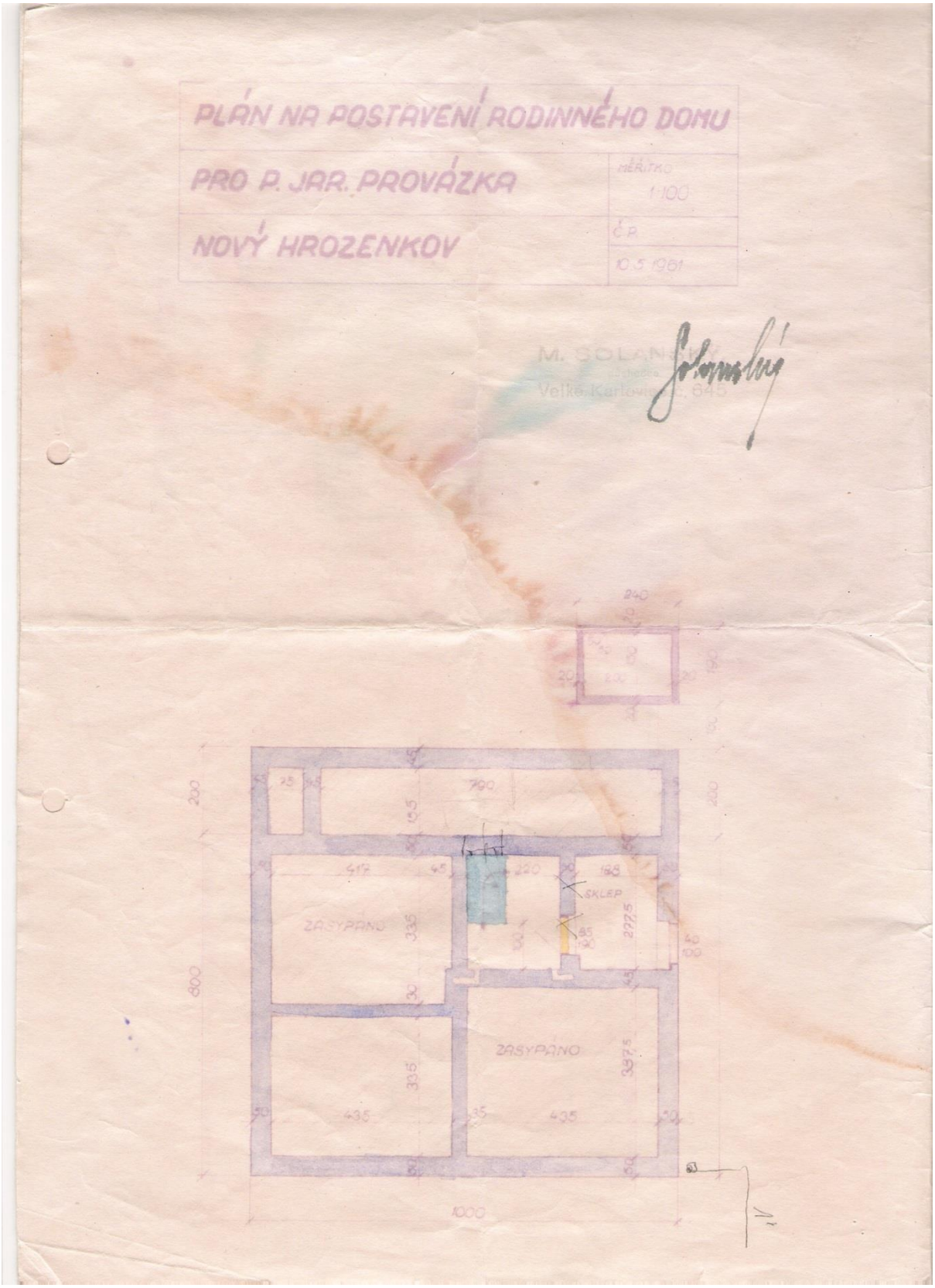
ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	230	-230	20	20	0	171
1	20	0	-210	21	20	0	191
2	20	0	-190	22	20	0	211
3	20	0	-170	23	20	0	231
4	20	0	-150	24	20	0	251
5	20	0	-130	25	20	0	271
6	20	0	-110	26	20	0	291
7	20	0	-90	27	20	0	311
8	20	0	-70	28	20	0	331
9	20	0	-50	29	20	0	351
10	20	0	-30	30	20	0	371
11	20	0	-10	31	20	0	391
12	20	0	10	32	20	0	411
13	20	0	30	33	20	0	431
14	20	0	50	34	20	0	451
15	20	0	70	35	20	0	471
16	20	0	90	36	20	0	491
17	20	0	111	37	20	0	511
18	20	0	131	38	20	0	531
19	20	0	151	39	20	0	551

Varianta č.7 – dotace zelená úsporám 40 %

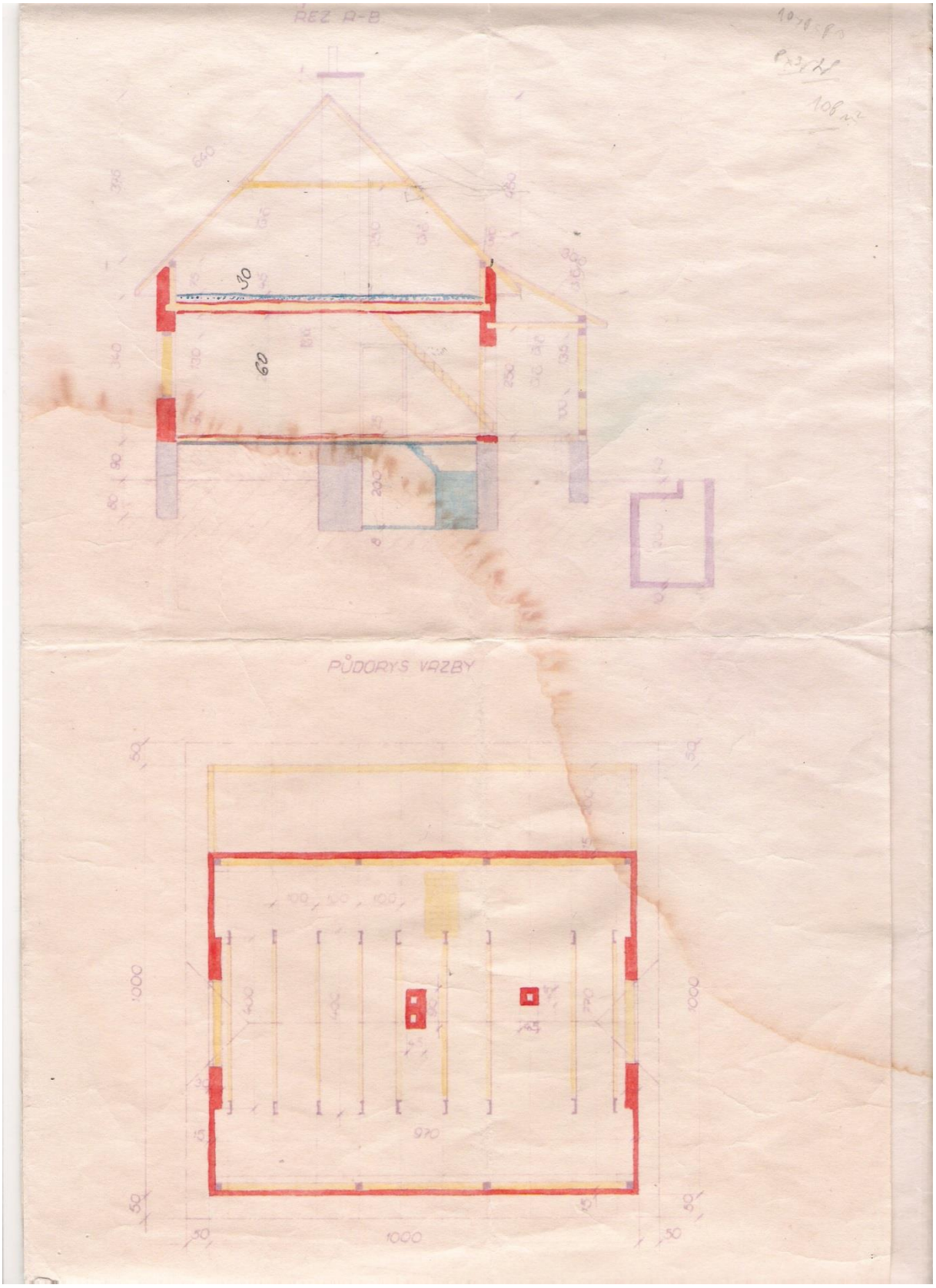
ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF	ROK	Výnosy	Investice	Kumulovaný CF
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
0	-	238	-238	20	21	0	175
1	21	0	-217	21	21	0	196
2	21	0	-196	22	21	0	216
3	21	0	-176	23	21	0	237
4	21	0	-155	24	21	0	258
5	21	0	-134	25	21	0	278
6	21	0	-114	26	21	0	299
7	21	0	-93	27	21	0	319
8	21	0	-73	28	21	0	340
9	21	0	-52	29	21	0	361
10	21	0	-31	30	21	0	381
11	21	0	-11	31	21	0	402
12	21	0	10	32	21	0	423
13	21	0	31	33	21	0	443
14	21	0	51	34	21	0	464
15	21	0	72	35	21	0	485
16	21	0	93	36	21	0	505
17	21	0	113	37	21	0	526
18	21	0	134	38	21	0	546
19	21	0	154	39	21	0	567

PŘÍLOHA Č. 4 – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

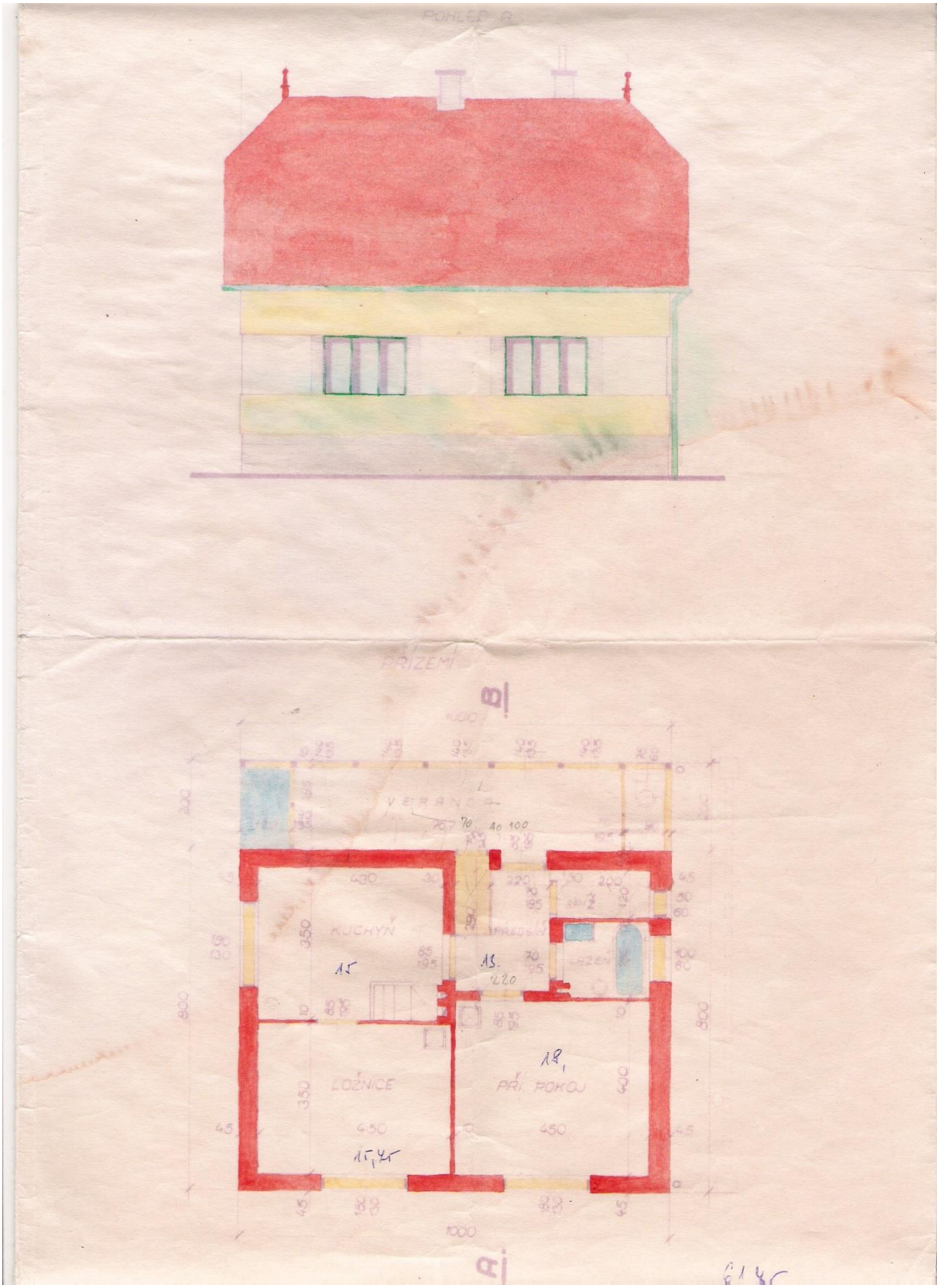
Původní výkresová dokumentace – spodní stavba



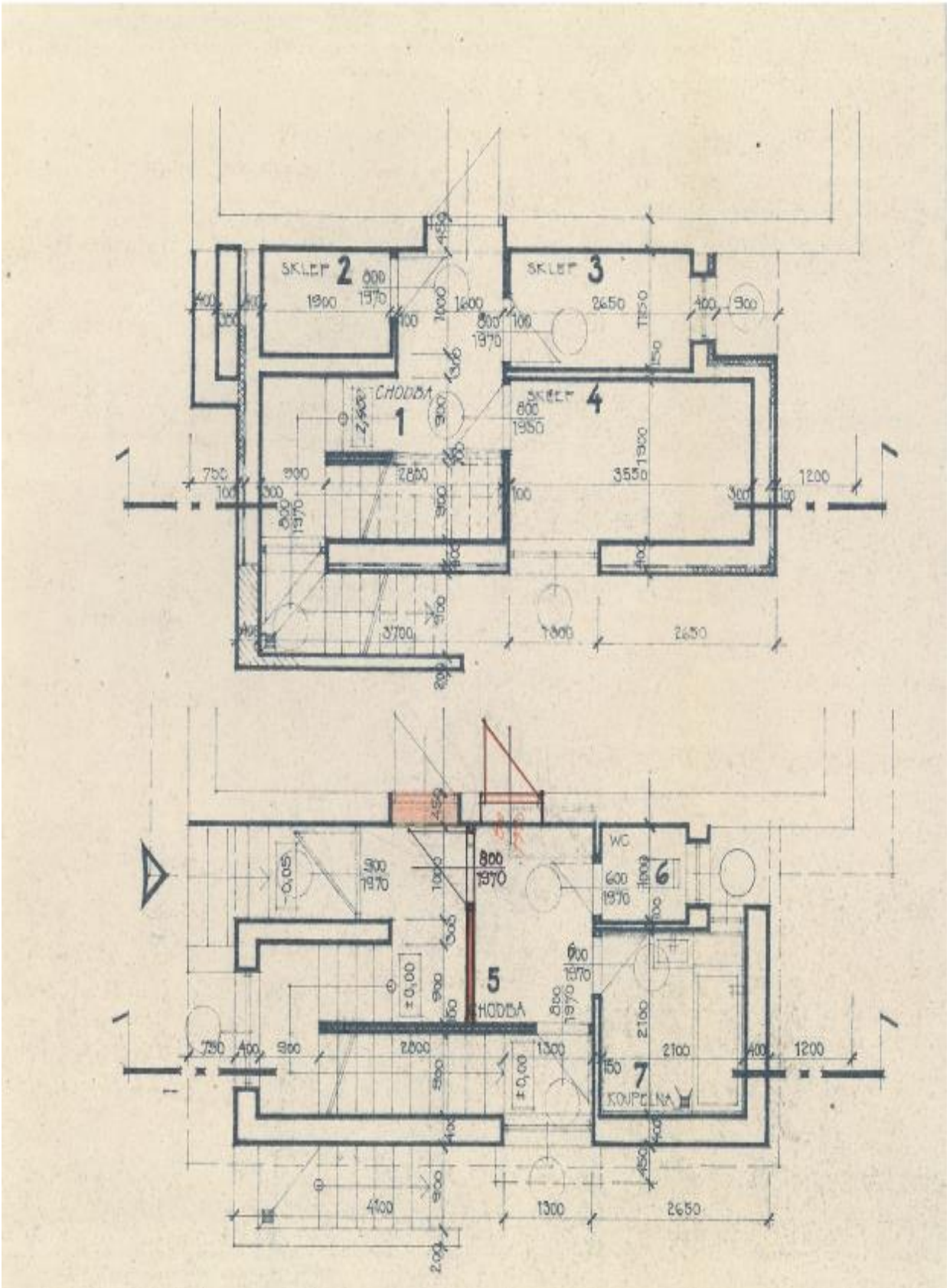
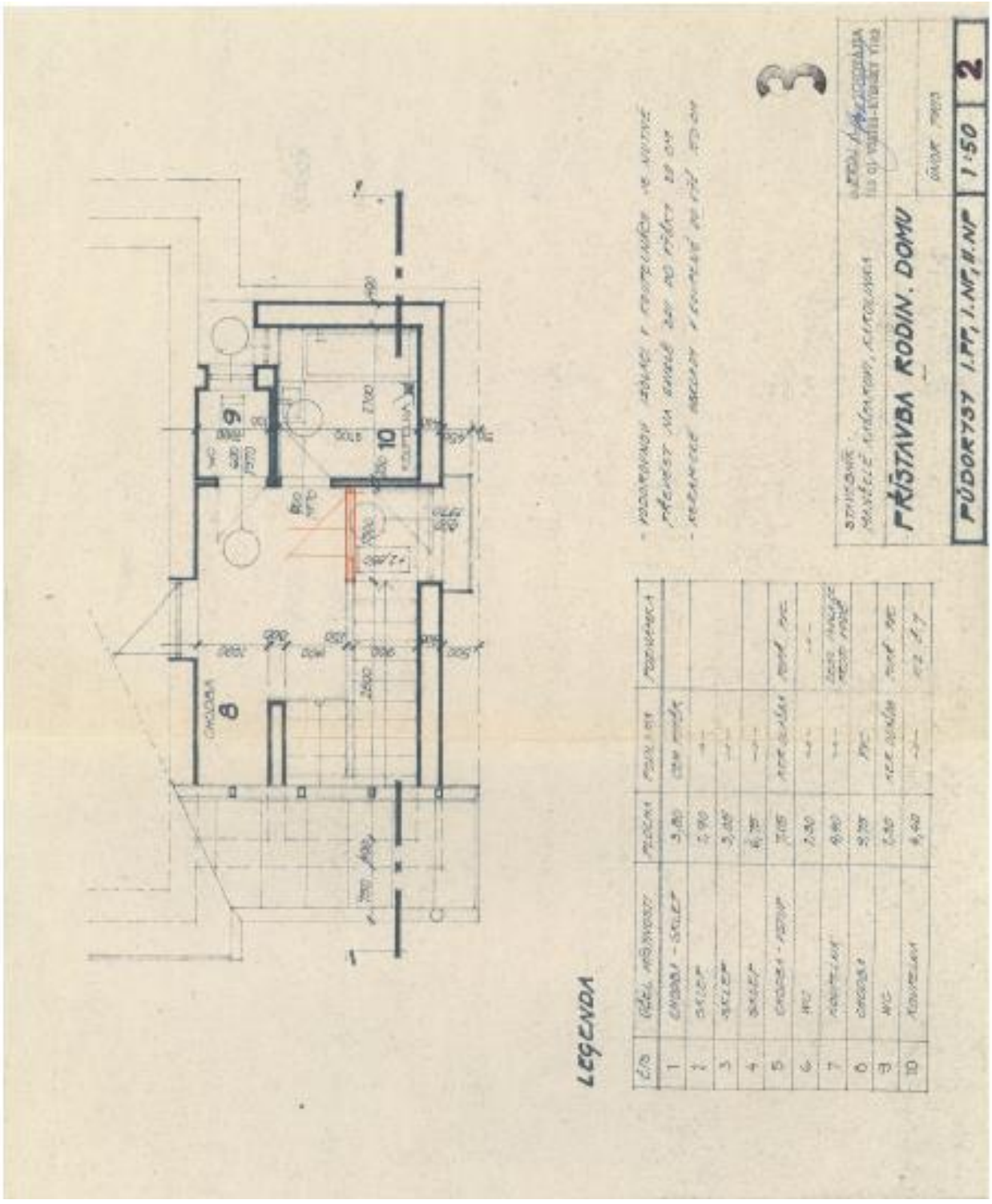
Původní výkresová dokumentace – řez + půdorys vazby



Původní výkresová dokumentace – pohled + půdorys



Přístavba rodinného domu – půdorysy 1S + 1NP



Přístavba rodinného domu – půdorysy 2NP