

---

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

## Fakulta životního prostředí

### Katedra biotechnických úprav krajiny



Diplomová práce

### **Zdvojení vnějšího kontaktního zateplovacího systému rodinného domu**

Doubling the External Thermal Insulation Composite System  
of the Family House

Vedoucí práce: Ing. Dana Tollingerová, Ph.D.

Diplomant: Bc. Petr Šohaj

2017

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Fakulta životního prostředí

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Bc. Petr Šohaj

Regionální environmentální správa

Název práce

**Zdvojení vnějšího kontaktního zateplovacího systému rodinného domu**

Název anglicky

**Doubling the External Thermal Insulation Composite System of the Family House****Cíle práce**

Na základě provedeného stavebně technického průzkumu fasády rodinného domu navrhnout nejvhodnější způsob realizace dodatečného zdvojení vnějšího kontaktního zateplovacího systému. Navrhnout takový způsob provedení, který povede k efektivnímu snížení energetické náročnosti domu a zároveň bude nejšetrnější k životnímu prostředí, zejména s ohledem na nakládání s odpady vzniklými při realizaci zdvojení ETICS.

**Metodika**

Práce bude zpracována formou případové studie. Bude provedena detailní analýza stávajícího již nevyhovujícího zateplení fasády konkrétního rodinného domu. V první fázi bude při stavebně technickém průzkumu provedeno celkové vizuální posouzení, při kterém budou vytypovaná slabá místa fasády s viditelnými vadami. V další fázi budou provedeny sondy potřebné ke zjištění typu a tloušťky izolantu a jeho přikotvení. Dále se provedou mechanické zkoušky soudržnosti a přídržnosti podkladu původní stěnové konstrukce včetně povrchových úprav. Na základě všech zjištěných skutečností a naměřených hodnot předepsaných zkoušek bude proveden komplexní návrh zdvojení vnějšího kontaktního zateplovacího systému. V závěrečné fázi budou navrženy různé varianty likvidace a využití odstraněného souvrství stávajícího nevyhovujícího zateplení fasády.

**Doporučený rozsah práce**

60 stran

**Klíčová slova**

zdvojení zateplení, ETICS, energetická náročnost, emise, odpady

**Doporučené zdroje informací**

ČSN 732902/2011, Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS), Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem

DORAN D., CATHER B. 2013: Construction Materials Reference Book. – Routledge, 768 s.

LINHART L. 2010: Zateplování budov. – Grada Publishing, Praha, 112 s.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov

ŠUBRT R. 2008: Zateplování – Era, Brno, 102 s.

TP CZB 01-2014: Zdvojení ETICS – podmínky a způsoby řešení. – Cech pro zateplování budov ČR o.s., 12 s.

VÓRES F. 2016: Izolace budov v konferenčním zrcadle – část VIII: EPS, ETICS. – Tepelná ochrana budov 2/2016. – ČKAIT, Praha, 56 s.

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

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů

**Předběžný termín obhajoby**

2017/18 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Dana Tollingerová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 11. 4. 2017

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 4. 2017

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 08. 12. 2017

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením Ing. Dany Tollingerové, Ph.D., a že jsem uvedl veškerou literaturu a všechny zdroje informací, ze kterých jsem čerpal.

V Mělníku, 12. 12. 2017

.....



### **Poděkování**

Mé poděkování patří především Ing. Daně Tollingerové, Ph.D., za odborné vedení mé diplomové práce a za ochotu se kterou se mi v průběhu jejího zpracování věnovala. Dále bych rád poděkoval celé své rodině za trpělivost a podporu, kterou mi poskytla nejen při psaní diplomové práce, ale i v průběhu celého studia.

**Abstrakt**

Požadavky na snižování energetické náročnosti budov neustále rostou. Hlavním důvodem stále se zpřísňujících nároků na tepelnou ochranu budov je snaha minimalizovat tepelné ztráty budov a tím snižovat produkci emisí skleníkových plynů. Začátkem roku 2013 byla tato snaha zesílena legislativními požadavky, které vyplynuly z procesu zavádění směrnice 2010/31EU, zkráceně značené EPBD II, do českého právního prostředí. Z tohoto legislativního závazku vyplynula mimo jiné nutnost aplikovat taková opatření, která povedou ke snižování energetické náročnosti s mnohem větší účinností, než tomu bylo v minulosti. To také znamená růst tloušťky tepelných izolací nejen v nově projektovaných a realizovaných novostavbách, ale i ve stávajících budovách. V praxi to bude znamenat nutnost zvýšení stupně tepelně izolačních funkcí zateplovacích systémů u již dříve zateplených budov.

Diplomová práce si klade za cíl nalézt nejlepší z možných způsobů, jak zvýšit tepelně technickou účinnost v minulosti již provedených zateplovacích systémů bez nutnosti jejich demontáže. Zaměřuje se na aplikaci další vrstvy tepelného izolantu, tzv. zdvojení kontaktního zateplovacího systému. Toto řešení nejenže efektivně snižuje energetickou náročnost, ale jeví se jako nejvhodnější z hlediska nakládání s odpady.

**Klíčová slova**

Zdvojení zateplení, ETICS, energetická náročnost, emise, odpady

**Abstract**

Requirements for reducing the energy performance of buildings are constantly growing. The main reason for the ever-increasing demands for thermal protection of buildings is the effort to minimize the heat loss of buildings and thus to reduce the production of greenhouse gas emissions. At the beginning of 2013, this effort was reinforced by legislative requirements resulting from the process of introducing Directive 2010 / 31EU, abbreviated to EPBD II, into the Czech legal environment. This legislative commitment has, among other things, shown the need to apply such measures that will lead to a reduction in energy intensity with much greater efficiency than was the case in the past. This also means increasing the thickness of thermal insulation not only in newly designed and executed new buildings but also in existing buildings. In practice this will mean the need to increase the degree of thermal insulating functions of thermal insulation systems in previously insulated buildings.

The diploma thesis aims to find the best possible way to increase the thermal-technical efficiency of already installed thermal insulation systems without the necessity of dismantling them. It focuses on the application of another layer of thermal insulator, so-called doubling of the thermal insulation system. This solution not only effectively reduces energy intensity, but also appears to be the most appropriate for the waste management.

**Keywords**

Doubling Thermal Insulation, ETICS, energy performance, emissions, waste

---

## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Cíle práce</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Rešerše</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1 Energetická náročnost budov a klimatické změny</b> .....	<b>4</b>
3.1.1 Spotřeba energie ve světě a její vývoj .....	4
3.1.2 Skleníkové plyny a jejich emise.....	5
3.1.3 Kjótský protokol.....	6
3.1.4 Obchod s emisními povolenkami.....	6
3.1.5 Globální klimatické změny.....	7
3.1.6 Mezivládní panel pro změny klimatu.....	8
3.1.7 Energeticko-klimatické cíle EU.....	9
3.1.8 Pařížská dohoda.....	10
<b>3.2 Snížování energetické náročnosti při provozu budov</b> .....	<b>11</b>
3.2.1 Právní rámec snižování ENB v ČR a EU .....	11
3.2.2 Dotační tituly ke snížení energetické náročnosti rodinných domů .....	12
3.2.3 Průkaz energetické náročnosti budovy.....	13
<b>3.3 Snížení energetické náročnosti budov dodatečným zateplením</b> .....	<b>15</b>
3.3.1 Environmentální a ekonomické důvody realizace dodatečného zateplení .....	15
3.3.2 Hygienické důvody k realizaci zateplení .....	16
3.3.3 Technické důvody k realizaci zateplení.....	17
3.3.4 Způsoby zateplování obvodových konstrukcí budov .....	17
<b>3.4 Izolační materiály ETICS</b> .....	<b>19</b>
3.4.1 Pěnový expandovaný polystyren (EPS).....	19
3.4.2 Extrudovaný polystyren (XPS).....	20
3.4.3 Pěnový polyuretan (PUR).....	21
3.4.4 Fenolická pěna.....	21
3.4.5 Minerální a skelná vlna (MW) obrázek, zdroj, cena výroba.....	22
<b>3.5 Polystyren a jeho využití ke snížení energetické náročnosti budov</b> .....	<b>24</b>
3.5.1 Historie výroby pěnového polystyrenu v ČR.....	24
3.5.2 Vývoj spotřeby pěnového polystyrenu .....	25
3.5.3 Výroba pěnového polystyrenu .....	26
3.5.4 Využití pěnového polystyrenu ve stavební praxi .....	27
3.5.5 Značení pěnového polystyrenu používaného ve stavebnictví .....	28
3.5.6 Životnost ETICS .....	29
3.5.7 Odstraňování výrobků z pěnového polystyrenu .....	30
3.5.8 Zdvojení kontaktního zateplovacího systému .....	32
<b>4. Metodika</b> .....	<b>36</b>
<b>5. Zdvojení dodatečného zateplení rodinného domu</b> .....	<b>38</b>
<b>5.1 Kritéria a požadavky pro zdvojení ETICS</b> .....	<b>38</b>
5.1.1 Vyžadovaná kritéria a požadavky pro zdvojení ETICS .....	38
5.1.2 Zohledňovaná kritéria a požadavky pro zdvojení ETICS .....	39
5.1.3 Související požadavky pro zdvojení ETICS.....	39
<b>5.2 Popis výchozího stavu rodinného domu</b> .....	<b>41</b>
5.2.1 Umístění a popis území .....	41
5.2.2 Situace .....	41

---

5.2.3	Historie domu .....	41
5.2.4	Dispoziční řešení .....	42
5.2.5	Stavební konstrukce .....	42
5.2.6	Pasportizace.....	43
5.2.7	Termovizní měření.....	43
<b>5.3</b>	<b>Zjištění a posouzení stávajícího stavu pro řešení zdvojení ETICS .....</b>	<b>45</b>
5.3.1	Posouzení dokumentace ke stávajícímu zateplení pomocí ETICS.....	45
5.3.2	Celkové vizuální posouzení .....	45
5.3.3	Podkladní stěnová konstrukce stávajícího ETICS .....	48
5.3.4	Způsob a stav lepení stávajícího ETICS k podkladní stěnové konstrukci.....	49
5.3.5	Užití hmoždinek a způsob jejich osazení .....	49
5.3.6	Tepelně izolační materiál.....	50
5.3.7	Vnější souvrství stávajícího ETICS .....	51
5.3.8	Charakteristika objektu se stávajícím ETICS z hlediska požární bezpečnosti...	52
<b>5.4</b>	<b>Návrhy, výpočty a kalkulace nákladů.....</b>	<b>54</b>
5.4.1	Návrh tepelného izolantu na zdvojení ETICS .....	54
5.4.2	Prováděcí projektová dokumentace.....	55
5.4.3	Návrh kotvení izolantu ke stávajícímu ETICS .....	55
5.4.4	Energetické posouzení zdvojení zateplovacího systému .....	56
5.4.5	Kalkulace nákladů .....	56
<b>5.5</b>	<b>Varianty odstranění odpadu.....</b>	<b>57</b>
5.5.1	Odstranění celého souvrství z fasády .....	57
5.5.2	Roztřídění souvrství na jednotlivé komponenty .....	58
5.5.3	Ponechání stávajícího ETICS .....	59
5.5.4	Stanovení přítomnosti a koncentrace HBCD .....	60
5.5.5	Odstranění pěnového polystyrenu s retardérem hoření HBCD.....	60
<b>6.</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>62</b>
<b>7.</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>72</b>
<b>8.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>74</b>
<b>9.</b>	<b>Přehled literatury a použitých zdrojů .....</b>	<b>76</b>
<b>10.</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>82</b>

### **Seznam použitých zkratk**

CZB – Cech pro zateplování budov

ČR – Česká republika

ENB – Energetická náročnost budov

EPBD – Energy Performance of Buildings Directive

EPS – Expandovaný pěnový polystyren

ES – Evropské společenství

ETICS – External Thermal Insulation Composite System

EU – Evropská unie

HBCD – Hexabromocyklododekan

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

MW – Mineral Wall

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

NED – Nízkoenergetický dům

NZEB – Nearly Zero Energy Building

NZÚ – Nová zelená úsporám

OSN – Organizace spojených národů

PENB – Průkaz energetické náročnosti budov

PUR – Polyuretan

SFŽP – Státní fond životního prostředí

XPS – Extrudovaný pěnový polystyren

## 1. Úvod

V současnosti probíhá díky neustálému zpřesňování výsledků vědeckotechnického výzkumu nejen v oboru klimatologie, ale i v ostatních souvisejících vědeckých sférách, vážná diskuse o již probíhajících globálních klimatických změnách na Zemi. Tato celosvětová debata se zabývá především otázkou, jak velké dopady budou mít tyto změny, které jsou úzce spojené s nepřetržitým růstem emisí skleníkových plynů v atmosféře, a s tím spojeným zvyšováním teploty na Zemi, na jednotlivé státy a jejich ekonomiky.

S problematikou globálních změn klimatu úzce souvisí stále více na důležitosti nabývající nezbytnost snižování energetické náročnosti budov. V tomto segmentu se skrývá obrovský potenciál možných úspor, jelikož se v rozvinutých zemích Evropy spotřebuje na provoz budov až 40 % celkové spotřeby energie, jak ukazují tuzemské i zahraniční zkušenosti v oblasti úspor energie na provozování budov (Šafránek, 2011).

Tlak na větší úsporu energie je vyvíjen evropskou legislativou. V současné době je platný legislativní rámec založen na právních normách, které vycházejí ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov. Přepracované znění tohoto dokumentu, který nese označení Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31EU o energetické náročnosti budov, bylo vydáno v roce 2010 a upravuje původní směrnice a definuje nové nástroje, které budou sloužit ke snižování energetické náročnosti budov. Z této směrnice například vyplývá povinnost certifikovat budovy na základě energetické náročnosti jejich provozu. Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií, který byl novelizován v roce 2015 a upravuje požadavky pro energetické experty a jejich činnost, představuje spolu s prováděcí Vyhláškou č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov elementární legislativní rámec, který tuto směrnici začleňuje do českého právního řádu (MPO A, 2017).

I díky těmto známým faktům nabývá hledisko celkové spotřeby energie při provozu budov stále většího významu, a to jak při navrhování a provádění nejen novostaveb, ale i rekonstrukcí stávajících budov. Jedním z velmi efektivních způsobů, jak dosáhnout výraznějších energetických úspor v oblasti bytového fondu, je aplikace dodatečného zateplení na obálky stávajících budov, kdy se při zachování obvyklých tloušťek tepelných izolantů použijí takové výrobky, které mají vyšší tepelný odpor. (Šubrt, 2008).

V současné době se tak stává jedním z nejčastěji používaných nástrojů ke snížení energetické náročnosti aplikování tepelné izolace na budovy neboli jejich zateplování. Jedním z hlavních impulsů k masivní realizaci zateplovacích systémů jsou zvyšující se náklady na energie. Z tohoto důvodu roste zájem investorů o dodatečné zateplení nejen při výstavbě a rekonstrukcích rodinných či bytových domů, ale i administrativních a průmyslových objektů. Dodatečné zateplování budov se tak stává

---

velice účinným nástrojem, který dokáže efektivním způsobem šetřit energii (Musil, 2009).

V České republice se vnější tepelně izolační kompozitní systémy masově rozšířily již v devadesátých letech minulého století. Správně zhotovené a udržované certifikované systémy ETICS z tohoto období jsou stále plně funkční, avšak s tloušťkou izolantu jen 4 cm až 6 cm již neodpovídají současným požadavkům na tepelnou izolaci budov. Nabízí se možnost původní tepelně izolační systém zachovat a tloušťku izolantu navýšit aplikací druhé vrstvy tepelné izolace tzv. zdvojení ETICS. Před vlastním provedením zdvojení tepelně izolačního systému je nutné provést posouzení způsobilosti původního zateplení a navrhnout odpovídající způsob řešení, který bude respektovat platné předpisy týkající se zejména požární bezpečnosti a připevnění nového souvrství tepelné izolace ke stávajícímu zateplovacímu systému.

Přestože je aplikace zdvojení ETICS náročnější na požadovanou kvalitu provedení, je třeba zdůraznit nejen ekonomickou výhodnost zdvojení zateplovacího systému, ale především stránku environmentální. Při vhodném návrhu se nebude muset stávající nevyhovující tepelně izolační systém demontovat a tím pádem se nebude muset řešit problematika odstraňování odpadu, který by v případě jeho demontáže vznikl (Klásek, 2016).

Diplomová práce navazuje na moji bakalářskou práci, ve které jsem se zabýval snížením energetické náročnosti budovy aplikací dodatečného zateplení fasády rodinného domu a jejího vlivu na snížení emisí CO<sub>2</sub>.

## 2. Cíle práce

Cílem diplomové práce je provedení analýzy zdvojení dodatečného zateplení fasády konkrétního rodinného domu a navržení optimální řešení. Před vlastním návrhem zdvojení zateplovacího systému je třeba provést detailní stavebně-technický průzkum konstrukce obvodového zdiva zateplené fasády a navrhnout způsob jeho realizace. Vybrat takové řešení, které povede k efektivnímu snížení spotřeby energie na vytápění při co nejmenších investičních nákladech a bude zároveň nejohleduplnější k životnímu prostředí. Zejména s ohledem na nakládání s odpady vzniklými při realizaci zdvojení zateplení a velkým důrazem na předcházení vzniku těchto odpadů.

Realizací zdvojení kontaktního zateplovacího systému by mělo dojít nejen ke snížení spotřeby energie domu, ale zároveň také k poklesu produkce emisí oxidu uhličitého. Bude provedeno ekonomické hodnocení aplikace zdvojení zateplovacího systému a spočítána prostá doba návratnosti.

Původní zateplovací systém by měl být zachován, aby jeho zbytečným odstraněním nedošlo k zatížení životního prostředí. Budou navrženy i různé varianty způsobu odstranění případně demontovaného stávajícího souvrství zateplovacího systému.



### 3. Rešerše

#### 3.1 Energetická náročnost budov a klimatické změny

Energetickou náročností budovy (ENB) se rozumí množství energie, která se spotřebuje při provozu budovy a započítávají se do ní veškeré energie, potřebné k jejímu provozu, které vstupují do budovy. Jsou to energie potřebné k vytápění, pokrytí tepelných ztrát prostupem konstrukcí obálky budov, větrání, chlazení, energie potřebná pro přípravu teplé vody, osvětlení, nucené větrání a energie kterou vyžadují ostatní, nejčastěji elektrické spotřebiče, sloužící ke správnému provozu budov (zákon č. 406/2000 Sb.).

ENB se může posuzovat ve dvou základních rovinách. Investiční energetická náročnost budovy se stanovuje velice obtížně, zahrnuje veškerou energii, která se spotřebuje při výrobě materiálů na stavbu, energii potřebnou k vlastní stavbě domu a jeho budoucí odstranění. Naproti tomu se tak provozní energetická náročnost budov stává nejvýznamnějším indikátorem hospodaření s energiemi při provozování budov (Srdečný, 2009).

Pojem energetická náročnost budov tak nejčastěji vystihuje právě spotřebu energie při jejich provozu. Energetické vlastnosti budovy lze nejlépe ovlivnit již v přípravné předprojektové a projektové fázi, kdy je ještě možné, a hlavně potřebné upravovat faktory, které u stávajících budov měnit již nelze, jako je umístění budovy na pozemku, orientace na světové strany, tvar budovy, rozmístění a velikost prosklených ploch a podobně (Chmúrny, 2014).

Důležitými faktory, které je možné upravovat i u stávajících budov jsou do určité míry vlastnosti obálky budovy a vnitřní systémy technického zařízení budov jako je vytápění, příprava teplé vody, úprava vzduchu větráním s rekuperací odpadního tepla, nebo míra využití solárních tepelných zisků (Bzdúch, 1997).

Velký potenciál při snižování spotřeby energie a tím i energetické náročnosti na provoz budov, má snižování spotřeby energie na vytápění domů. V celkové energetické bilanci má spotřeba tepla na vytápění nejvyšší podíl, a zvláště u starých budov ji lze při realizaci dodatečného zateplení snížit až o desítky procent (Murtinger, 2013).

##### 3.1.1 Spotřeba energie ve světě a její vývoj

Se zvyšujícím se počtem obyvatel ve světě úzce souvisí neustále rostoucí spotřeba energie. V roce 1971 bylo na Zemi 3,8 miliardy lidí, jejichž spotřeba energie byla 7,1 miliard tun měrného paliva, koncem roku 1990 se zvýšil počet obyvatel na 5,4 miliard a jejich spotřeba energie vzrostla na 14,8 miliard tun měrného paliva. V průběhu následujících deseti let již obývalo Zemi 6,3 miliard obyvatel a jejich spotřeba energie se zvýšila na 16,8 miliard tun měrného paliva.

V současné době žije na naší planetě bezmála 7,5 miliardy lidí. Za téměř 20 let, v rozmezí let 1971 a 1990, nastalo zvýšení počtu obyvatel o 42 % a přírůstek spotřeby

energie o 108 %. V roce 2000 došlo proti roku 1990 k navýšení o dalších 16,6 % a k růstu spotřeby energie o 13,5 %. Období mezi lety 1971 až 1990 je tedy možné charakterizovat jako etapu poznamenanou velkým plýtváním energetických surovin. Následující roky ovlivňují tendence k energetickým úsporám (Musil, 2009).

Předpokládaný růst energetické potřeby nebude pravděpodobně v dohledné době možné pokrývat neobnovitelnými zdroji energie. Dochází k postupnému vyčerpávání fosilních paliv, které se těží s větší technickou a finanční náročností, doprava paliv se uskutečňuje na velké vzdálenosti, velmi často z území a přes oblasti, které jsou latentně politicky nestabilní. Týká se to zejména zemního plynu a ropy, i když v poslední době dochází k velkému nárůstu těžby břidličného plynu zejména ve Spojených státech amerických. Jak velký dopad na světové ceny ropy a zemního plynu a tím i na ceny energií to bude mít, se ukáže v následujících letech (Marek 2011).

Stále větší důležitosti nabývají obnovitelné zdroje energie, zejména solární energie, energie větru, biomasy, energie pohybu vody a geotermální energie (Kadrnožka, 2010).

### 3.1.2 Skleníkové plyny a jejich emise

Skleníkové plyny lze definovat jako plyny, které se vyskytují v atmosféře a v nejvyšší míře přispívají ke skleníkovému efektu, který je přirozeným procesem. Při tomto procesu dochází k ohřívání Země tak, že atmosféra snadno propouští sluneční záření, které dopadá na Zemi a zároveň brání jeho zpětnému odrazu, které má delší vlnové délky, zpět do vesmírného prostoru. Toto záření, které opouští Zemi, má dvě formy. Je to odražené sluneční záření a tepelné záření.

Skleníkový efekt je přirozený proces, který se na Zemi vyskytuje téměř od jejího vzniku. Je mylné se domnívat, že tento jev je pouze škodlivého charakteru, protože bez přirozeného výskytu skleníkových plynů by byla průměrná teplota na povrchu Země -18 °C. Skleníkový efekt má tedy za následek to, že nynější průměrné teploty na povrchu naší planety jsou významně vyšší, než byly původně. Tím se přirozený skleníkový efekt stal významnou a zároveň nezbytnou podmínkou života na Zemi. Velice často se pod pojmem skleníkový jev rozumí označení dvou odlišných pojmů. Je to přírodní skleníkový efekt a antropogenní skleníkový efekt, který způsobuje člověk svojí činností (Volker, 2014).

Od druhé poloviny 20. století je s největší pravděpodobností přirozený skleníkový efekt zesilován v důsledku lidské činnosti nadměrným zvyšováním antropogenních emisí skleníkových plynů v atmosféře. Elementární antropogenní skleníkové plyny jsou oxid uhličitý, metan, oxid dusný, fluorované uhlovodíky, fluorid sírový a fluorid dusitý. Navyšování emisí skleníkových plynů vzniklých lidskou činností je dáno hlavně tím, že dochází ke spalování fosilních paliv, kácení lesů a deštných pralesů a globálními zásahy do krajiny, které ji nevratně mění. Všechny tyto zmíněné jevy vedou k celosvětové změně klimatických podmínek na Zemi.

Protože každý ze skleníkových plynů má odlišné schopnosti ovlivňovat klima, je pro jednotlivé skleníkové plyny definován potenciál globálního ohřevu. Aby bylo možné porovnávání jednotlivých emisních plynů, uvádí se obsah skleníkových plynů v hodnotě CO<sub>2</sub> ekvivalentní (MŽP A, 2015).

### 3.1.3 Kjótský protokol

V prosinci roku 1997 byl k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu přijat tzv. Kjótský protokol. Průmyslové země se v tomto protokolu zavázaly, že do konce prvního kontrolního období od roku 2008 do roku 2012 sníží emise skleníkových plynů nejméně o 5,2 % v porovnání se stavem v roce 1990. Dodatek k této smlouvě byl schválen v prosinci roku 2012. Tímto bylo potvrzeno pokračování Kjótského protokolu a jeho druhé kontrolní období, které bylo ustanoveno na dalších osm let od roku 2013 do roku 2020. Evropská unie a jejích 28 členských států se zavázalo k tomu, že do konce roku 2020 sníží emise skleníkových plynů minimálně o 20 % v porovnání s rokem 1990. Velikost tohoto snížení emisí odpovídá cíli, který Evropská unie formulovala v tzv. klimaticko-energetickém balíčku z roku 2009 a zakotvila jej do příslušných předpisů a nařízení. Vzhledem k tomu, že se ke druhému kontrolnímu období připojila pouze část zemí s velkým průmyslovým zatížením, není tento protokol závazný pro rozvojové země a nejvíce se rozvíjející ekonomiky, například Číny, Indie, Brazílie. Z tohoto důvodu lze předpokládat, že budou nové závazky do roku 2020 pokrývat odhadem pouze asi 15 % celosvětových emisí skleníkových plynů.

Česká republika podepsala protokol 23. 11. 1998 na základě usnesení vlády č.669/1998 a ratifikovala ho 15. 11. 2001 (č. 81/2005 Sb. m. s.). Tento protokol má celkem 192 smluvních stran. Jak je popsáno výše, snížení emisí skleníkových plynů se týká oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>), oxidu dusného (N<sub>2</sub>O), hydrogenovaných fluorovodíků (HFCs), polyfluorovodíku (PFCs), fluoridu sírového (SF<sub>6</sub>) a fluoridu dusitého (NF<sub>3</sub>). Mimo emisí skleníkových plynů bere Kjótský protokol také do úvahy i jejich propady, tzn. absorpci, která je vyvolána změnami ve využívání krajiny, mezi které patří hlavně zalesňování nebo odlesňování a péče o lesní porosty (MŽP D, 2017).

### 3.1.4 Obchod s emisními povolenkami

Obchodování s emisními povolenkami je založeno na tom, že subjekty, jež mohou snižovat emise, které vypouští, s nižšími náklady, pak mohou nevyužité emisní povolenky dále prodat subjektům, u kterých by mohlo být takové snížení nákladnější. Obchod s povolenkami je efektivní nástroj, který motivuje k redukci emisí skleníkových plynů. ČR jako členský stát ES se účastní největšího systému emisního obchodování, kterým je Evropský systém obchodování s emisními povolenkami (European Union Emission Trading Scheme, EU ETS). Tímto způsobem mohou spolu

---

obchodovat jen státy, které se zavázaly k plnění Dodatku číslo 1 Kjótského protokolu v rámci flexibilního mechanismu Mezinárodního emisního obchodování (International Emission Trading, IET) (MŽP C, 2015).

V EU ETS je zařazeno přes 11 000 společností z 31 států, jejichž oborem činnosti je energetika, výroba oceli a železa, cementu a vápna, celulózy a papíru, chemický průmysl, rafinérie, letecká doprava, sklářský a keramický průmysl. Tyto společnosti vyprodukují přibližně 2 miliardy tun CO<sub>2</sub> za rok. Předpokládá se, že by v roce 2020 měly být tyto emise v rámci EU ETS zredukovány o 21 % oproti roku 2005 (MŽP A, 2015).

Základním pilířem EU ETS je Směrnice 2003/87/ES, o vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů. Tato směrnice byla několikrát revidována novelizacemi a výslednou podobu EU ETS udává Směrnice 2009/29/ES na třetí obchodovací období na roky 2013 až 2020.

Směrnice je v České republice začleněna do českého právního řádu zákonem č. 383/2012 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů. Tato právní norma uvádí, kterých zařízení se tento systém týká a jaké povinnosti a práva jsou pro jednotlivé provozovatele závazná. Dle této právní normy musí provozovatelé zdrojů znečištění monitorovat emise, které za rok vyprodukují, a mají povinnost je vykazovat Ministerstvu životního prostředí. Za takto vykázané emise jim jsou poskytnuty emisní povolenky. Určitou část těchto povolenek získají provozovatelé zdrojů znečištění bezúplatně, zbývající část si mohou koupit v aukci nebo prostřednictvím trhu s emisními povolenkami. Tyto emisní povolenky jsou emitovány na účtech v rejstříku povolenek. Národní správce emisních povolenek je společnost OTE a.s., jejímž vlastníkem je stát (MŽP C, 2015).

### 3.1.5 Globální klimatické změny

Globální klimatické změny jsou v současnosti jedním z nejzávažnějších a nejvíce diskutovaných environmentálních problémů na Zemi. Jejich původem je s největší pravděpodobností zesilování skleníkového jevu, jehož základní princip je popsán výše.

Jak velký podíl má na těchto klimatických změnách lidstvo, je předmětem značných sporů, přestože současné vědecké výzkumy dokazují, že působení lidské populace výrazně ovlivňuje klimatický systém země neustálým zvyšováním produkce antropogenních emisí skleníkových plynů. Globálními klimatickými změnami je oslabeno fungování všech přírodních složek, lidskou společnost nevyjímaje. Předvídat a porozumět jejich vývoji a dopadům, je vzhledem ke složitým zpětným vazbám v celém klimatickém systému značně obtížné. Z těchto důvodů jsou pro tyto účely vyvíjeny značně sofistikované klimatické předpovědní modely, jejichž úkolem je zaměřit se na vypracování předpovědí možných klimatických změn. Aby se dalo předcházet pravděpodobným nežádoucím dopadům změn klimatu, je potřeba se

---

zaměřit na účinné redukování emisí skleníkových plynů a zároveň se negativním důsledkům klimatických změn postupně přizpůsobovat (Kadrnožka, 2010).

### 3.1.6 Mezivládní panel pro změny klimatu

Jeden z významných mezinárodních orgánů, jenž se zabývá problematikou klimatických změn, je Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC). Tato mezinárodní organizace spojuje vědce z celého světa a věnuje se především zkoumání příčin klimatických změn a hodnocení jejich environmentálních a sociálních dopadů.

Tento mezivládní vědecký orgán byl ustaven roku 1988 z iniciativy Generálního shromáždění Organizace spojených národů, v těsné spolupráci se Světovou meteorologickou organizací a Environmentálním programem Spojených národů. Hlavní důvod pro jeho založení byla nutnost objektivního vyhodnocení problematiky globálních klimatických změn. První hodnotící zprávu vydala organizace již roku 1990 a jejím závěrem bylo prohlášení, že globální klimatická změna představuje opravdu velký problém, který bude vyžadovat reakci všech zemí vyspělého světa. Z podnětu této hodnotící zprávy byla roku 1992 sepsána Rámcová úmluva Organizace spojených národů o změnách klimatu. V nadcházejících letech vydal Mezivládní panel další hodnotící zprávy, které byly publikované v letech 1995, 2001 a 2007. Vydal mnoho zpráv, jak technických, tak speciálních, které byly věnovány hlavním problémům v oblasti klimatických změn.

Pátá hodnotící zpráva byla postupně zveřejněna v roce 2013 a 2014, ukazuje fakta o vědecko-technických a sociálně-ekonomických hlediscích klimatických změn. Stejně jako předcházející zprávy se skládá z první, druhé a třetí části.

První část „Fyzikální základy“ byla zveřejněna 27. 9. 2013 ve Stockholmu a je zaměřena na fyzikálně-vědeckou podstatu klimatických změn, příčiny změn a budoucí předpokládané změny. Navazuje na předešlé Hodnotící zprávy a vědecký výzkum, který probíhal v předcházejících šesti letech. Dokument přináší celkem 18 klíčových sdělení, mezi kterými je nejzásadnější ta informace, že ke globálním klimatickým změnám bezpochyby dochází a že vliv lidské společnosti na tento děj je nezpochybnitelný. Uvádí se zde, že s 95% jistotou je hlavní příčinou změny klimatu lidská činnost.

Druhá část „Dopady změny klimatu, adaptace a zranitelnost“ byla zveřejněna 31. 3. 2014 v Jokohamě a je zaměřena na sledované důsledky změn klimatu, zejména na přírodní systém a lidskou civilizaci. Mimo tyto problémy se též zaměřuje na dopady, které s největší pravděpodobností postihnou v nadcházejících letech veškeré oceány a světadíly v závislosti na růstu emisí skleníkových plynů. Dokument rovněž navrhuje možné kroky a strategie, které by mohly vést alespoň k částečnému zamezení, případně ztlumení negativních důsledků klimatických změn.

Třetí část „Mitigace“ byla zveřejněna 13. 4. 2014 v Berlíně a uvádí, že mitigace jsou obecným problémem všech a je proto potřeba spolupracovat na mezinárodní úrovni, sdílet jak přínosy, tak i náklady. Jak uvádí zpráva, ekonomické hodnocení mitigací

musí být jejich nedílnou součástí, přičemž se porovnávají aktuální náklady s budoucími přínosy.

Souhrnná zpráva „Zmírňování změny klimatu“ byla zveřejněna 2. 10. 2014 v Kodani a zaměřuje se na možné snižování emisí skleníkových plynů a navrhuje různé scénáře budoucího vývoje následujících let až desetiletí. Zpráva jednoznačně dokládá, že se emise ve sledovaném období od roku 1970 až do roku 2010, a to i přes provedená opatření ke snížení emisí skleníkových plynů, neustále navyšovaly. Oxid uhličitý se na jejich nárůstu podílel 78 % a to zejména při spalování fosilních paliv souvisejících s průmyslovou výrobou. Příčinou velkého nárůstu emisí je zejména ekonomický a populační růst. V případě že se nebudou zavádět nová další opatření, která by mohla snižovat emise skleníkových plynů, lze předpokládat, že by se mohla globální teplota do roku 2100 zvýšit v rozpětí 3,7 °C až 4,8 °C oproti předindustriální úrovni (MŽP B, 2015).

### 3.1.7 Energeticko-klimatické cíle EU

Hlavními energeticko-klimatickými cíli EU do roku 2020 je snížení emisí CO<sub>2</sub> o 20 % oproti úrovni z roku 1990, zvýšení energetické účinnosti o 20 %, zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě na 20 % a docílení 10% podílu biopaliv v pohonných hmotách. Cíl v oblasti podílu výroby energie z obnovitelných zdrojů energie bude splněn v EU v předstihu. ČR již v roce 2015 překročila slíbený ukazatel pro rok 2020 na celkovou výši 13,5 %. V následujících letech se tento podíl dále zvyšuje, protože byla do provozu uvedena další zařízení na výrobu elektřiny z biomasy a některé větrné parky. I ukazatel snížení emisí CO<sub>2</sub> bude v rámci EU zcela jistě překročen. V průběhu roku 2012 byly emise CO<sub>2</sub> v EU sníženy o 50 miliónu tun, k čemuž zcela jistě přispěl růst výroby energie z obnovitelných zdrojů energie. V následujícím roce došlo k poklesu o dalších 2,5 %, což znamená pokles o 23,9 % oproti roku 1990 (MŽP B, 2015).

Energeticko-klimatickým cílem EU do roku 2030 je snížení emisí CO<sub>2</sub> o 40 % oproti úrovni z roku 1990 a navýšení podílu výroby energie z obnovitelných zdrojů energie nejméně na 27 % z celkové spotřeby energie. V současnosti země EU dovážejí z třetích zemí velké množství produktů, kterými kryjí svoji energetickou potřebu. Z toho se více než třetina těchto komodit dováží z problematického Ruska. Tato energetická závislost by se mohla nadále prohlubovat, a proto se neustále zvyšují aktivity k provádění cílů pro rok 2030 (MŽP B, 2015).

Evropská strategie do roku 2050 je založena na čtyřikrát až desetkrát účinnějším využívání dostupných zdrojů energie. Tato strategie by měla najít oporu v inovacích a v přechodu k nízkouhlíkové až bezuhlíkové ekonomice a efektivnějšímu využití odpadů. Energeticko-klimatickým cílem EU do roku 2050 je snížení emisí CO<sub>2</sub> o 85 % až 90 % v roce 2050. Konkrétně u budov to znamená faktický pokles spotřeby energie na jejich provoz o 88 % až 91 % proti roku 1990, progresivní sanování starých budov

---

o 2 až 3 % ročně od roku 2020 a realizace novostaveb všech typů budov s téměř nulovou spotřebou energie (Marek, 2011).

### 3.1.8 Pařížská dohoda

Pařížská dohoda je dohodou k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu, která byla schválena všemi 195 smluvními stranami v prosinci 2015. Byla podepsána 22. dubna 2016 a v platnost vstoupila 4. listopadu téhož roku. Hlavním cílem je udržení zvýšení průměrné globální teploty pod hranicí alespoň 2 °C v porovnání s dobou před průmyslovou revolucí a usilovat o udržení oteplení do 1,5 °C a tím tak minimalizovat rizika a dopady na změnu klimatu. Dalšími cíli je zvýšení schopnosti přizpůsobení na negativní dopady klimatických změn, zvýšení odolnosti vůči negativním následkům klimatických změn a nadále usilovat o konzistentní finanční toky s cílem na podporu nízko-emisního rozvoje.

Ve 28 prováděcích člancích, které dohoda obsahuje jsou vymezeny základní pojmy, cíle, stanovuje zásady pro provádění opatření k redukci emisí skleníkových plynů. Dále stanovuje zásady pro adaptaci ke změně klimatu, řešení ztrát a škod, které jsou způsobeny negativními dopady změny klimatu, zajištění finančních prostředků na opatření na ochranu klimatu v rozvojových státech, uplatňování technologií a budování kapacit v rozvojových státech. Další části dohody se věnují problematice vzdělávání, transparentnosti, globálního hodnocení a administraci provádění této dohody.

Pařížská dohoda ukládá všem smluvním stranám, vyspělým i rozvojovým státům, povinnost ustanovit vnitrostátní redukční příspěvky, které bude plnit. Což je hlavní rozdíl oproti Kjótskému protokolu, který redukční závazky vztahuje výhradně na průmyslově vyspělé státy.

Česká republika, jakožto člen Evropské unie, se zavázala s ostatními členskými státy v rámci Pařížské dohody společně snížit do roku 2030 emise GHG o 40 % v porovnání s rokem 1990. Přistoupením k této dohodě a výše uvedenému závazku bude Česká republika naplňovat společný cíl Evropské unie a jejích členských států, který byl přijat a schválen 24. října 2014 Evropskou radou v Rámcí politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 (MŽP E, 2017).

### 3.2 Snížování energetické náročnosti při provozu budov

Hlavní příčinou velké spotřeby energie v souvislosti s provozem budov jsou nedostačující tepelně izolační vlastnosti stavebních konstrukcí. V důsledku toho dochází u většiny stávajících budov ke značným tepelným ztrátám, což vede ke zbytečně velké spotřebě energie na vytápění těchto objektů. Ve snaze o energetické úspory dochází v zimních měsících k nevyhovujícímu vytápění, kdy dochází ke snížování teploty vnitřního vzduchu a tím ke zhoršení tepelné pohody. Často pak vznikají hygienické problémy s vnitřním klimatem budov, hlavně v místech tepelných mostů, kde se tvoří nežádoucí plísň. V případě přetápění takových budov se sice v zimních měsících zlepšuje jak tepelná pohoda, tak i hygienická nezávadnost prostředí dosažením požadované vnitřní povrchové teploty, ale za cenu velkého zvýšení spotřeby energie (Blaich, 2001).

#### 3.2.1 Právní rámec snižování ENB v ČR a EU

Evropské společenství si dalo na již začátku nového tisíciletí za úkol snižování energetické náročnosti budov. V současnosti se platný legislativní rámec opírá o zákony a vyhlášky vycházející ze směrnice EP a ER 2002/91/ES o energetické náročnosti budov. Směrnice pod označením 2010/31EU byla novelizována v roce 2010 a jsou v ní definovány nové administrativní nástroje, které mají vést ke snížení energetické náročnosti budov. Mimo jiné se zavádí pojem budova s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB). Hlavním cílem směrnice je výše zmíněný program 20-20-20, který vyjadřuje dosažení cílů v roce 2020, a to snížit spotřebu energie alespoň o 20 %, snížit emise skleníkových plynů alespoň o 20 % a navýšit podíl obnovitelných zdrojů energie nejméně na 20 % z celkově vyrobené energie v EU v porovnání s rokem 1990 (směrnice 2010/31EU).

Tato Směrnice, zkráceně značena EPBD II, je implementována do zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů. Tento tzv. energetický zákon byl novelizován v roce 2015. Zmíněná směrnice mimo jiné definuje požadavky na obecný společný rozsah při výpočtech energetické náročnosti budov a ucelených částí budov. V porovnání s původní směrnicí EPBD I je upraven termín energetická náročnost budovy jakožto vypočtené množství energie nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s typickým užíváním budovy, a to zejména energii používanou na vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení (zákon č. 318/2012 Sb.).

Směrnice EPBD II v dalších bodech definuje požadavky na energetickou náročnost u budovy jako celku, u rekonstrukcí a sanací stávajících budov a nově také upravuje požadavky na dílčí ucelené části těchto budov, jejich součástí nebo technické systémy v přímé závislosti na tom, čeho se úprava stávající budovy dotýká (směrnice 2010/31EU).



### 3.2.2 Dotační tituly ke snížení energetické náročnosti rodinných domů

Nová zelená úsporám je Program Ministerstva životního prostředí, který je administrován Státním fondem životního prostředí ČR, má za cíl podporovat energeticky úsporné rekonstrukce rodinných a bytových domů, dále výměnu nevyhovujících zdrojů tepla na vytápění a zvýšit využívání obnovitelných zdrojů energie. Z ekonomického hlediska představuje jedno z nejlepších prorůstových opatření pro celou českou ekonomiku. Podstatným efektem je též vytváření nových, či udržení desítek tisíc pracovních míst.

Hlavním cílem tohoto programu je zlepšit stav životního prostředí snížením produkce emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů, zejména omezení emisí CO<sub>2</sub>. Dalším cílem je uspořít energii a stimulovat naši ekonomiku dalšími sociálními přínosy, kterými jsou například zvýšení kvality bydlení a života občanů a zlepšení vzhledu měst a obcí. ČR získala na tento program finanční krytí z prodeje emisních povolenek, jak je popsáno výše.

V rámci tohoto programu jsou podporována opatření, která povedou ke snížení energetické náročnosti stávajících budov, především formou zateplení obálky budovy tzn. zateplení obvodových plášťů rodinných a bytových domů, výměny starých oken a dveří za nová moderní s lepšími tepelně-technickými parametry. Dále je podporována výstavba nových nízkoenergetických budov blížících se pasivnímu standardu, výměna starých neekologických zdrojů tepla na vytápění za efektivní, ekologicky šetrné zdroje nebo zdroje využívající OZE, jsou to například tepelná čerpadla, kotle na biomasu, kondenzační plynové kotle, dále jsou také podporovány instalace technologií, které využívají obnovitelné zdroje energie a rekuperace tepla z odpadního vzduchu, například solární termické a fotovoltaické systémy, jednotky nuceného větrání s rekuperací. Princip přiznání výše dotace není nikterak složitý, ale administrativa spojená s vyřízením dotace je o dost náročnější, než byla v původním dotačním titulu, který se jmenoval „Zelená úsporám“.

V závislosti na typu dotovaného objektu se program člení na podprogram „Nová zelená úsporám – rodinné domy“ a podprogram „Nová zelená úsporám – bytové domy“. V každém podprogramu jsou definovány oblasti podpory, které jsou označeny velkými písmeny. Tyto oblasti a následně jejich podoblasti vymezují jednotlivé možnosti dotací. Čím více je snížena energetická náročnost budovy po realizaci opatření, tím větší je i míra finanční podpory (NZÚ A, 2017).

Dalším programem, který se zabývá snižováním energetické náročnosti budov a snižováním emisí skleníkových plynů je tzv. „Kotlíková dotace“. Je to dotační program Ministerstva životního prostředí, který je administrován jednotlivými krajskými úřady a jeho cílem je snížení znečištění ovzduší z lokálního vytápění domácností využívajících tuhá paliva. Předmětem dotace je výměna stávajících ručně plněných kotlů na tuhá paliva za nové účinné nízkoemisní tepelné zdroje. Předmětem podpory přidělované fyzickým osobám – konečným uživatelům v prvním kole bylo tepelné

čerpadlo, kotel na pevná paliva, plynový kondenzační kotel, instalace solárně-termických soustav pro přitápění nebo přípravu TV a „mikro“ energetická opatření.

Druhá výzva kotlíkových dotací byla spuštěna na podzim 2017. Na základě rozhodnutí ze SFŽP mohou podávat žádosti pouze žadatelé, kteří chtějí realizovat výměnu kotle na tuhá paliva s ručním přikládáním za nový zdroj vytápění, tzn. tepelná čerpadla, plynové kondenzační kotle, kotle výhradně na biomasu nebo automatické kombinované kotle na uhlí a biomasu (SFŽP A, 2017).

### 3.2.3 Průkaz energetické náročnosti budovy

Jeden z podpůrných nástrojů při snižování energetické náročnosti budov je Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB), který ukazuje, do jaké energetické třídy konkrétní dům spadá. PENB slouží pro jasné zařazení hodnocené budovy z hlediska energetické náročnosti budovy jako celku a dokumentuje vypočítanou potřebu energie nutné pro provoz budovy za celý rok. Umožňuje poměrně jednoduché porovnání budov z hlediska jejich nároků, tedy nákladů na energie nezbytně potřebné k jejich obvyklému užívání. V návaznosti na tuto celkovou potřebu energie je v protokolu PENB hodnocená budova začleněna do jedné ze sedmi skupin energetické náročnosti budov, a to od písmene A až do písmene G (Bernardinová et al. 2013).

Energetický průkaz budovy se tak stává vhodným nástrojem nejen pro majitele a provozovatele stávajících objektů při optimalizaci energeticky úsporných opatření, ale i pro zájemce o koupi či pronájem budovy a zároveň může sloužit jako jedno z hodnotících kritérií pro určení prodejní ceny budovy nebo velikosti jejího pronájmu (Bernardinová et al. 2013).

Při výpočtu PENB a stanovení plnění požadavků na energetickou náročnost budov je kladen důraz na nákladově optimální úroveň, na jejíž stanovení byla vydána Evropskou komisí příslušná metodika. Postup při stanovení minimálních požadavků na energetickou náročnost budov vychází z technicko-ekonomické analýzy referenčních budov jednotlivých zemí. Nákladově optimální úrovni požadavků se rozumí stanovené požadavky na energetickou náročnost budov nebo jejich stavebních a technických prvků, která vede k nejnižším nákladům na investice v oblasti užití energií, na údržbu, provoz a likvidaci budov nebo jejich prvků v průběhu odhadovaného ekonomického životního cyklu. Pojem Průkaz energetické náročnosti budovy je zakotven v zákoně č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, v platném znění. Metodika zpracování, obsah průkazu, vzor a jeho umístění je upraveno prováděcí vyhláškou č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.

Průkaz energetické náročnosti budovy je dokument, který obsahuje stanovené informace o energetické náročnosti budovy (zákon č.406/2000 Sb.).

Platnost je 10 let od data zpracování nebo do provedení větší změny dokončené stavby. Musí být vypracován příslušným energetickým specialistou a být součástí dokumentace pro ohlášení nebo povolení stavby podle vyhlášky č. 499/ 2006 Sb., při

---

dodržení technických požadavků na stavby podle vyhlášky č. 268/2009 Sb., musí být zpracován objektivně, pravdivě a úplně. Je složen ze dvou částí, a to z grafického vyjádření s klasifikací třídy energetické náročnosti a příslušného protokolu (vyhláška č. 78/2013 Sb.).

PENB musí být vyhotoven vždy při výstavbě nových budov nebo při větších změnách dokončených budov, tzn. u stavebních úprav na více jak 25 % z celkové plochy konstrukce obálky budovy. Dále musí být PENB vypracován, pokud budovu využívá orgán veřejné moci nebo pokud jde o užívání administrativní budovy nebo bytového domu s celkovou energeticky vztažnou plochou určenou zákonem. Mezi další subjekty, které musí zajistit vyhotovení PENB, jsou vlastníci budov nebo společenství vlastníků jednotek při prodeji budovy nebo její ucelené části, při pronájmu budovy a později i při pronájmu ucelené části budovy (Serafín et al. 2013).

### 3.3 Snížení energetické náročnosti budov dodatečným zateplením

První zateplovací systém, tak jak jej známe dnes, byl použit v západní části Berlína v roce 1957. Jako izolant byla použita 5 cm tloušťka pěnového polystyrenu. Mezi první realizace kontaktního zateplovacího systému s pěnovým polystyrenem byly aplikace zateplení vodojemů, mlýnů a skladovacích sil cukrovarů. K masivnějšímu rozšíření ETICS na realizace pozemních staveb po celé Evropě došlo až díky první energetické krizi. Při vhodném návrhu a realizaci dodatečného zateplení konstrukcí obvodových stěn budov je zaručena úspora energie a ochrana životního prostředí (Lorenc, 2016).

Dodatečné zateplování budov se týká nejen stávajících objektů, ale i novostaveb. V současnosti, kdy se snažíme eliminovat emise skleníkových plynů a snižovat energetickou náročnost budov, je zateplování velmi aktuální. U všech vytápěných budov, mezi které patří rodinné domy, bytové domy, administrativní budovy a výrobní budovy, dochází prostupem tepla obvodovými konstrukcemi ke ztrátám energie, jejichž velikost se může vhodnými opatřeními redukovat. Základní požadavek při realizaci dodatečného zateplení je zajištění celistvého, nejlépe vnějšího tepelně izolačního obalu budovy s eliminací kritických míst, takzvaných tepelných mostů (Šubrt, 1999).

Při navrhování zateplení je jedním z ukazatelů posouzení nákladově optimální úrovně energetické hospodárnosti a splnění minimálních požadavků na energetickou náročnost budov. Zateplením se zajistí především snížení spotřeby energie na vytápění a eliminace tepelných mostů, což bude mít za následek výrazné finanční úspory při užívání budov (Sternová et al. 2006).

#### 3.3.1 Environmentální a ekonomické důvody realizace dodatečného zateplení

Hlavní environmentální důvod při rozhodování o provedení dodatečného zateplení je snížení spotřeby energie na vytápění a tím snížení emisí CO<sub>2</sub>. Zhruba 28 % spotřebované energie v České republice připadá na provoz budov. Což představuje částku 150 miliard korun za rok. Většina těchto budov je vytápěna zemním plynem, jenž se importuje převážně z Ruska nebo uhlím z tuzemských zdrojů a v poslední době také z Polska. Tento energetický mix vede k úvahám, zda zvolit závislost na drahém dovozu nebo používat levnější a méně kvalitní domácí zdroje energie, které mají menší účinnost a znečišťují ovzduší statisícům obyvatel měst a obcí. Pokud by se v České republice provedly rekonstrukce a sanace všech již nevyhovujících budov, radikálně by se tak zlepšila jejich energetická náročnost a došlo by k významným úsporám energie. Velikost úspor odpovídá až pětinasobku energie, která by se vyrobila při kontroverzním rozšíření severočeských uhelných dolů. Jak ve své studii spočítala konzultační společnost McKinsey, je zateplování budov v českých podmínkách nejvýhodnější ze všech posuzovaných opatření, které

---

vedou ke snižování emisí skleníkových plynů a ukrývá v sobě obrovský potenciál, který by bylo vhodné co nejefektivněji využít (Linhart, 2010).

### 3.3.2 Hygienické důvody k realizaci zateplení

Světová zdravotnická organizace varuje před syndromem nezdravých budov již od roku 1984. Problém dráždivého prostředí v budovách podle statistik WHO postihuje 60 % celosvětové populace bez ohledu na vnější ovzduší a klimatické podmínky napříč kontinenty. Nezateplené či nedostatečně zateplené budovy totiž trpí kvůli neregulovatelnému kontaktu vnějšího a vnitřního vzduchu nevhodným mikroklimatem. Obyvatelé takových budov nejsou zvyklí a naučení správně větrat, čímž mikroklimatické podmínky budov ještě zhoršují. Příliš malou výměnou vzduchu se totiž v domě hromadí toxické látky a zvyšuje se vlhkost vzduchu, což může způsobit růst plísní. Přílišným větráním a přetápěním v zimě se naopak vlhkost vzduchu významně snižuje. Odtud pramení četné zdravotní potíže – slzení očí, podrážděné sliznice, ztížené dýchání, bolesti hlavy či zalehlé dutiny (Zemene, 2016).

Pokud je vaše budova zateplená a pravidelně větráte, ale přesto při pobytu v domě trpíte alergickými symptomy, na vině je pravděpodobně nedostatečná izolace. Syndrom postihuje zejména starší budovy zateplené slabou vrstvou polystyrenu kolem 5 centimetrů, jak bylo zvykem ještě v 90. letech minulého století. Účinným a zároveň úsporným řešením této situace je dozateplení.

Oproti stržení a instalaci nového zateplení je dozateplení, pokud jde o přímé náklady, jednoznačně levnější. Aby však bylo technicky a funkčně dokonalé, je potřeba odborně zhodnotit stav původní izolace. Odborná konzultace a kontrola stávajícího zateplení by měla být prvním bodem plánování instalace dozateplení. Kontrola totiž může odhalit skryté vady na zateplení, které by mohly způsobit odlupování nebo dokonce zhroucení celého izolačního materiálu ze zdiva.

Kromě kvalitního zateplení, které by mělo být samozřejmostí u všech budov, se na klimatu budovy podílí i pravidelné větrání. Stačí větrat krátce, klidně i jen pár minut několikrát denně, zato intenzivně s okny otevřenými dokořán. Použití větračky není tak účinné, dochází k teplotní výměně mezi vnějším a vnitřním prostředím, ale obměna vzduchu je pouze částečná. Nic nevymění vzduch v místnosti lépe než krátký a častý průvan (Zemene, 2016).

Hlavní podmínkou přitom je nepřipustit působení nadměrné vlhkosti v konstrukcích a zajistit přiměřené větrání užívaných prostor odvodem vlhkosti a jiných škodlivin (Chmúrny, 2014).

Budovy s nižšími tepelně izolačními vlastnostmi a s nedostatečným větráním se kromě zvýšených tepelných ztrát často vyznačují vadami a poruchami, jako je výskyt kolonií plísní na obvodových stěnách, kolem oken a v rozích místností, kondenzace vody na oknech a na vnitřním povrchu stěn (Zmrhal, 2013).

### 3.3.3 Technické důvody k realizaci zateplení

Po provedení dodatečného zateplení dojde k významnému snížení zátěže otopné soustavy, kterou je poté možné provozovat v menším teplotním spádu a s méně výkonným zdrojem vytápění. V budově bude příznivější vnitřní vlhkostní režim konstrukcí a zajistí se lepší ochrana původního povrchu fasády domu před agresivním ovzduším a povětrnostními vlivy. Všechny zmíněné skutečnosti povedou k hospodárnějšímu provozu budovy a k prodloužení životního cyklu jak otopné soustavy, tak i budovy jako celku (Halahyja, 1998).

Kvalitně provedeným zateplením se obvykle odstraní nejčastější příčina vzniku plísní, kterou je kondenzace vodních par na vnitřních površích obvodového zdiva. Zvýší se i povrchová teplota konstrukcí, a tím dojde k eliminaci rizik defektů povrchových úprav konstrukcí. Dojde také k významnému zlepšení tepelné pohody obytných místností a využití akumulčních vlastností budovy, což bude mít za následek zvýšení tepelného komfortu i v době přerušovaného vytápění. Jednou z dalších výhod dodatečného zateplení je to, že dojde k podstatnému snížení rizika přehřívání budov v letních měsících (Amann, 2013).

### 3.3.4 Způsoby zateplování obvodových konstrukcí budov

Zateplení obvodových plášťů staveb se v zásadě řeší upevněním tepelně izolační vrstvy, která je zakončena ochrannou vrstvou a spolu dohromady tvoří ucelený zateplovací systém. Zateplovací systémy rozdělujeme podle polohy umístění tepelné izolace na vnější a vnitřní. Z tepelně technického hlediska je vždy výhodnější aplikovat zateplovací systém na venkovním líci konstrukce (Šubrt et al. 2008).

Vnitřní zateplení je možné realizovat jen za určitých podmínek a vždy vyžaduje speciální a pečlivý návrh, řešení a provádění. Drtivá většina všech prováděných zateplovacích systémů je aplikována na vnější konstrukci. Vnitřního zateplení se využívá hlavně u památkově významných budov, kdy není možné ani přípustné na členité fasády aplikovat většinu vnějších izolačních systémů (Šála et al. 2008).

Nejčastější způsoby zateplení obvodového zdiva budov jsou:

- Tepelně izolační omítky
- Montované zateplovací systémy
- Kontaktní zateplovací systémy
- Zdvojování kontaktních zateplovacích systémů

Tepelně izolační omítky jsou proti klasickým omítkám záměrně vylepšeny tepelně izolačními materiály a jejich provádění je obdobné jako u běžných omítek. Hlavní výhodou jejich používání je jednoduchá aplikace na členité a nerovné povrchy, velmi dobré požárně bezpečnostní vlastnosti. Dále je to možnost strojního provádění a tím snížení pracnosti provádění oproti ručně prováděnému omítání (Šála, 2000).

Montované zateplovací systémy jsou složeny z nosné roštové konstrukce nebo nosných bodových prvků, tepelně izolační vrstvy, která je ukončena finální ochrannou

---

vrstvou předsazeného montovaného obkladu. Pro tento způsob zateplování je charakteristická provětrávaná vzduchová mezera, která je situována mezi vrstvou tepelné izolace a vrstvou předsazeného obkladu. Hlavní výhodou systému je vyloučení mokrého procesu a tím i sezónnosti stavebních prací, dále vhodnost použití na objekty s vlhkým provozem a dlouhá životnost systému. Nevýhodou je nemožnost realizace na členitějších fasádách, sklon ke vzniku problematických tepelných mostů a omezené estetické a architektonické možnosti (Sternová et al. 2006).

Kontaktní zateplovací systémy jsou složeny z upevněného tepelného izolantu k podkladu konstrukce zdiva, z výztužné vrstvy a finální povrchové úpravy. Pro tento způsob zateplení se používá mezinárodní zkratka ETICS. Je odvozena z anglického názvu External Thermal Insulation Composite System a do češtiny bývá přeložena jako vnější kontaktní zateplovací systém. Pro tento způsob zateplení je charakteristická absence provětrávané vzduchové mezery a dále to, že má svou speciální výztužnou vrstvu, která je zakončena finální povrchovou úpravou. Aplikace se provádí kontaktně přímo na tepelný izolant. Velkou výhodou ETICS je značná variabilita finálního vzhledu fasád, obzvláště velká rozmanitost barev, struktur, architektonického ztvárnění, tradiční omítkový vzhled a v neposlední řadě investiční efektivnost. Nevýhodou tohoto způsobu provedení zateplení může být snížená odolnost proti mechanickému poškození, mokré procesy při realizaci a zvýšené nároky na dodržení technologických postupů (Kulhánek, 2014).

Zdvojení kontaktního zateplovacího systému je nový způsob zateplování. V době, kdy se začalo s masivnějším zateplováním se běžně používaly izolanty v tloušťkách 5 až 8 centimetrů. V současnosti, kdy je vyvíjen tlak na snižování energetické náročnosti budov, se tloušťka izolantu kontaktních zateplovacích systémů běžně pohybuje v rozmezí 15 až 30 centimetrů. Dříve zateplené budovy nesplňují nyníjší přísné požadavky na tepelně technické normy. Jako nejvhodnější řešení k sanaci dříve realizovaných zateplovacích systémů, se nabízí zdvojení tepelné izolace, protože odstranění nevyhovujícího zateplovacího systému není ekonomické ani ekologické (Klásek, 2016).

### 3.4 Izolační materiály ETICS

Úkolem izolačních materiálů je v maximální možné míře omezit úniky tepla konstrukcemi stavby z budov v zimním období a zabránit přehřívání interiéru v letním období. V minulosti se jako tepelná izolace používala sláma, seno nebo otruby smíchané se zeminou (Šubrt et al. 2008).

V současnosti se pro kontaktní zateplovací systémy nejčastěji používají následující materiály:

- pěnový polystyren
- extrudovaný polystyren
- pěnový polyuretan
- fenolická pěna
- minerální a skelná vata

Vlastnosti, výhody a nevýhody jednotlivých materiálů budou popsány v následujících kapitolách.

#### 3.4.1 Pěnový expandovaný polystyren (EPS)

Pěnový expandovaný polystyren je jako materiál velmi univerzální a nabízí nepřeberné možnosti využití ve stavebnictví. Kromě toho je také využíván jako materiál pro výrobu kulís, modelů, různých forem pro odlévání kovů a pro celou řadu jiných výrobků. Nejvýznamnější použití je na obaly. Oblíbenost u výrobců pramení z jeho vynikajících vlastností jako je odolnost proti stlačení, vlhkosti a teplotním výkyvům, dále je to jeho nízká hmotnost a velká tvarová přizpůsobivost a v neposlední řadě hygienická nezávadnost.

EPS jako tepelná izolace se často využívá ve stavebnictví, a to jak při zateplování rodinných a bytových domů, tak i při stavbách administrativních budov. Využití tepelné izolace z pěnového polystyrenu je velmi široké a jedná se hlavně o dobrý poměr ceny a účinku zateplení stavebních konstrukcí, ve kterých nalézá EPS své uplatnění. Na obrázku č.1 je vidět nejběžněji používaný typ EPS 70F a na obrázku č. 2 je vidět EPS s přídavkem grafitu, který má při stejné tloušťce o 20 % lepší tepelné technické vlastnosti než klasický bílý EPS.





Obr. č. 1 vlevo: Desky pěnového EPS; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)

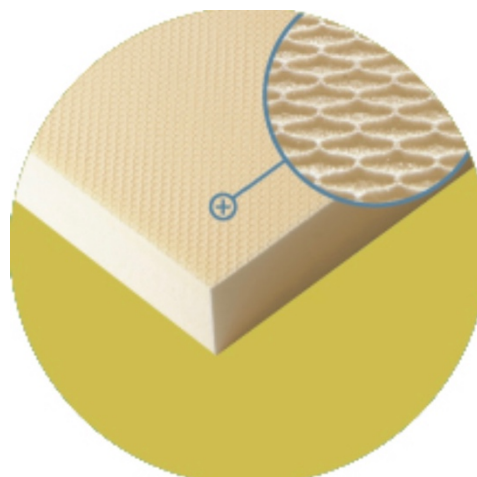
Obr. č. 2 vpravo: Desky pěnového EPS s přidavkem grafitu; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)

Stabilizovaný polystyren EPS je velmi lehký, nehnije, má velmi nízkou nasákavost, nevytváří živnou půdu pro mikroorganismy a každá buňka EPS, který se používá jako tepelná izolace systému ETICS obsahuje retardér hoření, který snižuje hořlavost polystyrenu. V minulosti používaný problematický retardér hoření HBCD byl nahrazen novým retardérem, u kterého nebyly prokázány žádné negativní účinky na živé organismy a životní prostředí. Pokud se pěnový polystyren správně použije, nemění své vlastnosti a má velmi dlouhou životnost. Nakonec je možné prohlásit, že ani výroba ani další působení tepelné izolace z EPS nemá žádné následky pro životní prostředí a zdraví lidí (Zemene, 2016).

### 3.4.2 Extrudovaný polystyren (XPS)

Proti pěnovému expandovanému polystyrenu má XPS lepší tepelně technické vlastnosti, je nenasákavý, a proto se hodí pro použití v místech s velkou vlhkostí. Vyznačuje se vysokou pevností a nesmršťuje se.

Podobně jako pěnový polystyren se expandovaný polystyren vyznačuje cenovou dostupností, i když je dražší než EPS. Nevýhody jsou podobné jako u EPS, je sám o sobě hořlavý, a proto se do něj v rámci požární bezpečnosti staveb přidává retardér hoření. Stejně jako u EPS byl retardér hoření HBCD nahrazeným novým ekologicky šetrným retardérem. Dalšími nevýhodami jsou neodolnost vůči organickým rozpouštědlům a neschopnost dlouhodobě odolávat UV záření. Používá se zejména při aplikaci zateplení základových konstrukcí a soklů budov nebo jako tepelná izolace plochých střech (Zemene, 2016).



Obr. č. 3: Detail desky extrudovaného polystyrenu; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)

Jak ukazuje obrázek č. 3, pro lepší přídržnost lepících materiálů se povrch desek fasádního XPS upravuje (Weber, 2017).

### 3.4.3 Pěnový polyuretan (PUR)

Polyuretanová pěna je další pěnový izolant na organické bázi. Používá se nejen na realizaci kontaktních zateplovacích systémů, ale i na zateplování střech, na výrobu desek podlahového vytápění s hliníkovou povrchovou úpravou nebo se aplikuje nástřikem na stěny, mezi stropní trámy a krokve střešních konstrukcí kde po aplikaci v průběhu několika málo sekund dojde až k 100násobnému zvětšení původního objemu. PUR má při nástřiku velmi dobrou přilnavost a díky velmi vysoké roztažnosti při vytvrzování vyplní všechny málo přístupné detaily v zateplovacích konstrukcích.

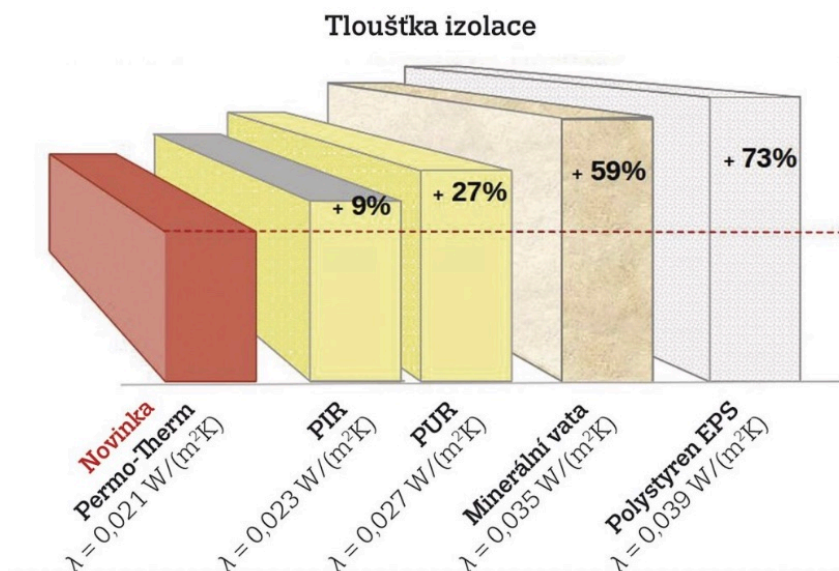
Polyuretanová pěna je zdravotně nezávadná, neobsahuje freony ani formaldehydy. Masivnějšímu využívání při provádění dodatečného zateplení budov brání její vysoká cena (Weber, 2017).

### 3.4.4 Fenolická pěna

Fenolická pěna vypadá na první pohled podobně jako polyuretanová pěna, ale má jen několik stejných vlastností. Jedna z nich je jejich nízká objemová hmotnost, ale na rozdíl od polyuretanové pěny má uzavřenou strukturu, je tužší, a tak stejně jako XPS nepřijímá téměř žádnou vlhkost.

Má lepší požární odolnost a je zařazena do třídy hořlavosti B2 mezi nesnadno hořlavé materiály. Běžně odolává teplotě 90 °C, ale krátkodobě může být vystavena teplotám do +250°C. Fenolická pěna se na trh dodává ve formě desek, jejichž strany mohou být opatřeny různou povrchovou úpravou, například tkaninou, plechem nebo plastem. Její největší výhodou je, že i při malých tloušťkách 40–80 mm má výborné tepelně izolační vlastnosti a splňuje tak přísné normové požadavky pro zateplování

budov. Jak ukazuje graf na obrázku č. 4 při zachování stejného tepelného odporu má ze všech běžně používaných tepelných izolantů nejmenší tloušťku. Této přednosti se dá s velkou výhodou využít všude tam, kde není možné aplikovat větší tloušťky tepelných izolantů (Weber, 2017).



Obr. č. 4: Graf porovnání tlouštěk izolantů při stejném tepelném odporu; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)

### 3.4.5 Minerální a skelná vlna (MW) obrázek, zdroj, cena výroba

Minerální a skelná vlna se vyrábějí z přírodních surovin. Minerální vlna se vyrábí z čediče a skelná vlna z křemičitého písku. Tepelné izolace z obou materiálů mají téměř totožné vlastnosti, dobře propouští vodní páru, mají nízký difúzní odpor, nízkou tepelnou roztažnost, a především mají velkou odolnost vůči vysokým teplotám. Odolávat vysokým teplotám předurčuje použití obou materiálů při zateplování především vyšších bytových domů, kde jsou požadavky na požární odolnost přísnější, než je tomu u rodinných domů.

Dalšími výhodami je nízká hmotnost a odolnost vůči hmyzu a hlodavcům. Jednou z nevýhod při práci s oběma materiály je potřeba používání ochranných pracovních pomůcek, především rukavic a respirátorů, a to z důvodu hrozícího poranění od ostrých částek vlny, které mohou způsobit záněty kůže a respirační potíže. Dalšími nevýhodami je vysoká nasákavost obou materiálů, horší opracovatelnost, nutná preciznost při zhotovení a v neposlední řadě i vyšší cena oproti pěnovému polystyrenu.

Uvedený obrázek č. 5 ukazuje desky z minerální vlny, které se používají pro aplikace kontaktních zateplovacích systémů (Weber, 2017).



Obr. č. 5: Desky minerální vlny pro použití na fasády budov; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)

### 3.5 Polystyren a jeho využití ke snížení energetické náročnosti budov

Expandovaný pěnový polystyren se nejvíce využívá jako izolační materiál ve stavebnictví a velmi dobře se uplatňuje jako účinný nástroj ke snižování energetické náročnosti budov. Na stavebních aplikacích se jeho spotřeba podílí v Asii 50 %, v Evropě 78 % a v České republice je to dokonce 88 %. Zbývající procenta využití EPS připadají na obaly, zejména to jsou obaly na elektroniku a potraviny. Na rozdíl od aplikací ve stavebnictví, kde se dlouhodobá izolační schopnost a životnost EPS uplatňuje na 50 i více let, oblast obalového segmentu nevyžaduje dlouhou dobu životnosti ani neřeší požadavky na požární odolnost. Možnosti využití pěnového polystyrenu jako tepelného izolantu ve stavebnictví jsou velmi široké. Používá se jako tepelná izolace k eliminaci tepelných ztrát všech konstrukcí obálky budov bytové, občanské a průmyslové výstavby (Vörös, 2016).

#### 3.5.1 Historie výroby pěnového polystyrenu v ČR

Pěnový polystyren, tak jak ho známe dnes, byl vynalezen v Německu vývojovým pracovníkem firmy BASF Fritzem Stastnym v roce 1949 při výzkumu houževnatých plastů. V té době připravoval a testoval velké množství nových směsí. Po celodenní práci v laboratoři odložil večer jednu sadu z připravených směsí do ještě nevychlazené trouby a když se ráno vrátil zpět, čekalo ho velké překvapení. Horní víko plechové krabičky od krému na boty, ve které uchovával vzorky, leželo na patnácti centimetrovém sloupci z lehké pěnové hmoty. Na níže uvedeném obrázku č. 6 je vidět struktura pěnového polystyrenu.



Obr. č. 6: Struktura pěnového polystyrenu; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

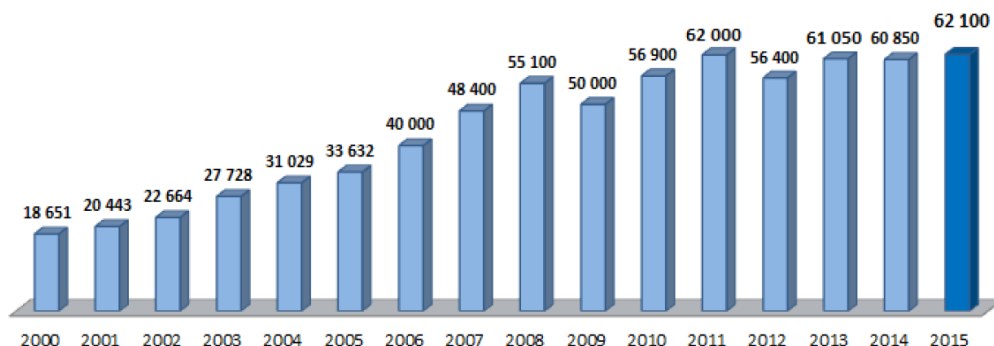
Byl to první pěnový polystyren. Teprve po mnoha letech po této události a po desetiletí trvajících výzkumech a sledování jeho materiálových vlastností a charakteristik můžeme docenit jeho význam pro moderní stavební průmysl.

V ČR se začala surovina pro výrobu pěnového polystyrenu ve formě perliček vyrábět v roce 1963 v Kralupech nad Vltavou v tehdejší chemičce, která se tehdy jmenovala Kaučuk n.p. V této chemické továrně se jako v jediné v ČR vyrábí tato surovina dodnes. Po transformaci z národního podniku na akciovou společnost a několika změnách vlastnických práv se v současné době firma jmenuje SYNTHOS Kralupy a.s. a je vlastněná polskou korporací, která se jmenuje Firma Chemiczna DWORY, S.A. (Vörös, 2016).

### 3.5.2 Vývoj spotřeby pěnového polystyrenu

S průmyslovou aplikací pěnového polystyrenu se začalo v 60. letech 20. století. Jeho uplatnění v praxi vykazuje vysokou dynamiku, roce 1960 bylo celosvětově aplikováno 35 tisíc tun EPS, v současnosti je to více než 6 miliónů tun a do konce roku 2020 by měly být instalovány kapacity výroby až na 11 miliónů tun ročně. Předpokládá se, že do roku 2050 bude celosvětová spotřeba EPS 13 až 15 miliónů tun za rok.

V ČR v roce 2015 dosáhla spotřeba polystyrenu zatím historicky nejvyšší hodnoty, a to 62 100 tun. Bylo to o sto tun více než v doposud rekordním roce 2011 a o 1250 tun více než v předešlém roce 2014. Vzestupný trend spotřeby pěnového polystyrenu v České republice v posledních letech je patrný z grafu na obrázku č. 7.



Obr. č. 7: Vývoj spotřeby polystyrenu v ČR, tun za rok; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

Na zvýšení celoevropského odbytu EPS mělo zásluhu zejména oživení celé ekonomiky včetně stavebního průmyslu. ČR patří v evropském regionu mezi země s velkou oblíbeností aplikací s EPS. Významný podíl na historicky nejvyšší spotřebě EPS v České republice v roce 2015 mají určitě ekonomické faktory. Mezi nejvýznamnější patřil růst investic do stavebnictví, jak z privátní sféry, tak hlavně ze strany státu, prostřednictvím vyšší podpory z fondů různých dotačních programů na snižování energetické náročnosti budov. Na celkové spotřebě EPS se stavebnictví podílí až z 88 % (Zemene, 2016).

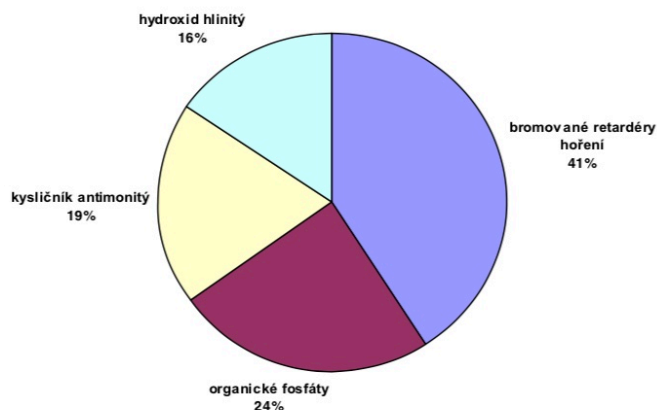
### 3.5.3 Výroba pěnového polystyrenu

Pěnový polystyren je tvořen z 98 % vzduchem. EPS se vyrábí na principu polymerace styrenu za přítomnosti pentanu v tlakových míchaných reaktorech. Styren je přírodní produkt, který byl poprvé izolován z pryskyřice stromu borovice už roku 1839. Nachází se v obilí, ovoci, skořici a kávových zrnech. Přírodní zdroje styrenu byly pro jeho průmyslové využití nedostačující, a tak byla v roce 1931 zahájena průmyslová výroba styrenu. V současnosti se v Evropě vyrábí ve 22 výrobních závodech. Odhad celosvětové výroby je 27 až 28 miliónů tun za rok a očekávaný růst výroby do roku 2020 je až na 40 miliónů tun. Na výrobu EPS se spotřebovává 19 % z celkově vyrobeného styrenu. Na celosvětovou současnou produkci EPS je spotřebováváno pouze 0,1 % vytěžené ropy, která slouží k výrobě styrenu. V současnosti je k dispozici velké množství studií o zdravotních rizicích, které byly prováděny v uplynulých 50 letech za účelem sledování zdravotního stavu celkem 55 tisíc pracovníků ve výrobnách EPS v Evropě a ve Spojených státech amerických z výroben v EU a USA. Ve svých závěrech tyto studie neuvádějí významnější rizika spojená s aplikací styrenu.

Mezi další složky pěnového polystyrenu patří pentan a retardér hoření. Pentan použitý při výrobě EPS se podílí na jeho celkové spotřebě okolo 21 %, zbylá vyrobená část je obsažena v benzínech. Emise pentanu, které vzniknou při výrobě EPS a při jeho zpracování nepředstavují zdravotní rizika a ani nepoškozují ozonovou vrstvu, protože pentan se velmi rychle rozkládá na vodu a oxid uhličitý.

Z důvodu zlepšení požárně bezpečnostních vlastností se jako retardér hoření ještě donedávna používal hexabromcyklododekan (HBCD), který byl synteticky vyráběn z přírodního bromu, jenž se těžil u Mrtvého moře. V květnu 2013 proběhlo zasedání komise členských států Stockholmské úmluvy, při kterém byla tato látka zařazena do celosvětového seznamu zakázaných perzistentních organických látek (22 POP). Jak ukázaly výzkumy, při možném usazování HBCD v sedimentech u ústí řek, v mořích a oceánech, se může látka HBCD prostřednictvím mořských živočichů dostat do potravinového řetězce. Z tohoto důvodu byl tento retardér nahrazen novým bezpečnějším, který se jmenuje Polymeric FR a v březnu 2011 si ho nechala ověřit a patentovat americká firma DOW. V ČR se tento nový retardér hoření, který se přidává do stavebních izolací z EPS, používá od 1. 10. 2015. Převládající podíl využití bromovaných retardérů hoření na světové spotřebě retardérů je patrný z grafu na obrázku č. 8. (Vörös, 2016).





Obr. č. 8: Graf podíl retardérů hoření ve světové spotřebě; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

### 3.5.4 Využití pěnového polystyrenu ve stavební praxi

Jak již bylo uvedeno výše, hlavním odvětvím, kde se využívá pěnového polystyrenu, je stavebnictví. V České republice to představuje 88 % podíl na trhu s EPS. Jedná se o aplikace EPS jako tepelného izolantu, které přímo souvisejí se snahou o snižování energetické náročnosti budov a přechodu na bezuhlíkatou ekonomiku. Pro jeho výborné tepelně technické vlastnosti, dobrou opracovatelnost a příznivou cenu je používán jako tepelná izolace na všechny druhy konstrukcí obálky budov. Od základů po střechu. Na každou specifickou část stavebních konstrukcí se používá jiný typ EPS s upravenými parametry, tak aby splňoval přísné podmínky technických norem (Vörös, 2016).

Nejčastěji se pěnový polystyren používá jako tepelný izolant kontaktních zateplovacích systémů novostaveb a rekonstrukcí budov. Aplikace izolantu je patrná z obrázků č. 9 a č. 10.



Obr. č. 9 vlevo: Použití pěnového polystyrenu na zateplení fasády domu; zdroj: vlastní

Obr. č. 10 vpravo: Aplikace lepicí stěrky na izolant z EPS; zdroj: vlastní



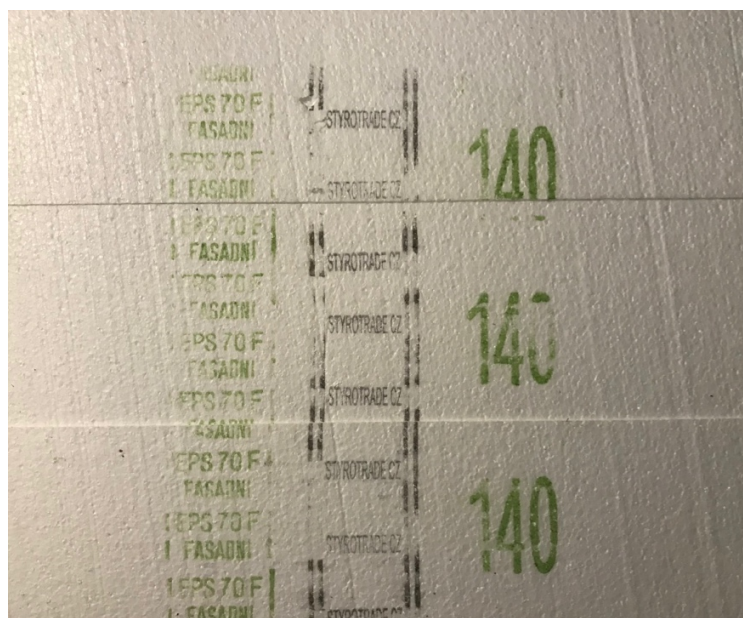
### 3.5.5 Značení pěnového polystyrenu používaného ve stavebnictví

Z důvodu odlišení pěnového polystyrenu s retardérem hoření HBCD, který se používal v minulosti, a desek bez retardéru hoření HBCD byl zaveden nový systém značení. Základní tabulka s novým značením je na obrázku č. 11.

Původní značení	Nové značení	Barevný kód	Poznámka
EPS 50 Z	EPS S		pro aplikace bez zatížení (výpňový materiál)
EPS 70 Z EPS 70 S	EPS 70		základní typy, které nahrazují původní Z a S typy
EPS 100 Z EPS 100 S	EPS 100		
EPS 150 Z EPS 150 S	EPS 150		
EPS 200 Z EPS 200 S	EPS 200		
EPS 70 F EPS 100 F	EPS 70 F EPS 100 F EPS EF	  	speciální typy pro ETICS; EF je nový elastifikovaný typ pro ETICS s lepšími akustickými vlastnostmi
EPS P	EPS P	neznačí se	
EPS T	EPS T	  	speciální podlahový typ pro tlumení kročejového hluku

Obr. č. 11: Grafické znázornění značení izolačních desek z pěnového polystyrenu; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

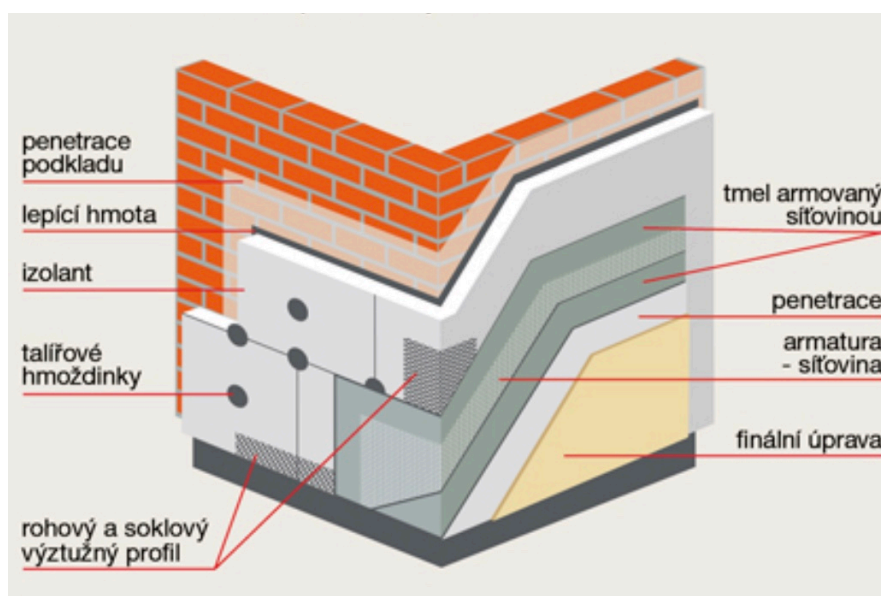
Na níže uvedeném obrázku č. 12 je vzorek materiálu EPS 70F s již novým způsobem značení.



Obr. č. 12: Vzorek fasádního pěnového polystyrenu EPS 70F tl. 140 mm; zdroj vlastní

### 3.5.6 Životnost ETICS

Jak již bylo uvedeno, mezi nejčastěji používané aplikace pěnového polystyrenu patří kontaktní zateplovací systémy. K masovějšímu rozšíření ETICS došlo v období první celosvětové energetické krize v polovině 70. let. V případě, že byly dodrženy technologické postupy a použily se vhodné stavební materiály, je životnost ETICS minimálně 40 až 50 let. Delší životnost nelze s ohledem na teprve padesátiletou historii ETICS fakticky doložit. Původní kontaktní zateplovací systémy v dnešní době dožívají, a to jak z hlediska fyzické životnosti, tak hlavně z hlediska nedostačujících tepelně technických parametrů. Na obrázku č. 13 je znázorněná skladba typického souvrství kontaktního zateplovacího systému s využitím pěnového polystyrenu.



Obr. č. 13: Skladba typického kontaktního zateplovacího systému; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

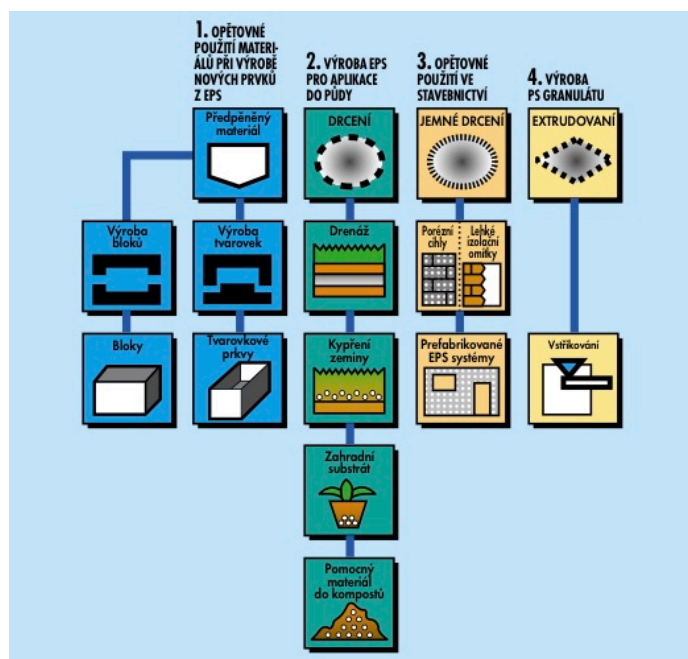
Zásadním společným nedostatkem všech starších aplikací zateplovacích systémů je nízká hodnota tepelného odporu všech konstrukcí obálky budovy. V původních vrstvách konstrukcí obvykle dochází ke vzniku nepříjemného množství kondenzující vlhkosti. Následkem toho vznikají různé vady a poruchy. To obvykle způsobuje zatékání do celého systému zateplení a následnou degradaci. Závěrem lze konstatovat, že předpokládaná životnost původních kontaktních zateplovacích systémů je 30 let a životnost současných ETICS s EPS se předpokládá 50 let (Lorenc, 2016).

V následující kapitole bude popsána problematika odstraňování a recyklace dožilých nebo nevyhovujících aplikací kontaktních zateplovacích systémů s EPS.

### 3.5.7 Odstraňování výrobků z pěnového polystyrenu

Při nakládání s odpady stojí v hierarchii odpadového hospodářství nejvýše předcházení jeho vzniku. Následuje opětovné využití, recyklace, energetické využití a jako poslední možnost odstranění, například uložením na skládku.

Při výrobě pěnového polystyrenu lze všechn odpadní materiál znovu použít. Po rozdrčení odpadního EPS a jeho přidání do výrobního procesu vznikne opět nový výrobek. Dalo by se tak říci, že při výrobě dochází k minimalizaci odpadního EPS. Opětovné využití výrobků z EPS lze aplikovat v mnoha případech. Jedná se především o speciálně konstruované balení pro několikanásobné použití při výrobních procesech a při montáži nejrůznějších výrobků. Lze recyklovat pouze výrobky neobsahující retardér hoření HBCD. Na obrázku č. 14 je znázorněno použití recyklovaného pěnového polystyrenu.



Obr. č. 14: Možnosti použití recyklovaného EPS; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

Další možností nakládání s odpadním EPS je jeho energetické využití k výrobě elektrické energie nebo tepla. Stejně jako všechny plasty má i pěnový polystyren vysokou kalorickou hodnotu. Jeden kilogram EPS obsahuje tolik energie jako 1,3 litru topného oleje. Tímto způsobem je možné za určitých podmínek odstranit i EPS s nadlimitním obsahem retardéru hoření HBCD, který byl kvalifikovaně zařazen do kategorie nebezpečný obsah (Vörös, 2016).

Zajímavou možností, jak biologicky odstranit pěnový polystyren je jeho biodegradace a mineralizace působením larev potměníka moučného. Na níže uvedeném obrázku č. 15 jsou vidět larvy při práci.



Obr. č. 15: Larvy potměníka moučného při odstraňování pěnového polystyrenu; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

Vědecké týmy prováděly pokusy při 4, 8, 12 a 16denním působení larev na desky EPS. Po 16 dnech došlo k přeměně zkoumaného polystyrenu na  $\text{CO}_2$  z 47,7 % a vyloučené zbytky tvořily biomasu ve formě lipidů. Tato neobvyklá strava nedělala larvám žádné potíže a nedocházelo ke zkrácení jejich života. Během jednoho dne může 100 larev potměníka moučného zkonsumovat 34 až 39 miligramů pěnového polystyrenu. K průmyslovému využití tohoto výzkumu je cesta ještě daleká (Vörös, 2016).

Poslední, nejméně žádoucí možnost, jak naložit s odpadním polystyrenem, je uložení na skládku. Na obrázku č. 16 je možný způsob odstranění nevyhovujícího kontaktního zateplovacího systému.



Obr. č. 16: Demontáž ETICS s pěnovým polystyrenem; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

Uložit na skládku lze pouze takový EPS, který neobsahuje nadlimitní hodnoty retardéru hoření HBCD. Jedná se o EPS použitý v aplikacích ETICS, realizovaných po roce 2015 (Vörös, 2016).

### 3.5.8 Zdvojení kontaktního zateplovacího systému

Vnější dodatečné zateplení je velice účinným nástrojem pro zlepšení tepelně izolačních vlastností obvodových plášťů. Přesto, že je ETICS používán relativně krátkou dobu, u některých dřívějších realizací se již nyní můžeme setkat s vážnými poruchami. Jedná se zejména o trhliny a praskliny, které jsou způsobené pnutím v základní vrstvě, či odlupující se a odpadávající části omítky nebo v nejhorších případech odpadající celá souvrství zateplovacího systému (Doran, 2013).

U některých dříve provedených zateplovacích systémů lze dohledat jejich skladbu na základě v archivu uložené projektové dokumentace nebo zachovaného stavebního deníku, u ostatních však nemusíme zjistit vůbec nic. V nedávné minulosti nebylo neobvyklé setkat se s přístupem, kdy prováděcí firmy nakoupily nejlevnější komponenty, které se daly na trhu sehnat, s vysvětlením, že lepidlo primárně určené na obklady koupelen je stejné jako lepicí a stěrková hmota určená na zateplovací systémy, jelikož vypadá úplně stejně. Ale i kdyby se zjistilo z dochované projektové dokumentace o starém zateplovacím systému maximum, je potřeba vzít v úvahu kvalitu nebo nekvalitu prováděných prací, a to zejména vlastní montáže zateplovacího systému, soudržnost podkladu, zda bylo lepení prováděno na rámečky nebo na body, jakost a typ použitých izolačních desek, kotvicí prvky, jejich počet a rozmístění.

Z výše popsaných důvodů je třeba provést před realizací zdvojení ETICS důkladnou diagnostiku stávajícího zateplovacího systému včetně podkladu. Důležité je také staticky posoudit způsobilost podkladu, na který bude působit přitížení další vrstvou zateplovacího systému. Až po provedení výše uvedených průzkumů je možné se rozhodnout, jakým způsobem se provede dodatečné zateplení (Stomix, 2014).

Ověření vnitřní skladby zateplovacího systému a stavu podkladu je potřeba ověřit nejlépe provedením otevřených sond o rozměru jedné sondy alespoň 1 m<sup>2</sup>. Daný počet a umístění jednotlivých sond stanoví projektant po pečlivě provedeném průzkumu. Sondami se prověří fyzikální, mechanické a chemické vlastnosti celého systému. Nejdříve se prozkoumá stav souvrství, druh použité omítky, zrnitost omítky, tloušťka základní vrstvy a kvalita provedení jejího vyztužení.

Dále se bude třeba zaměřit na způsob kotvení zateplovacího systému, kde se bude zjišťovat množství použitých hmoždinek na 1 m<sup>2</sup>, použité kotevní schéma, typ hmoždinek a způsob jejich montáže.

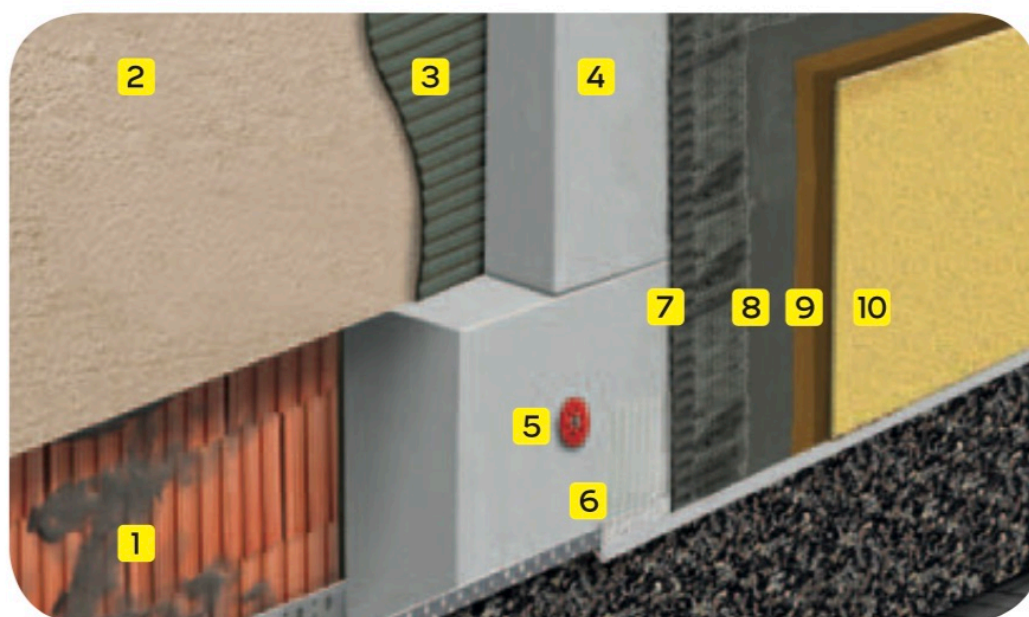
Z provedených sond se dále zjistí, jaký typ tepelného izolantu byl použit, tloušťka izolantu, způsob lepení a jak velká plocha izolantu byla přilepena k podkladní vrstvě. Prověření soudržnosti lepicí hmoty se provede odtrhovou zkouškou.



Je třeba také jednoznačně navrhnout, jaký druh lepidla bude vhodné použít na konkrétní omítku, zda bude možné použít cementovou či disperzní lepicí stěrku v kombinaci s podkladním nátěrem (ČSN 73 2902/2011).

Pro nový zateplovací systém, který je lepený na původní, je nevhodnější použít takový druh tepelného izolantu, jaký je již použit v původním systému (Vörös, 2009).

Po pečlivé přípravě stěn určených k zateplení se může přistoupit k vlastní realizaci. Zakládání a lepení izolačních desek musí být provedeno precizně, aby se omezil vznik tepelných mostů s dobrou integrací použitých profilů do základní vrstvy zateplení. Výrazně se tím sníží možnost vzniku poruch v soklové oblasti fasády. Nejvhodnější je celoplošné lepení nebo lepení pomocí nanášení pásů lepidla po obvodu a terčů v ploše izolačních desek. Plocha lepeného spoje musí být minimálně 40 %, pokud není ověřeno jinak v certifikaci systému. Lepení desek se provádí vždy na vazbu, styk desek je bez mezer a lepicí hmoty. Desky musí být osazeny v rovině a v případě nerovností nebo poškození UV zářením přebroušeny. Příklad založení zdvojení ETICS je patrný z obrázku č. 17. (Weber, 2017)



Detail založení ETICS na ETICS

1 podklad (zdívo, panel)

2 starý zateplovací systém

3 lepicí hmota **webertherm elastik**

4 nový zateplovací systém

5 hmoždinka

6 nová soklová lišta se soklovým nástavcem s okapnicí

7 stěrková hmota **webertherm elastik**

8 skleněná síťovina

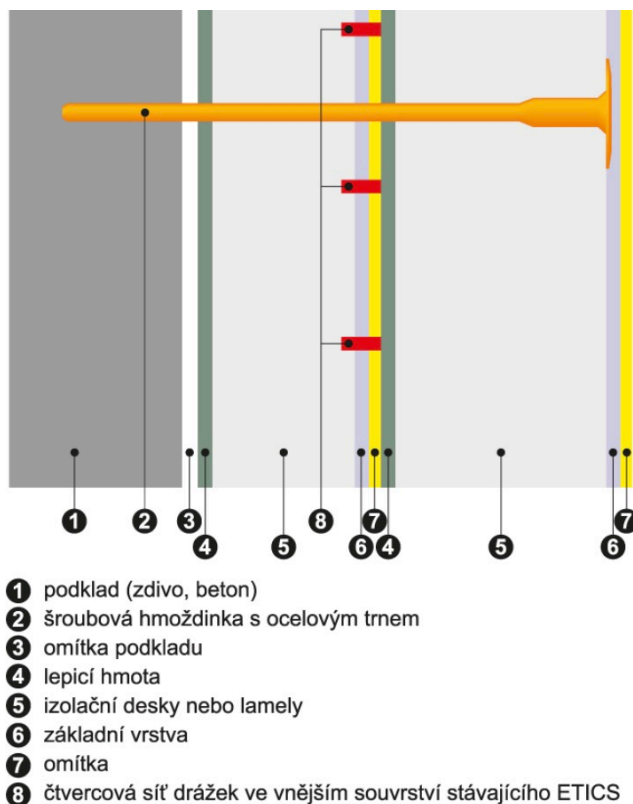
9 podkladní nátěr **weber.pas** podklad UNI

10 omítko **weber.pas**

Obr. č. 17: Skladba zdvojení dodatečného zateplovacího systému; zdroj: [www.weber-terrano.cz](http://www.weber-terrano.cz)

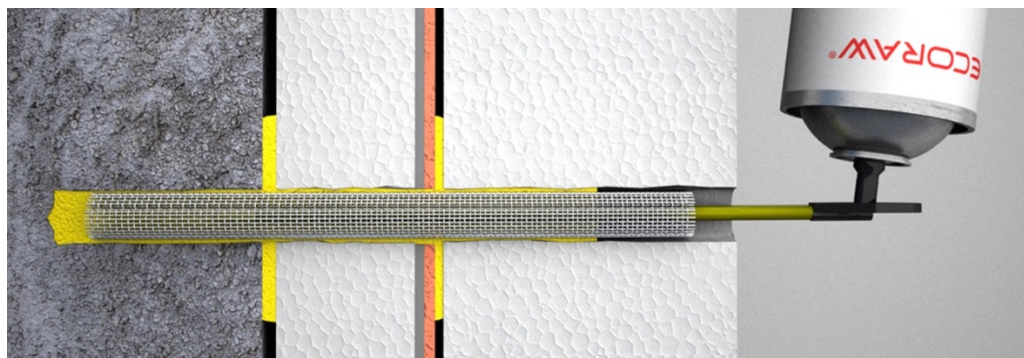
Upevňování desek se provádí mechanickými kotvami, jejichž druh, délka, počet a rozmístění vychází z normy ČSN 732902/2011. V případě použití talířových hmoždinek se doporučuje provést zápusťnou montáž s omezením bodového prostupu a barevného prokreslení hmoždinek za určitých povětrnostních podmínek.

Podle kvality hmoždinek může být rozdílný počet kotvicích prvků na jednom konkrétním objektu. Ne vždy je použití nejlevnějších hmoždinek ekonomicky výhodné. Příklad skladby standardního zdvojení ETICS je patrný na obrázku č. 18.



Obr. č. 18: Skladba zdvojení dodatečného zateplovacího systému; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)

Další vrstva zateplovacího systému se může na nalepit na původní standardním způsobem tak, aby lepená plocha byla minimálně 40 % plochy desky, nebo se může použít celoplošného lepení. V případě nesoudržného podkladu je jediná možnost zdvojení ETICS inovativním řešením pomocí injektovaných kotev, provedení montáže je patrné na níže uvedeném obrázku č. 19.



Obr. č. 19: Aplikace injektované kotvy zdvojení ETICS; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)

---

Kotvení celého souvrství zateplovacího systému se musí provést do nosného podkladu, tedy do nosné konstrukce obvodové stěny, nikoliv jen do původního zateplovacího systému. Návrh kotvení se provede dle platné normy (ČSN 732902/2011).

Po nalepení a mechanickém přikotvení izolantu pomocí injektovaných hmoždinek, následuje stejný technologický postup jako u kotvení klasickými talířovými hmoždinkami.

Po nalepení a následném kotvení izolantu, které se provádí dle klimatických podmínek nejdříve po 48 hodinách, se provádí základní vrstva. Před prováděním plošné výztuže je nutné aplikovat ochrany rohů a napojení na konstrukce a prostupující prvky. Stěrkovou hmotu je nutné nanést v rovnoměrné vrstvě s ohledem na konečnou tloušťku základní vrstvy. Výztužná tkanina se musí zapracovat do stěrkové hmoty do vnější třetiny vrstvy s přesahem pásů výztuže minimálně 100 mm a provést diagonální výztuž pásem o rozměrech minimálně 200 mm na 300 mm u všech rohů otvorů konstrukce (Klásek J. 2016).

Konečná povrchová úprava se provede po zkontrolování rovinnosti podkladu, kdy maximální nerovnost je rovna velikosti zrna omítkoviny plus 0,5 mm na 1 m. Před vlastní aplikací zvolené finální úpravy se provede penetrační mezinátěr za účelem snížení nasákavosti, zvýšení adheze a zabránění prosvítání základní vrstvy. Omítka se nanáší bez přerušení a stejnosměrně se dezenuje s dostatečným počtem pracovníků. Nesmí se provádět na přímém slunci, na větru a je třeba zohlednit klimatické podmínky. Na stejnobarevné ucelené plochy je vždy třeba používat stejnou šarži omítkoviny, aby nedošlo k nevyžádaným barevným rozdílům. Výběr odstínu a jeho sytosti může výrazně ovlivnit teplotní zatížení povrchového souvrství zateplovacího systému, jeho životnost a stálost barvy (Setzer, 2009).



#### 4. Metodika

V první části bude proveden popis výchozího stavu rodinného domu na základě dostupné dokumentace a archivních materiálů jako jsou fotografie, původní projektová dokumentace, stavební povolení, kolaudační rozhodnutí apod. Tyto dokumenty budou získány z archivů stavebního úřadu a z rodinného archivu. Po zpracování a vyhodnocení získaných materiálů bude vypracována dokumentace skutečného provedení stavby.

Po pasportizaci a popisu výchozího stavu objektu bude provedeno zhodnocení výchozího stavu a návrh zdvojení dodatečného zateplení dle technických požadavků TP CZB-01-2014 a dalších souvisejících právních a technických norem. Součástí zhodnocení bude detailní stavebně-technický průzkum konstrukce obvodového zdiva s kontaktním zateplovacím systémem. Z průběhu zkoušek a měření bude prováděna vlastní fotodokumentace, která bude sloužit k pozdějšímu vyhodnocení naměřených výsledků.

Prvním krokem při zhodnocení výchozího stavu bude celkové vizuální posouzení, které bude mít za úkol posoudit současný stav povrchu fasády a vytypovat problematická místa. Na povrchu fasády se bude zjišťovat její zaprášení, výkvěty, mastnoty, zvlhčení, puchýře a odlupující se místa, křídování, sprašování, trhliny, napadení mikroorganismy a dodržování dilatačních spár.

Po provedení sond bude následovat posouzení podkladní stěnové konstrukce stávajícího zateplení, kde se bude zjišťovat stav a soudržnost materiálové báze původní podkladní stěnové konstrukce včetně povrchové úpravy a její tloušťky.

Dalším krokem bude zjišťování způsobu a stavu upevnění lepením stávajícího zateplení k podkladní stěnové konstrukci. Bude se zjišťovat a posuzovat smyková únosnost, způsob lepení desek tepelně izolačního materiálu a plocha lepeného spoje. U mechanického kotvení izolantu, které se provádí pomocí hmoždinek, se bude zjišťovat způsob jejich osazení, druh, počet, poloha vůči výztuži v základní vrstvě a rozmístění. Budou provedeny výtažné zkoušky použitých hmoždinek.

Tepelně izolační materiál bude posuzován na pevnost v tahu kolmo v rovině desky, bude se zjišťovat druh, tloušťka a požární vlastnosti desek tepelného izolantu. U vnějšího souvrství stávajícího ETICS se bude posuzovat soudržnost, rovinnost a savost povrchu, dále přídržnost vnějšího souvrství k deskám tepelného izolantu, přídržnost nově navrhované lepící hmoty, jako součásti nového ETICS k povrchu stávajícího ETICS, včetně vzájemné snášenlivosti, dále materiálová báze a tloušťka základní vrstvy a materiálová báze, tloušťka a stav omítky ETICS včetně případného nátěru.

Z hlediska požární bezpečnosti se bude zjišťovat druh použitých desek tepelně izolačního materiálu ve stávajícím systému kontaktního zateplení z hlediska chování při požáru, celkové posouzení provedení ETICS z hlediska požární odolnosti s ohledem na požární výšku objektu. Bude navržen takový tepelný izolant, který bude splňovat předepsané požadavky třídy reakce na oheň dle ČSN EN 13501-01.

---

Na základě zjištěných okolností bude navrženo optimální řešení zdvojení kontaktního zateplovacího systému. Standardní návrh zdvojení ETICS bude vycházet z předpokladu, že se zachová původní skladba celého souvrství zateplovacího systému a bude aplikována další nová vrstva tepelné izolace, která bude spolu s původním izolantem splňovat nejpřísnější tepelně technické normy. Tento navrhovaný způsob řešení provedení nového zateplovacího systému na stávající je označován jako zdvojení ETICS a je možné ho použít pouze v případě, že výsledky všech předepsaných zkoušek jsou v souladu s technickými pravidly na zdvojení ETICS TP CZB-01-2014. V případě, že nebudou splněny technické požadavky na provedení standardního řešení zdvojení dodatečného zateplení, bude proveden inovativní návrh možného způsobu realizace. Hlavní prioritou bude snaha o zachování původního izolantu v nové tepelně izolační vrstvě bez nutnosti jeho odstranění.

Na základě navrženého zdvojení kontaktního zateplovacího systému bude provedeno energetické hodnocení, které bude porovnávat parametry spotřeby energie před zdvojením ETICS a po jeho navrhované aplikaci. K tomuto účelu budou vypracovány, pro každý uvedený případ, průkazy energetické náročnosti budovy. Výsledkem bude stanovení velikosti energetických úspor a velikost snížení emisí CO<sub>2</sub>.

Na základě vypracované prováděcí dokumentace a tepelně technického návrhu bude provedena cenová kalkulace nákladů na realizaci zdvojení kontaktního zateplovacího systému. Cenová kalkulace a velikost energetických úspor po navrhovaném zdvojení ETICS bude výchozím podkladem pro jeho ekonomické hodnocení. Bude vypočítána prostá doba návratnosti navrhovaného opatření v případě použití vlastních finančních prostředků a v případě kdy bude část nákladů na realizaci hrazena z dotačního programu Nová zelená úsporám.

V závěru budou navrženy varianty způsobu odstranění souvrství tepelně izolačního systému obvodového pláště domu, které by mohly vzniknout v případě nutné demontáže původního souvrství v minulosti dodatečně zatepleného domu.

## 5. Zdvojení dodatečného zateplení rodinného domu

### 5.1 Kritéria a požadavky pro zdvojení ETICS

Při rozhodování o tom, jestli bude možné navrhnout a následně provést zdvojení ETICS, je bezpodmínečně nutné vycházet z výsledků zjištěných poznatků a dbát na splnění potřebných požadavků a kritérií v nadcházejících kapitolách. Pokud tyto nároky nebudou splněny, není přípustné podle technických pravidel pro zdvojování ETICS dodatečné zdvojení zateplovacího systému provést (CZB, 2014).

#### 5.1.1 Vyžadovaná kritéria a požadavky pro zdvojení ETICS

Při zdvojení ETICS musí být bezpodmínečně zajištěno:

- Povrch stávajícího ETICS musí být bez prachu, výkvětů, mastnoty, zvlhčení, puchýřů a odlupujících se míst, aktivních trhlin a bez napadení mikroorganismů.
- Dodržení původních dilatačních spár ve stávajícím systému, popřípadě jejich zajištění.
- Odchylka rovinatosti povrchu stávajícího ETICS nesmí být větší než 10 mm/m.
- Rovnoměrná a odpovídající savost povrchu stávajícího systému.
- Soudržnost vnějšího souvrství stávajícího ETICS a jeho přídržnost k tepelně izolačnímu materiálu – nejmenší jednotlivá přípustná hodnota musí být alespoň 80 kPa nebo může dojít k porušení v tepelně izolačním materiálu (zkušební metoda dle ČSN EN 1542).
- Přídržnost lepicí hmoty, jako součásti nového ETICS, k povrchu stávajícího ETICS – nejmenší jednotlivá přípustná hodnota musí být alespoň 80 kPa (zkušební metoda dle ČSN EN 1542).
- Smyková únosnost stávající ETICS při zkoušce posouzení smykové únosnosti in situ, nejmenší jednotlivá hodnota zatěžovací síly pro desky o rozměrech 500 x 1000 mm musí být alespoň 2,0 kN.
- Soudržnost původní podkladní stěnové konstrukce včetně případných povrchových úprav, například omítek, nátěrů nebo nástřiků – nejmenší jednotlivá přípustná hodnota musí být alespoň 80 kPa (zkušební metoda dle ČSN EN 1542).
- Lepení desek tepelně izolačního materiálu stávajícího ETICS pomocí lepicí hmoty ve formě pásů po obvodě desky a terčů v její ploše nebo formou celoplošného lepení – ověření formou velkoplošné sondy.
- Plocha lepeného spoje stávajícího ETICS musí být minimálně 40 %, v odůvodněných případech může být i nižší, nejméně ale 30 % – ověření formou velkoplošné sondy.

- Minimální hodnota pevnosti v tahu kolmo k rovině desky tepelně izolačního materiálu stávajícího ETICS je 100 kPA v případě desek z pěnového polystyrenu.
- Viditelné nenarušení desek tepelného izolantu stávajícího ETICS vlhkostí.
- Reakce na oheň EPS desek stávajícího ETICS nejhůře třída E.

Při zdvojení ETICS podle těchto technických pravidel se způsobu osazení stávajících hmoždinek, jejich druhu, počtu a rozmístění nepřikládá zvýšená pozornost (CZB, 2014).

### 5.1.2 Zohledňovaná kritéria a požadavky pro zdvojení ETICS

V následujících bodech budou popsány požadavky a kritéria zohledňovaná při realizaci zdvojení kontaktního zateplovacího systému. Tato kritéria nejsou bezpodmínečně vyžadována, ale je třeba, aby byly při aplikaci zdvojení ETICS přiměřeně zohledněna (CZB, 2014).

- Zda existuje projektová dokumentace stávajícího zateplení, která by řešila komplexní návrh stávajícího ETICS jako uceleného stavebního výrobku.
- Jestli je k dispozici stavební deník.
- Existuje-li dokumentace skutečného provedení stavby včetně specifikace použitého ETICS a dokumentace o předání díla.
- Existence trhlin vyvolaných nedostatky ve funkci vnějšího souvrství ETICS a ve funkci desek tepelného izolantu.
- Tloušťka původní povrchové úpravy stěnové konstrukce, pokud byla provedena, pro stanovení délky kotev pro zdvojení ETICS a pro tepelně technické posouzení.
- Ostatní požadavky a kritéria – druh a značení desek stávajícího ETICS, soulad či nesoulad s projektovou dokumentací, materiálová báze a stav původní podkladní stěnové konstrukce včetně povrchové úpravy na základě vizuálního posouzení.
- Poloha osazených hmoždinek vůči výztuži.
- Materiálová báze základní vrstvy a její tloušťka.
- Stav omítky stávajícího ETICS a její materiálová báze.

(CZB, 2014)

### 5.1.3 Související požadavky pro zdvojení ETICS

Při zpracování projektové dokumentace a následném zdvojení ETICS musí být dodrženy všechny legislativní a normové požadavky a další požadavky vyplývající ze specifik zdvojení dodatečného zateplení (CZB, 2014):

- Upevnění nového ETICS pomocí hmoždinek dle ČSN 73 2902.

- 
- Omezení maximální celkové tloušťky tepelně izolačního materiálu zdvojeného ETICS, EPS na EPS max. 300 mm.
  - Požadavek na hodnotu pevnosti v tahu kolmo k rovině desky tepelně izolačního materiálu nového ETICS, v případě EPS min. 100 kPa.
  - Způsob nanášení lepící hmoty, založení nového ETICS.
  - Odborné zaškolení realizátorů zdvojení ETICS příslušným výrobcem certifikovaného systému.

(CZB,2014)

## 5.2 Popis výchozího stavu rodinného domu

### 5.2.1 Umístění a popis území

Rodinný dům se nachází v obci Chloumek v katastru města Mělníka, 3,5 kilometru severně od jeho centra. Na jeho jižních svažujících se stráních se rozkládají vinice a pole s dalšími plodinami. Severní stranu ohraničuje borový les, ve kterém je umístěna střelnice, retranslační televizní věž a vysílací věž. Dominantu tvoří barokní kaple svatého Jana Nepomuckého, která se tyčí na čedičové vyvýšenině zvané Chloumeček. Dalším významným architektonickým prvkem v krajině je Vinařský dům – Kartuziánský lis, s přílehlými vinicemi, který byl jako jeden z několika posledních dochovaných původních vinařských domů na Mělníce prohlášen za kulturní památku. V roce 1994 tento objekt odkoupila Česká zemědělská univerzita v Praze a po rozsáhlé rekonstrukci je středisko využíváno pro potřeby studentů naší univerzity (Purš, 2010).

### 5.2.2 Situace

Dům se nachází v zastavěné části obce v ulici, kde stojí povětšinou původní zástavba z konce devatenáctého a první poloviny dvacátého století, jak dokládá dobová pohlednice v příloze č. 5.

V té době se zde obvykle umísťovaly domy na společnou hranici sousedících pozemků a tvořily takzvané dvojdomky. Jejich společné průčelí tvořilo uliční čáru. Jeden z důvodů tohoto uspořádání bylo maximální využití pozemku, který na tu dobu nebyl nijak rozsáhlý. Na nezastavěném pozemku, který sloužil jako užitková zahrada, se pěstovala zelenina a byly zde vysazeny ovocné stromy. Rodinný dům je umístěn na rovinatém pozemku a jeho obytné místnosti jsou situovány převážně na jihovýchodní stranu (Šohaj, 2015).

### 5.2.3 Historie domu

Žádost o povolení stavby rodinného domu byla podána 17. května 1929, jak dokládá dochované stavební povolení v příloze č.1. Společně se žádostí o povolení stavět byl na „Městský úřad na Mělníce nad/Labem“ doručen také „Plán na postavení rodinného domu“, který se též dochoval, je v příloze č. 2. Záznam z kontrolní prohlídky staveniště z je k nahlédnutí v příloze č. 3. Stavba domu byla započata 31. května 1929 a dokončena 7. srpna téhož roku, jak dokládá „kolaudační certifikát“, viz příloha č. 4. Budova byla sice stavěna dle schválené projektové dokumentace, ale dokončena s několika úpravami, z nichž největší změnou bylo zmenšení celého domu o jednu pobytovou místnost. Jak je zřejmé z výkresu, v přízemí domu byla jedna místnost určena jako provozovna pro prodej drobného konzumního zboží (Šohaj, 2015).

Jak dokazuje dobová fotografie v příloze č. 5, v domě skutečně probíhal čilý obchodní ruch až do roku 1948, kdy bylo drobné živnostenské podnikání postaveno mimo zákon (Šohaj, 2015).

Po této neblahé události byla zrušená provozovna přestavěna na obytnou místnost, a to konkrétně na ložnici. Okno výkladní skříně bylo dozděno a nahrazeno stejným typem špaletového dřevěného okna, které se nacházelo ve světnici, vchodové dveře do konzumu byly zazděny. V průběhu let užívání domu byly provedeny další zásadnější stavební úpravy. Původní podsklepená kolna byla přestavěna na koupelnu a po přístavění kryté dřevěné verandy, která zároveň sloužila jako vstupní prostor, byly oba chlévy spojeny v jednu místnost, která sloužila jako ložnice pro hosty. V koupelně byl umístěn komín, na který byla připojena kamna na dřevo se zásobníkem na ohřev teplé vody a plechová pozinkovaná vana. Použitá voda se pravděpodobně vynášela a vylévala na zahradu, protože v té době dům nebyl napojen na splaškovou kanalizaci ani na septik. Toaleta se nacházela venku a stála na menší betonové jímce (Šohaj, 2015).

#### 5.2.4 Dispoziční řešení

V současné době je dům jednopodlažní s obytným podkrovím a je určen pro jednu rodinu. Jeho jednoduché geometrické uspořádání je tvořeno dvěma obdélníky do tvaru písmene L. Nad hlavní obytnou částí domu je provedena sedlová střecha s polovalbou. Hřeben domu je orientován rovnoběžně s uliční čarou. Nad technickým zázemím a ložnicí, která se nachází v severní části domu je provedena pultová střecha. V prvním nadzemním podlaží se nachází vstupní spojovací chodba, ke které přiléhá obývací pokoj spojený s kuchyní a jídelnou v jeden funkční celek. Odtud vede schodiště do obytného podkroví, ve kterém se nachází toaleta a dva dětské pokoje. Ke vstupní chodbě dále přiléhá toaleta, koupelna a ložnice s pracovnou (Šohaj, 2015).

#### 5.2.5 Stavební konstrukce

Dům je postaven jako zděný stěnový systém z klasických plných pálených cihel na vápenocementovou maltu, založen na skládaných základových pasech z opukových kamenů. Na nosném obvodovém zdivu je příčně uložena konstrukce stropu z dřevěných trámů, původně s prkenným záklopem a rákosovou omítkou, nyní se sádkartonovým podhledem. Střešní konstrukce krovu je provedena jako sedlová s polovalbou z dřevěných prvků, na části domu do ulice, druhá střešní rovina je řešena jako pultová střecha s mírným spádem. Střešní krytina je betonová. Stav před provedením stavebních úprav je vidět na fotografii z roku 2000, která je k nahlédnutí v příloze č. 6. V roce 2000 byla provedena částečná rekonstrukce domu a při té příležitosti byla zateplena fasáda domu kontaktním zateplovacím systémem s izolantem ze stabilizovaného polystyrenu o tloušťce 8 cm. V té době tato dimenze tepelné izolace splňovala tehdejší platné tepelně-technické normy (Šohaj, 2015).

### 5.2.6 Pasportizace

Před prováděním vlastních výpočtů energetické náročnosti rodinného domu bylo nutné provést zaměření stávajícího stavu a provést jeho pasportizaci. Jak bylo zmíněno výše, původní pasport rodinného domu se zachoval, ale z důvodů množství prováděných stavebních úprav nebyl použitelný. Proto pro potřeby výpočtů bude nutné vytvořit prováděcí projektovou dokumentaci. Materiály, které byly použité při stavbě a následných stavebních úpravách byly známé, a proto se nemusely provádět sondy, které vždy znamenají nepříjemný zásah do stavebních konstrukcí (Šohaj, 2015).

### 5.2.7 Termovizní měření

Termokamera Testo 875-1i, která je vyobrazena na níže uvedeném obrázku č. 21, pracuje na bázi termosnímkování bezdotykovou metodou. Touto termokamerou bylo provedeno termovizní měření z exteriéru se zaměřením na místa s vyšší povrchovou teplotou. Během měření byla teplota venkovního vzduchu  $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a vlhkost vzduchu 81%, jak ukazuje fotografie digitálního měřidla na obrázku č. 20.

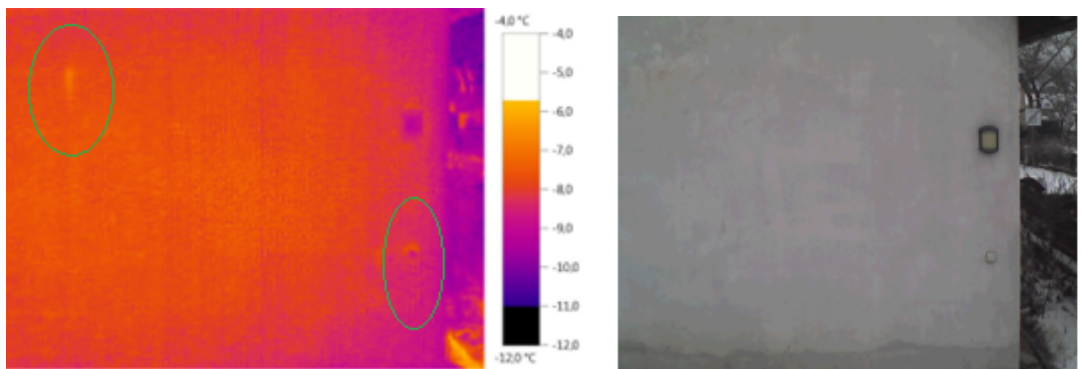


Obr. č. 20 vlevo: Teploměr s vlhkoměrem Comet-C3120; zdroj: vlastní

Obr. č. 21 vpravo: Termokamera Testo 875-1i, zdroj: [www.testo.cz](http://www.testo.cz)

Tímto snímkováním byly odhaleny tepelné ztráty a nepravidelnosti v obvodovém plášti měřené budovy. Snímky ukázaly kritická místa v konstrukci s tepelnými mosty, jak je patrné z níže uvedeného termovizního snímku na obrázku č. 22 a fotografie inkriminovaného místa na obrázku č. 23.





Obr. č. 22 vlevo: Termosnímek s lokálními úniky tepla; zdroj: vlastní

Obr. č. 23 vpravo: Místo s lokálními úniky tepla stejného místa; zdroj: vlastní

Další termosnímky, které odhalily chyby a nedostatky v tepelné izolaci jsou k nahlédnutí v příloze č. 10 a č. 11. Byla odhalena riziková místa s nebezpečím kondenzace vody v konstrukci, kde je předpoklad vzniku alergenních plísní, jak ukazuje fotografie na obrázku č. 24 z interiéru domu. Příčinou tohoto problému je absence tepelného izolantu na přechodu mezi izolací soklu a fasády, jak je patrné z fotografie na obrázku č. 25.



Obr. č. 24 vlevo: Místa tepelného mostu exteriér; zdroj: vlastní

Obr. č. 25 vpravo: Místo tepelného mostu napadeného plísní, interiér; zdroj: vlastní

### 5.3 Zjištění a posouzení stávajícího stavu pro řešení zdvojení ETICS

V níže uvedených kapitolách jsou uvedeny nutné součásti stavebně technického průzkumu a způsob provedení zkoušek a měření v takovém rozsahu, aby bylo možné posoudit a provést návrh zesílení tepelné izolace bez předchozího strhnutí celého souvrství. Postup provádění a vyhodnocování je dle platných technických pravidel pro zdvojování ETICS TP CZB-01-2014, vydaných Cechem pro zateplování budov (CZB, 2014).

#### 5.3.1 Posouzení dokumentace ke stávajícímu zateplení pomocí ETICS

Dokumentace zateplení stávajícího ETICS není k dispozici, protože nebyla před jeho realizací ani v jejím průběhu v roce 2000 vypracována. Stavební deník ani dokumentace k předání díla není k dispozici, jelikož se zateplení a stavební úpravy prováděly pouze na ohlášení místně příslušném stavebním úřadě a to svépomocí. V archivu se podařilo získat původní stavební dokumentaci pro stavební povolení z roku 1929, z které je možné vyčíst informace o materiálovém složení konstrukcí domu. Původní projekt domu je k nahlédnutí v příloze č. 2.

K návrhu zdvojení ETICS byla vypracována projektová dokumentace, která vycházela ze zaměření stávajícího stavu a pasportizace provedené v roce 2015. Pro návrh zdvojení stávajícího zateplovacího systému byla použita nově vypracovaná projektová dokumentace stávajícího a navrhovaného stavu rodinného domu, která je obsažena v příloze č. 12.

#### 5.3.2 Celkové vizuální posouzení

Vizuální prohlídka byla provedena z úrovně terénu. Při prohlídce byly zjištěny následující skutečnosti. Na obrázku č. 26 je vidět zaprášení fasády, která nebyla povrchově upravena vhodným nátěrem.



Obr. č. 26: Zaprášení finální vrstvy v ploše fasády; zdroj: vlastní

Na obrázku č. 27 je patrné sprašování a křídování finální vrstvy fasády.



Obr. č. 27: Sprašování a křídování finální vrstvy fasády; zdroj: vlastní

Na níže uvedených obrázcích č. 28 a č. 29 je patrné napadení finální vrstvy fasády mikroorganismy. Konkrétně se jedná o napadení řasami v místě, kde dochází k akumulaci srážkové vody za nevhodně upevněným světlem.



Obr. č. 28 vlevo: Místo napadeného řasami; zdroj: vlastní

Obr. č. 29 vpravo: Detail napadeného místa pod nevhodně připevněným světlem; zdroj: vlastní



Na níže uvedených obrázcích č. 30 a č. 31 je patrné mechanické poškození finální vrstvy fasády.



Obr. č. 30 vlevo: Poškození nároží fasády; zdroj: vlastní

Obr. č. 31 vpravo: Poškození souvrství zateplovacího systému v ploše fasády; zdroj: vlastní

Na níže uvedeném obrázku č. 32 jsou viditelné vlásečnicové trhliny a na obrázku číslo č. 33 je záběr z měření tloušťky finální stěrky v místě výskytu zmiňovaných vlásečnicových trhlin.



Obr. č. 32 vlevo: Vlásečnicové trhliny v místě soklu fasády; zdroj: vlastní

Obr. č. 33 vpravo: Měření tloušťky vrchní vrstvy soklu fasády; zdroj: vlastní

Na níže uvedených obrázcích č. 34 a č. 35 jsou viditelná místa s puchýři a odlupující se vrchní vrstvou zateplovacího systému.



Obr. č. 34 vlevo: Odlupující se místa vrchní vrstvy fasády; zdroj: vlastní

Obr. č. 35 vpravo: Puchýře vrchní vrstvy fasády; zdroj: vlastní

### 5.3.3 Podkladní stěnová konstrukce stávajícího ETICS

Podkladní konstrukce, na kterou byl lepen izolant původního ETICS, je tvořena vápenocementovou omítkou. Přesné složení a pevnostní parametry nejsou známy. Dle vizuálního posouzení je omítka soudržná bez zjevných prasklin. Tloušťka vrstvy je v rozmezí 30–50 mm. Omítka je jádrová bez zjevné povrchové úpravy. Na níže uvedených obrázcích č. 36 a č. 37 jsou vidět snímky z průběhu odtrhové zkoušky.



Obr. č. 36 vlevo: Příprava odtrhové zkoušky podkladu původního ETICS; zdroj: vlastní

Obr. č. 37 vpravo: Průběh odtrhové zkoušky podkladu původního ETICS; zdroj: vlastní



### 5.3.4 Způsob a stav lepení stávajícího ETICS k podkladní stěnové konstrukci

Ke zjišťování stavu lepení izolantu byla provedena sonda v ploše fasády. Desky tepelně izolačního materiálu byly lepeny tzv. celoplošně na zubaté hladítko, celková lepená plocha je přibližně 50 %. Přesné složení a pevnostní parametry lepicí stěrky nejsou známy. Způsob lepení izolantu je patrný z obrázků č. 38 a č. 39 níže.



Obr. č. 38 vlevo: Způsob lepení původního izolantu; zdroj: vlastní

Obr. č. 39 vpravo: Detail provedení lepení původního izolantu; zdroj: vlastní

### 5.3.5 Užití hmoždinek a způsob jejich osazení

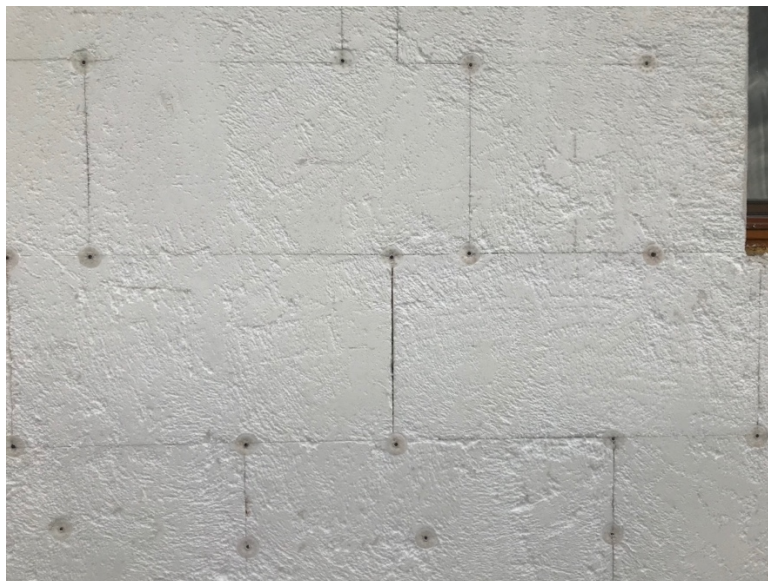
Hmoždinky neznámého výrobce plastové zatluokací s plastovým trnem. V ploše fasády byl jejich počet 6 ks/m<sup>2</sup> a v části nad soklem pouze 4 ks/m<sup>2</sup>, soklová část bez mechanického kotvení. Na níže uvedeném obrázku č. 40 je vidět zdeformovaná plastová kotva a na obrázku č. 41 je snímek z měření délky použité kotvy.



Obr. č. 40 vlevo: Průběh odtrhové zkoušky taliřové kotvy; zdroj: vlastní

Obr. č. 41 vpravo: Vytažená plastová kotva; zdroj: vlastní

Rozmístění mechanických kotev je zřetelně vidět na obrázku č. 42 níže.



Obr. č. 42: Rozmístění kotev v ploše fasády; zdroj: vlastní

### 5.3.6 Tepelně izolační materiál

Tepelná izolace v ploše fasády je tvořena deskami z pěnového expandovaného polystyrenu určenému k zateplování fasád. Z provedené sondy č. 1 bylo zjištěno, že se jedná se EPS 70F tl. 100 mm jak je patrné z obrázku č. 43.



Obr. č. 43: Detail značení použitého izolačního materiálu z EPS; zdroj: vlastní



Tepelná izolace soklové části fasády a tepelná izolace základů pod úrovní terénu je z XPS. Narušení vlhkostí nebylo pozorováno u žádného z výše uvedených izolantů. Byla provedena sonda v místě těsně nad upraveným terénem. Na obrázku č. 44 je fotografie izolantu zabudovaného v soklové části a na obrázku č. 45 je fotografie demontovaného izolantu.

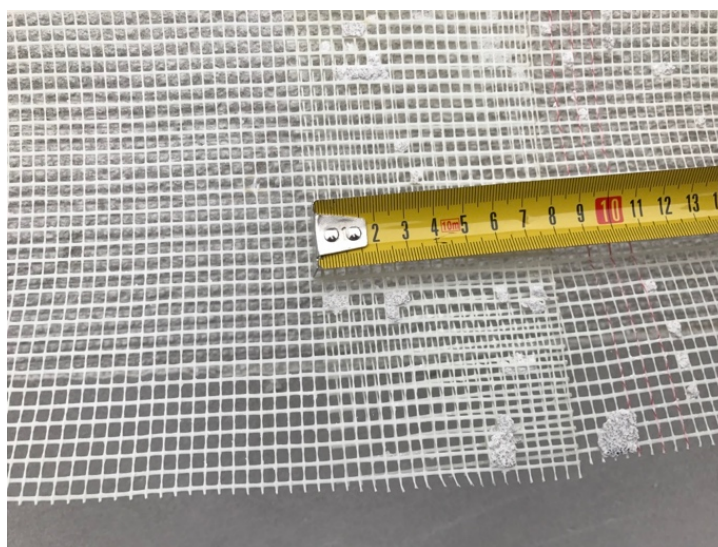


Obr. č. 44 vlevo: Izolační materiál soklu fasády z XPS; zdroj: vlastní

Obr. č. 45 vpravo: Demontovaný izolační materiál soklu z XPS; zdroj: vlastní

### 5.3.7 Vnější souvrství stávajícího ETICS

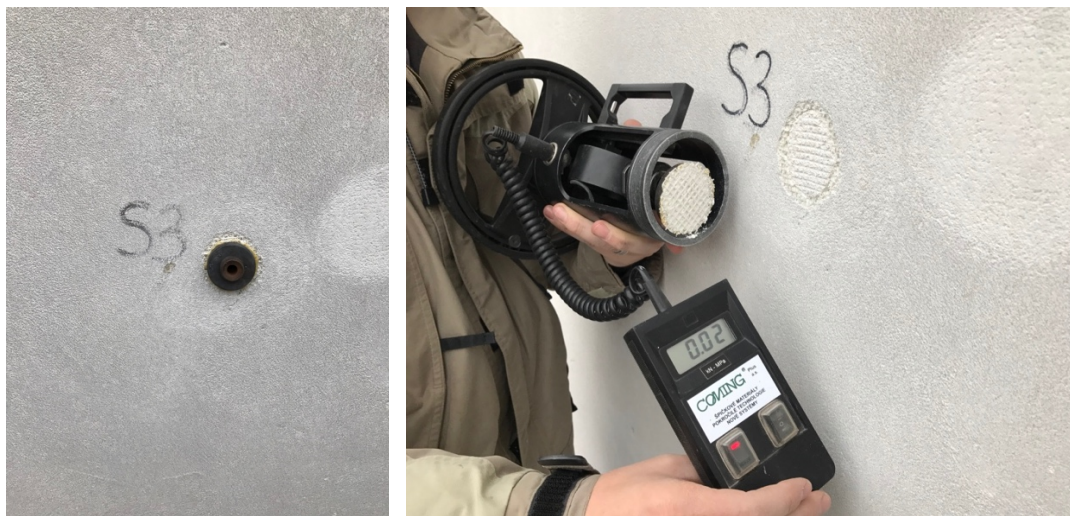
U vnějšího souvrství byla zjišťována a posuzována soudržnost, rovinnost povrchu, savost, přídržnost vnějšího souvrství k deskám tepelně izolačního materiálu, materiálová báze a tloušťka základní vrstvy. Na obrázku č. 46 je snímek z průběhu měření přesahů výztužné tkaniny.



Obr. č. 46: Přesah výztužné tkaniny vrchní vrstvy kontaktního zateplovacího systému; zdroj: vlastní



Na níže uvedených obrázcích č. 47 a č. 48 jsou vidět snímky z průběhu odtrhové zkoušky finální vrstvy tepelně izolačního souvrství.



Obr. č. 47 vlevo: Příprava odtrhové zkoušky finální vrstvy původního ETICS; zdroj: vlastní  
Obr. č. 48 vpravo: Průběh odtrhové zkoušky finální vrstvy původního ETICS; zdroj: vlastní

### 5.3.8 Charakteristika objektu se stávajícím ETICS z hlediska požární bezpečnosti

Z hlediska požární bezpečnosti byla posuzována požární výška objektu, stávající provedení ETICS ve vazbě na tuto výšku a stanoven druh desek tepelného izolantu z hlediska chování při požáru. Požadavky na požární odolnost kontaktního zateplovacího systému s ohledem na požární výšku domu jsou patrné z níže uvedeného obrázku č. 49.

**Objekty s požární výškou  $h \leq 12,0$  m, objekty OB1 dle ČSN 73 0833 (kromě jednopodlažních objektů s požární výškou  $h = 0$  m)**

- ETICS třídy reakce na oheň alespoň B
- tepelněizolační výrobek třídy reakce na oheň alespoň E
- povrchová vrstva s indexem šíření plamene po povrchu  $i_s = 0$  mm/min
- kontaktní spojení ETICS se zateplovanou konstrukcí



Obr. č. 49: Charakteristika objektu z hlediska požární bezpečnosti; zdroj: www.czb.cz

Rozčlenění tepelně izolačních výrobků dle obvykle dosahované třídy reakce na oheň dle ČSN EN 13501-1+A1[1] je zřejmé z níže uvedené tabulky č. 1.

Tepelněizolační výrobky / ETICS	Obvykle dosahovaná třída reakce na oheň dle ČSN EN 13501-1 + A1 [1]
Tepelněizolační výrobek z minerální vlny	A1 nebo A2
Vnější tepelněizolační kontaktní systém (ETICS) s tepelněizolačním výrobkem z minerální vlny	A1 nebo A2
Vnější tepelněizolační kontaktní systém (ETICS) s tepelněizolačním výrobkem z pěnového polystyrenu s retardérem hoření	B
Tepelněizolační výrobek z pěnového polystyrenu s retardérem hoření	E
Tepelněizolační výrobek s vyhovující sníženou nasákavostí s retardérem hoření – perimetr, extrudovaný polystyren	E

Tab. č. 1: Rozčlenění izolantu dle třídy reakce na oheň; zdroj: [www.czb.cz](http://www.czb.cz)

## 5.4 Návrhy, výpočty a kalkulace nákladů

### 5.4.1 Návrh tepelného izolantu na zdvojení ETICS

Stávající tepelný izolant tloušťky 100 mm je z pěnového fasádního polystyrenu s označením EPS-70F. Ke zdvojení bude použit stejný typ izolačního materiálu v tloušťce 140 mm. Celková tloušťka tepelné izolace bude tedy 240 mm a její součinitel prostupu tepla bude  $U=0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Tloušťka izolantu byla navržena tak, aby součinitel prostupu tepla splňoval doporučenou hodnotu pro pasivní domy, jak je patrné z níže uvedeného tabulky č. 2. Způsob kladení desek izolantu je patrný z níže uvedeného obrázku č. 50.

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 <sup>1)</sup>	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
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 <sup>2)</sup>	1,2	0,8 až 0,6
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9

1) Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31.12.2012 připouští hodnota 0,38 W/(m<sup>2</sup>·K).  
2) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m<sup>2</sup>·K).

Tab. č. 2: Součinitelé prostupu tepla; zdroj: www.czb.cz



Obr. č. 50: Montáž izolantu na vazbu; zdroj: www.weber-terranova.cz

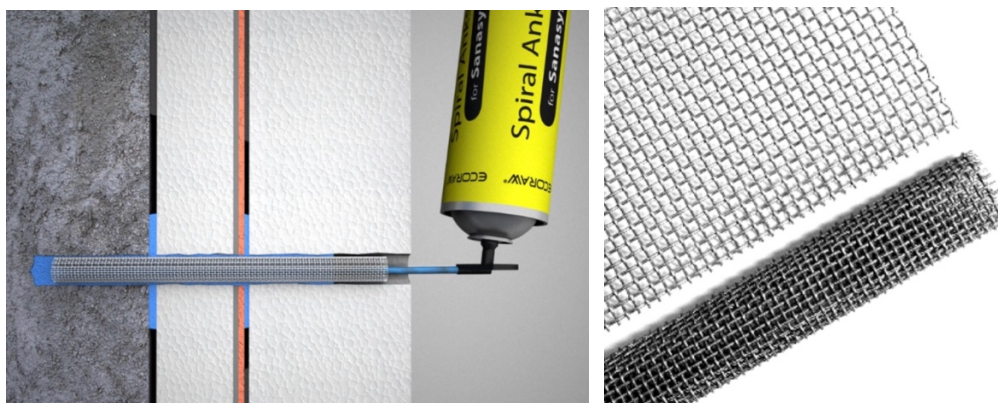
### 5.4.2 Prováděcí projektová dokumentace

Na základě získaných podkladů, které byly uvedeny v kapitole „Popis výchozího stavu“ a zaměření skutečného stavu byla vyhotovena prováděcí dokumentace, která byla provedena v souladu s Vyhláškou č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb v platném znění. Projektová dokumentace byla vypracována pomocí softwaru ZW CAD 2018. Část projektové dokumentace z oddílu Architektonického a stavebního řešení je k nahlédnutí v příloze č. 12. Jedná se o výkresy stávajícího stavu rodinného domu a výkresy navrhovaného stavu se zdvojením kontaktního zateplovacího systému. Zdvojení zateplení je navrženo na část fasády rodinného domu, kde bylo již dříve realizováno dodatečné zateplení. Projektová dokumentace slouží jako podklad pro vypracování průkazů energetické náročnosti budovy, rodinného domu, dále ke zpracování nákladů na realizaci zdvojení dodatečného zateplení.

### 5.4.3 Návrh kotvení izolantu ke stávajícímu ETICS

Kotvení desek tepelného izolantu na stávající skladbu kontaktního zateplovacího systému bude navrženo až po vyhodnocení všech kritérií a požadavků předepsaných v Technických pravidlech TP CZB-01-2014. Pro zdvojení ETICS je možné použít pouze takové talířové hmoždinky, jejichž druh, délka, počet a rozmístění vychází z normy ČSN 732902/2011. V případě nesplnění kritérií a požadavků dle výše zmíněných TP CZB-01-2014 není možné podle těchto pravidel zdvojení kontaktního zateplovacího systému realizovat.

V případě, že by nebylo možné provést kotvení zdvojení standardním předepsaným způsobem, bylo by vhodné zvážit dokotvení celého systému pomocí inovativního způsobu injektovaného kotvení, jak ukazuje obr. č. 51. Na obrázku č. 52 je vidět detail kotvy.



Obr. č. 51 vlevo: Injektované kotvení zdvojení ETICS; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)

Obr. č. 52 vpravo: Detail kotvy Spiral Anksys; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)

#### 5.4.4 Energetické posouzení zdvojení zateplovacího systému

Jako podklad pro energetické výpočty byla použita prováděcí projektová dokumentace a navržený typ izolantu. Část této dokumentace je v příloze č.12. K výpočtům energetické náročnosti byl použit výpočetní software Energie 2017. Na základě zpracované dokumentace byly vyhotoveny 2 průkazy energetické náročnosti budovy. První z nich byl počítán s tepelně technickými parametry současného stavu domu a výsledné grafické zobrazení je k nahlédnutí v přílohách č. 13. a č. 14. Druhý energetický průkaz byl počítán s nově navrhovanými parametry domu a výsledné grafické zobrazení je k nahlédnutí v přílohách č. 15. a č. 16. Podstatné části z protokolů energetických hodnocení obou případů jsou uvedeny ve výsledkové části této práce.

#### 5.4.5 Kalkulace nákladů

V tabulce č. 3 je znázorněna kalkulace nákladů na provedení kompletního provedení zdvojení dodatečného zateplovacího systému na jejíž vypracování byl použit platný ceník stavebních prací, ceny uvedené zde jsou s 15 % DPH (RTS 2017).

ZDVOJENÍ ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU ETICS					
PRACOVNÍ OPERACE	JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ	CENA / JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ m <sup>2</sup>	CENA CELKEM
Montáž lešení	m <sup>2</sup>	115,9	37,45		4 340 Kč
Pronájem lešení - jednotka Kč/den/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	115,9	1	15	1 739 Kč
Demontáž lešení	m <sup>2</sup>	115,9	28,75		3 332 Kč
Penetrační nátěr, očištění	kg	115,9	42,05	0,25	4 874 Kč
Lepící hmota	kg	521,55	6,05	4,5	3 155 Kč
Izolant EPS 140 mm	m <sup>2</sup>	115,9	130,1	1,05	15 079 Kč
Spiral Ansys 15-14x300mm	ks	695	36,05	6	25 055 Kč
Spiral Ansys Foam 750ml-SAF01	ks	29	244,9		7 102 Kč
Výztužná tkanina	m <sup>2</sup>	133,3	15,15	1,15	2 019 Kč
Stěrková hmota	kg	463,6	6	4	2 782 Kč
Podkladní mezinátěr	kg	20,5	34,95	0,25	716 Kč
Finální silikonová omítka	kg	370,9	43,9	3,2	16 283 Kč
Montáž-celý systém KZS	m <sup>2</sup>	115,9	360	1	41 724 Kč
CELKOVÁ CENA ZDVOJENÉHO ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU					128 200 Kč

Tab. č. 3: Cenová kalkulace nákladů na realizaci zdvojení; zdroj: vlastní



## 5.5 Varianty odstranění odpadu

Odstranění vzniklých odpadů bude prováděno v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech v platném znění. Jednotlivé druhy odpadů, které by mohly vzniknout při realizaci, budou zařazeny dle katalogů odpadů uvedených v jeho prováděcích vyhláškách č. 93/2016 Sb. a 94/2016 Sb. v platném znění.

### 5.5.1 Odstranění celého souvrství z fasády

Jako první varianta odstranění odpadu vzniklého demontáží zateplovacího systému je jeho odstranění jako celku, což v tomto případě znamená odvoz a uložení na skládku. Tento druh odpadu by se dal přiřadit dle katalogu odpadů pod číslem 17 06 04 Izolační materiály neuvedené pod čísly 17 06 01 a 17 06 03, ale pouze v tom případě, že by jeho součástí nebyl tepelný izolant s nebezpečným retardérem hoření HBCD.

Pokud by odstraňovaný odpad obsahoval HBCD v koncentraci vyšší než 1000 mg/kg, měl by být zařazen do kategorie nebezpečný odpad, dle katalogu nebezpečných odpadů uvedeného ve vyhlášce č. 94/2016 Sb. A podle toho by s ním mělo být nakládáno.

Způsob strojní demontáže celého souvrství tepelně izolačního systému je patrný z níže uvedených obrázků č. 53. a č. 54.

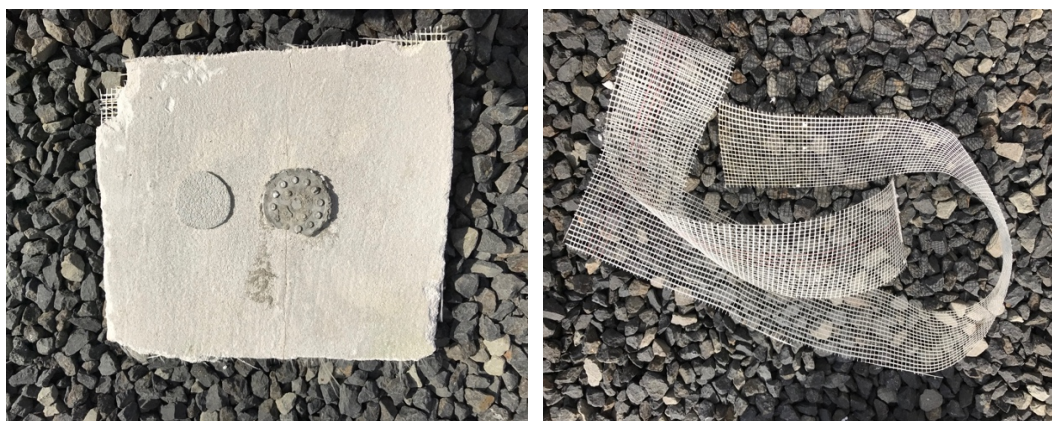


Obr. č. 53 vlevo: Strojní demontáž celého souvrství ETICS; zdroj: [www.czb.cz](http://www.czb.cz)

Obr. č. 54 vpravo: Strojní demontáž celého souvrství ETICS; zdroj: [www.czb.cz](http://www.czb.cz)

### 5.5.2 Roztřídění souvrství na jednotlivé komponenty

Tato varianta odstranění demontovaného souvrství kontaktního zateplovacího systému počítá s postupným strháváním jednotlivých vrstev a roztřídění dle druhu použitého materiálu a zatřídění dle katalogů odpadů uvedených ve vyhláškách č. 93/2016 Sb. a 94/2016 Sb. Na níže uvedených obrázcích č. 55 a č. 56 jsou vidět vytříděné demontované části zateplovacího systému. Dle výše zmíněného katalogu odpadů by se daly zařadit následně. Povrchová úprava z fasády – jiné odpady 170904 a výztužná síťovina – plasty 170407.



Obr. č. 55 vlevo: Povrchová úprava z fasády – lepidla a omítky; zdroj: vlastní

Obr. č. 56 vpravo: Výztužná síťovina – plasty; zdroj: vlastní

Níže uvedené součásti zateplovacího systému by se daly zařadit dle katalogu odpadů následovně. Na obrázku č. 57 talířové kotvy – plasty 170407 a na obrázku č. 58 rohový výztužný profil – plasty 170407.



Obr. č. 57 vlevo: Talířové kotvy – plasty; zdroj: vlastní

Obr. č. 58 vpravo: Rohový výztužný profil – plasty; zdroj: vlastní



Na níže uvedených obrázcích jsou vidět tepelné izolanty, které tvoří hlavní součást celého kontaktního zateplovacího systému. Konkrétně se jedná o izolanty z pěnového polystyrenu. Jak již bylo výše zmíněno tento druh odpadu by se dal přiřadit dle katalogu odpadů pod číslem 17 06 04 Izolační materiály neuvedené pod čísly 17 06 01 a 17 06 03. Do této kategorie by se mohl zařadit pouze v případě, že by neobsahoval nebezpečný retardér hoření HBCD vůbec nebo v koncentraci nižší než 1000 mg/kg.

Pokud by obsahoval koncentrace vyšší měl by být zařazen do kategorie nebezpečný odpad, dle katalogu nebezpečných odpadů uvedeného ve vyhlášce č. 94/2016 Sb. A podle toho by s ním mělo být nakládáno. Na obrázku č. 59 je vidět expandovaný pěnový polystyren použitý ve stávajícím zateplovacím systému v ploše fasády, který podle stáří a uvedeného značení obsahuje retardér hoření HBCD, který se v době realizace v roce 2000 běžně používal.

Na obrázku č. 60 je vidět extrudovaný pěnový polystyren, který je použit v soklové části zateplovacího systému fasády. Není na něm žádné viditelné značení, proto nemůžeme s jistotou konstatovat, zda obsahuje retardér hoření HBCD či nikoliv.



Obr. č. 59 vlevo: Expandovaný pěnový polystyren EPS 70 F – izolační materiál; zdroj: vlastní  
Obr. č. 60 vpravo: Extrudovaný pěnový polystyren XPS – plasty; zdroj: vlastní

### 5.5.3 Ponechání stávajícího ETICS

Nejvhodnější varianta z pohledu hierarchie nakládání s odpady je ponechání celého souvrství stávajícího tepelně izolačního systému na fasádě domu bez provedení demontáže jakékoliv části zateplovacího systému. Při této variantě by se splnila nejvyšší priorita při nakládání s odpady, a to předcházení vzniku odpadů. (Setzer, 2009)



#### 5.5.4 Stanovení přítomnosti a koncentrace HBCD

Zjišťování přítomnosti a koncentrace retardéru hoření HBCD v materiálech se provádí v certifikovaných laboratořích. V minulosti byly laboratorní rozборы jediným možným způsobem, jak zjistit jeho přítomnost a koncentraci. V současnosti je možné použít rychlejší a levnější řešení k detekci HBCD, než jsou laboratorní rozборы. A tím je využití přenosného přístroje, který pracuje na principu radiální fluorescenční spektroskopie. Na níže uvedeném obrázku č. 61 lze spatřit přenosný přístroj, který nalezne uplatnění zejména při demolicích a ve sběrných místech odpadů. (Vörös, 2016).



Obr. č. 61: Přenosný přístroj na měření koncentrace HBCD; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)

#### 5.5.5 Odstranění pěnového polystyrenu s retardérem hoření HBCD

Odpadní pěnový polystyren ze staveb s obsahem retardéru hoření HBCD může vznikat činností stavebních firem nebo svépomocnou výstavbou prováděnou občany. Nařízením Komise EU č. 201/460 v platném znění ze dne 30. 9. 2016 platí nová pravidla pro původce odpadů o nakládání s odpadním polystyrenem v budovách a při jejich výrobě. V případě, že obsah HBCD v odpadním polystyrenu je v koncentracích větších než 1000mg/kg, může být pouze energeticky využit například v cementárnách nebo v zařízeních pro energetické využití odpadů, spálen ve spalovně nebezpečných odpadů nebo upraven tak, aby se koncentrace HBCD v odpadním polystyrenu snížila

---

pod limit 1000 mg/kg. Obsah HBCD v EPS běžně používaného na zateplování budov, který se v ČR vyráběl do konce roku 2014 je běžně v rozmezí 0,5 % - 07 % a v XPS 0,8 % - 2,5 %. Rozmezí obsahu 0,5 % až 2,5 % tedy odpovídá obsahu 5 000 - 25 000 mg/kg retardéru hoření HBCD. Proto se na tento dříve vyráběný polystyren vztahují pravidla pro překroční limitu podle nařízení o perzistentních organických znečišťujících látkách a při zařazování do kategorie ostatní nebo nebezpečný se postupuje standardně v souladu s § 6 zákona č. 185/2001 sb. Zákon o odpadech, a zařazuje se do katalogu odpadů dle vyhlášek č 93/2016 Sb. a 94/2016 Sb. v platném znění.

## 6. Výsledky

V níže uvedené tabulce č. 4 je vyhodnocení z provedeného vizuálního posouzení s vyhodnocením a návrhem takových opatření, aby bylo možné provést realizaci zdvojení stávajícího kontaktního zateplovacího systému.

SLEDOVANÉ SKUTEČNOSTI	POPIS SLEDOVANÝCH SKUTEČNOSTÍ	VYHODNOCENÍ A NÁVRH OPATŘENÍ
rovinnost povrchu původního ETICS	<ul style="list-style-type: none"> <li>maximální hodnota odchylky rovinnosti od metrové latě 5 mm/m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vyhovuje</li> <li>nové desky je možné lepit celoplošně nebo na rámeček a tři terče</li> </ul>
přítomnost biotického napadení, případně jiných separačních vrstev, které je třeba odstranit zvláštním způsobem	<ul style="list-style-type: none"> <li>biotické napadení řasami v ploše mírné, lokálně silné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nevyhovuje</li> <li>celoplošná aplikace přípravku s fungicidy</li> <li>očištění povrchu fasády mechanicky a tlakovou vodou</li> </ul>
křídování a sprašování povrchu přejetím dlaně	<ul style="list-style-type: none"> <li>povrch křídíuje / nekřídíuje</li> <li>povrch sprašuje/nesprašuje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nevyhovuje</li> <li>křídíuje</li> <li>sprašuje</li> <li>mechanické odstranění</li> <li>očištění tlakovou vodou</li> </ul>
zmýdelnění povrchové úpravy	<ul style="list-style-type: none"> <li>nevyskytuje se</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vyhovuje</li> </ul>
trhliny povrchové / statické	<ul style="list-style-type: none"> <li>statické se nevyskytují</li> <li>povrchové v místě soklu</li> <li>trhliny prochází i základní vrstvou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>statické - vyhovuje</li> <li>povrchové - nevyhovuje</li> <li>odstranění základní vrstvy v místech s trhlinami až na izolant</li> </ul>
místní mechanické poškození	<ul style="list-style-type: none"> <li>lokální mechanické poškození</li> <li>popis a rozměry</li> <li>poškození celé základní vrstvy až na izolant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>lokálně nevyhovuje</li> <li>lokální odstranění základní vrstvy až na izolant</li> </ul>
dutiny	<ul style="list-style-type: none"> <li>nevyskytují se</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vyhovuje</li> </ul>
stopy po zatékání vody do systému, nebo kondenzace vody uvnitř systému apod.	<ul style="list-style-type: none"> <li>nevyskytují se</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vyhovuje</li> </ul>
funkčnost a stav utěsnění spár, připojovacích profilů a základních lišt – špatně utěsněné spáry, trhliny, stopy po vnikání vody	<ul style="list-style-type: none"> <li>bez viditelného narušení funkčnosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vyhovuje</li> </ul>

Tab. č. 4: Vyhodnocení pozorování a zkoušek dle TP CZB-01-2014; zdroj: vlastní

V níže uvedené tabulce č. 5 je uveden přehled provedených zkoušek s vyhodnocením a návrhem takových opatření, aby bylo možné provést realizaci zdvojení stávajícího kontaktního zateplovacího systému. Na konci této tabulky je celkové vyhodnocení, které bylo provedeno na základě výsledků z výše uvedené tabulky č. 4 a z níže uvedené tabulky č. 5.

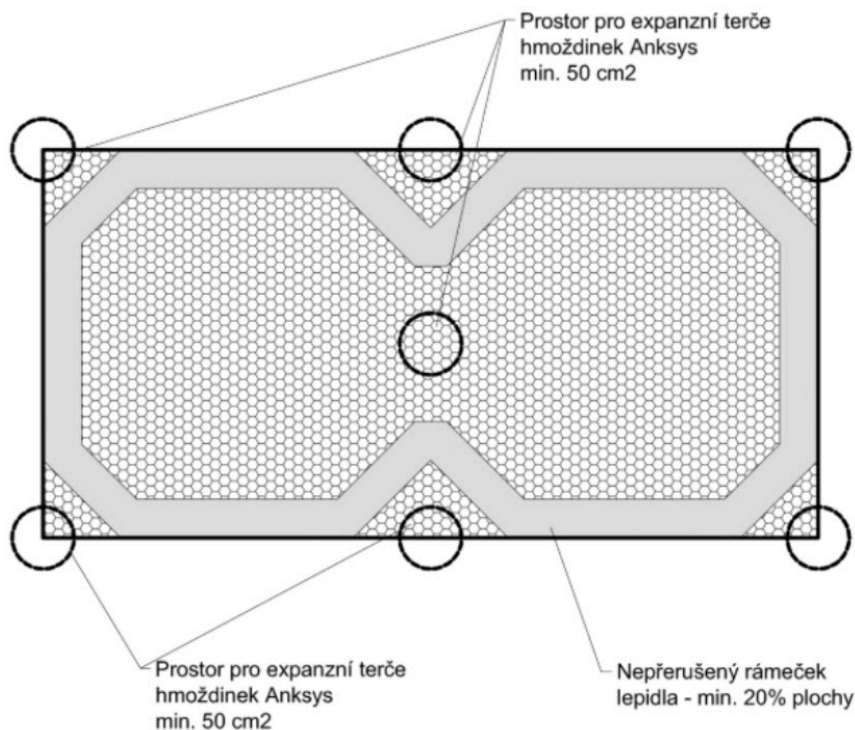
SLEDOVANÉ SKUTEČNOSTI	POPIS PROVEDENÝCH ZKOUŠEK	VYHODNOCENÍ A NÁVRH OPATŘENÍ
soudržnost povrchových vrstev základní vrstvy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• orientační zkouška odstranění svrchní omítky od základní vrstvy zednickou špachtlí</li> <li>• provedení odtrhové zkoušky nebylo možné z důvodu absence minimální soudržnosti povrchové vrstvy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nevyhovuje</li> <li>• odstranění povrchové vrstvy</li> </ul>
přidrženost základní vrstvy k izolantu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odtrhová zkouška byla provedena</li> <li>• naměřená hodnota 2 kPa</li> <li>• požadovaná min. 80 kPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nevyhovuje</li> <li>• odstranění celého souvrství až na tepelný izolant</li> </ul>
funkčnost a počet hmoždinek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 hmoždinek na m<sup>2</sup></li> <li>• rozmístění hmoždinek</li> <li>• uchycení k podkladu není dostatečné</li> <li>• přitlačení izolantu hmoždinkou nedostatečné</li> <li>• výtažná zkouška</li> <li>• naměřená hodnota 37 kPa</li> <li>• požadovaná min 45 kPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vyhovuje</li> <li>• vyhovuje</li> <li>• nevyhovuje</li> <li>• nevyhovuje</li> <li>• nevyhovuje</li> <li>• nutné dokotvení</li> </ul>
vlastnosti tepelněizolačního materiálu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• orientační zkouška mechanických vlastností</li> <li>• ověření, že izolant není nasáknutý vodou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vyhovuje</li> <li>• vyhovuje</li> </ul>
způsob lepení původního izolantu – plocha lepení a rozmístění lepicí hmoty	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozmístění lepicí hmoty celoplošně</li> <li>• lepená plocha cca 50 %</li> <li>• požadovaná min. 40 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vyhovuje</li> <li>• vyhovuje</li> </ul>
Orientační posouzení smykové únosnosti celého souvrství původního ETICS in situ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• orientační zkouška byla provedena</li> <li>• naměřená hodnota 5,2 kN bez zjevného uvolnění</li> <li>• požadovaná min 2 kN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vyhovuje</li> <li>• posouzení pouze orientační, nelze brát jako směrodatný ukazatel</li> </ul>
materiál podkladu, tloušťka omítky na podkladu a soudržnost podkladního materiálu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• provedena odtrhová zkouška</li> <li>• naměřená hodnota 22 kPa</li> <li>• požadovaná min. 80 kPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nevyhovuje</li> <li>• nestabilní podklad nevhodný ke zdvojení ETICS</li> </ul>
<b>CELKOVÉ VYHODNOCENÍ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kritéria a požadavky na zdvojení ETICS dle TP CZB-01-2014</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NEVYHOVUJE</b></li> </ul>

Tab. č. 5: Vyhodnocení pozorování a zkoušek dle TP CZB-01-2014; zdroj: vlastní

Na základě výše uvedeného celkového vyhodnocení požadovaných výsledků a kritérií na zdvojení ETICS dle TP CZB-01-2014 bylo konstatováno, že zdvojení kontaktního zateplovacího systému standardní metodou není přípustné. To znamená, že použití kombinace lepení nového izolantu na stávající souvrství tepelné izolace v kombinaci s mechanickým kotvením klasickými talířovými hmoždinkami není možné a je doporučeno stávající nestabilní systém dodatečného zateplení demontovat a provést kompletně nové dodatečné zateplení.

Cílem diplomové práce byla snaha stávající souvrství zateplovacího systému ponechat i v případě mimořádně nepříznivých okolností, které byly stavebně technickým průzkumem nalezeny. Aby bylo vytčeného cíle dosaženo, byl navržen inovativní způsob kotvení, který dokáže stabilizovat stávající nevyhovující zateplovací systém a zároveň může dojít ke zdvojení dodatečného zateplení tzv. zdvojení ETICS.

Tento unikátní kotvicí systém Spiral Anksys se skládá ze dvou částí. A to z kotvy o průměru 14 mm tvořené spirálou z kovové tkaniny s nerezavějící ocelí a ze speciální expanzní výplňové hmoty s označením SAF. Po vyvrtání otvoru a usazení spirály se provede vypěnění zmiňovanou expanzní hmotou. Počet kotev na 1 m<sup>2</sup> v ploše fasády je 6 kusů jako u běžného ETICS. Způsob nanášení lepicí hmoty a rozmístění kotev na desce izolantu je patrný z níže uvedeného obrázku č. 62.



Obr. č. 62: Umístění lepicí hmoty a umístění kotev Spiral Anksys: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)

Na níže uvedených obrázcích je vidět technologický postup injektovaného kotvení. Jako první se provede předvrtání kotevního místa přes izolační souvrství vrtákem průměru 14 mm. Minimální kotevní hloubka je 60 mm do nosné konstrukce, postup vrtání je patrný z obrázku č 63.

Jako druhý krok se provede vložení kotvy do předvrtaného otvoru pomocí aplikačního přípravku, který zajistí uložení kotvy do správné hloubky, která je 10 mm pod úroveň izolantu. Aplikace je patrná z níže uvedeného obrázku č. 64.

Dalším krokem je injektování kotevního místa expanzní výplňovou hmotou, která se aplikuje ode dna otvoru v nosné konstrukci směrem ven postupným vytahováním aplikační trubičky, tak aby došlo k injektáži celého kotevního místa. Příklad provádění je patrný z obrázku č. 65.

Posledním krokem je ořez expanzního přetoku v rovině s plochou kotveného izolantu, který se provede minimálně 2 hodiny po aplikaci. Po provedení injektovaného kotvení se může pokračovat v návrhu realizace jako u standardního zdvojení ETICS.

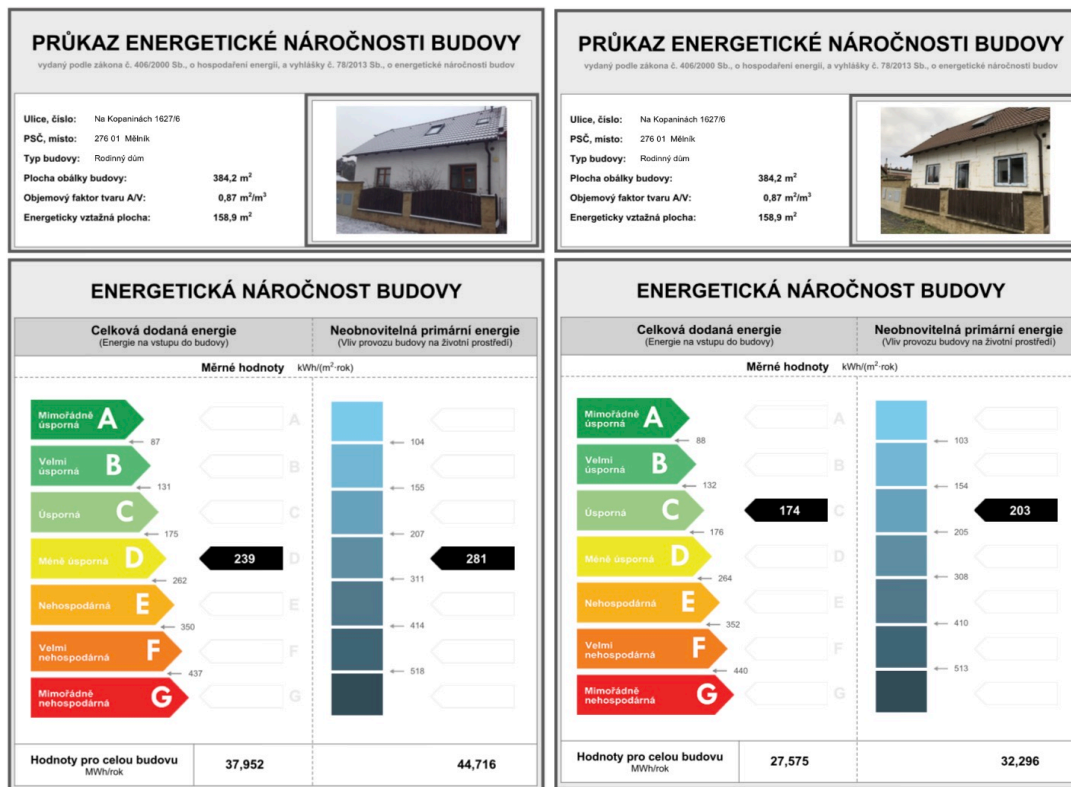


Obr. č. 63 nahoře: Předvrtání kotevního místa; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)

Obr. č. 64 uprostřed: Vložení kotvy Spiral Anksys; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)

Obr. č. 65 dole: Injektování expanzní výplňovou hmotou; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)

Na níže uvedených obrázcích č. 66 a č. 67 jsou znázorněny grafické výstupy z protokolů vypočítaných průkazů energetické náročnosti budovy hodnoceného domu, stávajícího stavu a po návrhu zdvojení dodatečného zateplení.



Obr. č. 66 vlevo: Grafický výstup z protokolu PENB stávajícího stavu; zdroj: vlastní

Obr. č. 67 vpravo: Grafický výstup z protokolu PENB navrhovaného stavu; zdroj: vlastní

Z výše uvedeného výstupu můžeme vypočítat, že zdvojením dodatečného zateplení fasády domu dojde k poklesu celkové spotřeby energie z původní hodnoty 37,952 MWh/rok na 27,575 MWh/rok, což je pokles o 27,34 %. Dále můžeme z průkazu vyčíst, že se zateplením změní klasifikace energetického hodnocení z písmene D na písmeno C, což můžeme slovně vyjádřit tak, že se z budovy méně úsporná stala budova úsporná.

Na základě zjištěných informací o jednotlivých komponentech kontaktního zateplovacího systému bylo provedeno vyhodnocení z hlediska požární bezpečnosti. Vyhodnocení zateplovacího systému je patrné z níže uvedené tabulky č. 6.

SPECIFIKACE POŽADAVKU	SPLNĚNÍ POŽADAVKU
Objekt s požární výškou menší nebo rovno 12,0 m	ano
Stávající dodatečné zateplení ETICS třídy reakce na oheň alespoň B	ano
Stávající tepelný izolant třídy reakce na oheň alespoň E	
Stávající povrchová vrstva s indexem šíření plamene po povrchu $i_s=0$ mm/min	ano
Kontaktní spojení stávajícího ETICS se zateplovanou konstrukcí	ano
Navrhovaná skladba zdvojení dodatečné zateplení ETICS s tepelně izolačním výrobkem z pěnového polystyrenu s retardérem hoření třídy reakce na oheň alespoň B	ano
Navrhovaný tepelný izolant z pěnového polystyrenu s retardérem hoření třídy reakce na oheň alespoň E	ano
Navrhovaný tepelný izolant s vyhovující sníženou nasákavostí s retardérem hoření třídy reakce na oheň alespoň E	ano

Tab. č. 6: Vyhodnocení z hlediska požární bezpečnosti; zdroj: vlastní

Na níže uvedeném obrázku č. 68 je část protokolu energetického hodnocení s výsledky výpočtů, které představují mimo jiné potřeby tepla na vytápění rodinného domu v současnosti.

#### **Celková a měrná potřeba tepla na vytápění**

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	88,084 GJ	24,468 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	158,9 m <sup>2</sup>	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m <sup>3</sup> ):	55,4 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	
<b>Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:</b>	<b>154 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	
Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D =	4568.	
<b>Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinnosti systémů výroby, distribuce a emise tepla.</b>		

Obr. č. 68: Část protokolu z PENB, výsledky potřeb energie stávajícího stavu; zdroj: vlastní



Na níže uvedeném obrázku č. 69 je část protokolu energetického hodnocení s výsledky výpočtů, které představují mimo jiné potřeby tepla na vytápění rodinného domu po navrhovaném zdvojení zateplovacího systému fasády předmětného domu.

#### **Celková a měrná potřeba tepla na vytápění**

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	62,418 GJ	17,338 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	158,9 m <sup>2</sup>	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m <sup>3</sup> ):	39,2 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	
<b>Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:</b>	<b>109 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	
Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D =	4568.	
Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.		

Obr. č. 69: Část protokolu z PENB, výsledky potřeb energie navrhovaného stavu; zdroj: vlastní

Z výše uvedených výpočtů je možno vyhodnotit velikost ročních úspor energie na vytápění domu, které by mohly vzniknout realizací navrhovaného zdvojení ETICS. Velikost uspořené energie na vytápění je patrná z níže uvedené tabulky č. 7.

VYHODNOCENÍ CELKOVÉ ROČNÍ POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ	
CELKOVÁ ROČNÍ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ	[MWh]
Stávající stav	24,468
Navrhovaný stav – Zdvojení ETICS	17,338
Rozdíl	7,130
ROČNÍ ÚSPORA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	29,20 %

Tab. č. 7: Vyhodnocení celkové roční potřeby tepla na vytápění; zdroj: vlastní

Na níže uvedeném obrázku č. 70 je část protokolu energetického hodnocení stávajícího stavu rodinného domu s výsledky výpočtů, které představují mimo jiné emise CO<sub>2</sub>, které vzniknou při jeho provozu za jeden rok.

#### **Měrná primární energie a emise CO<sub>2</sub> budovy**

Emise CO <sub>2</sub> za rok:	9,305 t	
Celková primární energie za rok:	46,121 MWh	166,035 GJ
<b>Neobnovitelná primární energie za rok:</b>	<b>45,808 MWh</b>	<b>164,910 GJ</b>
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	158,9 m <sup>2</sup>	
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>3</sup> ):	21,1 kg/(m <sup>3</sup> .a)	
Měrná celková primární energie E <sub>pC,V</sub> :	104,4 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E <sub>pN,V</sub> :	103,7 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>2</sup> ):	59 kg/(m <sup>2</sup> .a)	
<b>Měrná celková primární energie E<sub>pC,A</sub>:</b>	<b>290 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	
<b>Měrná neobnovitelná primární energie E<sub>pN,A</sub>:</b>	<b>288 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	

Obr. č. 70: Část protokolu z PENB stávajícího stavu, CO<sub>2</sub>; zdroj: vlastní

Na níže uvedeném obrázku č. 71 je část protokolu energetického hodnocení rodinného domu po navrhovaném zdvojení zateplení s výsledky výpočtů, které představují mimo jiné emise CO<sub>2</sub>, které vzniknou při jeho provozu za jeden rok.

**Měrná primární energie a emise CO<sub>2</sub> budovy**

Emise CO <sub>2</sub> za rok:	6,657 t	
Celková primární energie za rok:	33,272 MWh	119,780 GJ
<b>Neobnovitelná primární energie za rok:</b>	<b>33,065 MWh</b>	<b>119,036 GJ</b>
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	158,9 m <sup>2</sup>	
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>3</sup> ):	15,1 kg/(m <sup>3</sup> .a)	
Měrná celková primární energie E,pC,V:	75,3 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	74,8 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>2</sup> ):	42 kg/(m <sup>2</sup> .a)	
<b>Měrná celková primární energie E,pC,A:</b>	<b>209 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	
<b>Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A:</b>	<b>208 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>	

Obr. č. 71: Část protokolu z PENB navrhovaný stav, CO<sub>2</sub>; zdroj: vlastní

Z výše uvedených částí výpočtových protokolů obou průkazů energetické náročnosti lze vyhodnotit velikost snížení emisí CO<sub>2</sub> za jeden rok. Rozdíl produkce CO<sub>2</sub> mezi současným a navrhovaným stavem je patrný z tabulky č. 8.

VYHODNOCENÍ REDUKCE EMISÍ CO <sub>2</sub>	
EMISE CO <sub>2</sub> VYPRODUKOVANÉ ZA 1 ROK	[t]
Stávající stav	9,305
Navrhovaný stav – Zdvojení ETICS	6,657
Rozdíl	2,648
<b>ROČNÍ SNÍŽENÍ EMISE CO<sub>2</sub></b>	<b>28,46 %</b>

Tab. č. 8: Vyhodnocení produkce emisí CO<sub>2</sub> před a po zdvojení ETICS; zdroj: vlastní

Z výše uvedených částí výpočtových protokolů obou průkazů energetické náročnosti lze dále vyhodnotit velikost snížení neobnovitelné primární energie za jeden rok. Velikost snížení je patrná z tabulky č. 9.

VYHODNOCENÍ SNÍŽENÍ NEOBNOVITELNÉ PRIMÁRNÍ ENERGIE	
NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE ZA 1 ROK	[MWh]
Stávající stav	45,808
Navrhovaný stav – Zdvojení ETICS	33,065
Rozdíl	12,743
<b>ROČNÍ SNÍŽENÍ NEOBNOVITELNÉ PRIMÁRNÍ ENERGIE</b>	<b>27,81 %</b>

Tab. č. 9: Vyhodnocení snížení neobnovitelné primární energie zdvojením ETICS; zdroj: vlastní

Jak již bylo zmíněno v kapitole č. 3.2.2, na snižování energetické náročnosti rodinných domů je možné čerpat finanční prostředky z dotačního programu Nová zelená úsporám. Na základě provedených výpočtů a zpracování cenové kalkulace byla vyplněna tzv. dotační kalkulačka, v tabulce č. 10 jsou vidět sledované parametry.

Tabulka požadovaných parametrů pro oblast podpory A					
Sledovaný parametr	Označení [jednotky]	A.0	A.1	A.2	A.3
Měrná roční potřeba tepla na vytápění po realizaci	EA [kWh/m <sup>2</sup> .rok]	bez požadavku	≤ 90	≤ 55	≤ 35
nebo	U <sub>em</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]		nebo		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy				≤ 0,95 U <sub>em,R</sub>	≤ 0,85 U <sub>em,R</sub>
Měněné stavební prvky obálky budovy	U [W/m <sup>2</sup> .K]	≤ 0,9 U <sub>rec,20</sub>	dle požadavku ČSN 73 0540-2 a vyhl. č. 78/2013 Sb.		
Procentní snížení měrné potřeby tepla na vytápění EA	[%]	≥ 20 %	≥ 40 %	≥ 50 %	≥ 60 %

Tab. č. 10: Požadované parametry pro oblasti podpory A; zdroj: [www.novazelenausporam.cz](http://www.novazelenausporam.cz)

V níže uvedené tabulce č. 11 je vidět splnění sledovaného parametru minimální úspory měrné roční potřeby tepla na vytápění, která by měla být alespoň 20 %, a zařazení do příslušné oblasti podpory A.1.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ VÝPOČTU					
Sledovaný parametr	Označení [jednotky]	Vypočtené hodnoty		Hodnotící parametr	Splňuje dotaci
Měrná roční potřeba tepla na vytápění před a po realizaci	EA [kWh/m <sup>2</sup> .rok]	před realizací <b>154</b>	po realizaci <b>109</b>	úspora <b>29,2%</b>	
Průměrný součinitel prostupu tepla po realizaci a normový	U <sub>em</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	normový <b>0,56</b>	po realizaci <b>0,38</b>	U <sub>em</sub> /U <sub>em,R</sub> <b>0,67</b>	
Měněné stavební prvky obálky budovy	U [W/m <sup>2</sup> .K]				

Tab. č. 11: Vyhodnocení parametrů pro oblast podpory A.1; zdroj: [www.novazelenausporam.cz](http://www.novazelenausporam.cz)

V níže uvedené tabulce č. 12 je výsledná výše možné finanční dotace na provedení zdvojení dodatečného zateplovacího systému z dotačního programu Nová zelená úsporám.

DOTACE NA ZATEPLENÍ OBÁLKY BUDOVY						
Konstrukce	Hodnoty Plocha konstrukcí	Maximální možná dotace při minimální ceně realizace			Skutečná výše dotace podle skutečné ceny díla	
		na m <sup>2</sup>	max. dotace	min. realizace	skut. cena díla	skut. dotace
Obvodové stěny	115,9 m <sup>2</sup>	500 Kč	57 930 Kč	115 900 Kč	128 200 Kč	57 930 Kč
Střecha	0,0 m <sup>2</sup>	500 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Okna	0,0 m <sup>2</sup>	2 100 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Podlaha na terénu	0,0 m <sup>2</sup>	700 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Strop nad sklepem	0,0 m <sup>2</sup>	330 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Strop pod půdou	0,0 m <sup>2</sup>	330 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Stěna s nevyt. prost.	0,0 m <sup>2</sup>	330 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
<b>CELKEM DOTACE</b>	<b>115,9 m<sup>2</sup></b>		<b>57 930 Kč</b>	<b>115 900 Kč</b>	<b>128 200 Kč</b>	<b>57 930 Kč</b>

Tab. č. 12: Celková dotace pro oblast podpory A.1; zdroj: [www.novazelenausporam.cz](http://www.novazelenausporam.cz)

Na základě energetického posouzení a zpracování cenové kalkulace nákladů na realizaci zdvojení dodatečného zateplovacího systému bylo provedeno ekonomické vyhodnocení. Byly porovnávány roční náklady na vytápění při současném stavu a po provedení navrhovaného opatření. Roční úspora vyjádřená penězi je patrná z níže uvedené tabulky č. 13.

VYHODNOCENÍ EKONOMICKÉ VHODNOSTI	
ROČNÍ NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ	
Stávající stav	22 000 Kč
Navrhovaný stav – Zdvojení ETICS	15 980 Kč
Roční úspora	6 410 Kč
NÁKLADY NA REALIZACI ZDVOJENÍ ETICS	
	128 200 Kč
DOTACE Z PROGRAMU NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM	57 930 Kč
PROSTÁ DOBA NÁVRATNOSTI-VLASTNÍ ZDROJE	20 roků
PROSTÁ DOBA NÁVRATNOSTI-VLASTNÍ ZDROJE+DOTACE	11 roků

Tab. č. 13: Ekonomické hodnocení navrhovaného zdvojení ETICS; zdroj: vlastní

Ve výše uvedené tabulce č. 13 lze najít porovnání prosté doby návratnosti investice do zdvojení zateplení při vlastním financování a při financování z vlastních zdrojů v kombinaci s poskytnutou státní dotací z programu Nová zelená úsporám.

## 7. Diskuze

Tlak na snižování energetické náročnosti budov a na větší ochranu životního prostředí vyvolává vyšší nároky na navrhování kontaktních zateplovacích systémů. Nejedná se přitom jen o novostavby, které se budou muset stavět jako budovy s téměř nulovou spotřebou energie již od roku 2020, ale také o budovy, které byly v minulosti postaveny. Jeden ze způsobů, jak zvyšovat energetickou účinnost stávajících staveb je zdvojování dodatečného zateplení fasád v minulosti zateplených domů.

Stěny mají největší plochu z celé obálky budovy, a proto jsou tepelné ztráty stěnami významné a bez jejich zateplení nelze dosáhnout opravdu výrazného snížení energetické náročnosti celého domu. Největší potíže bývají s domy zateplenými před 10 až 20 lety, kdy se tloušťky tepelných izolací fasád domů pohybovaly v rozmezí 40-60 mm (Murtinger, 2013).

S tímto názorem souhlasím a z vlastních zkušeností mohu potvrdit, že tloušťky v minulosti používaných tepelných izolantů jsou nedostatečné a jsou často příčinou výskytu plísní v interiérech takto zateplených domů. Myslím si, že nejvhodnějším řešením, jak tento problém odstranit je zvýšit celkovou tloušťku tepelné izolace zdvojením stávajícího zateplovacího systému, tzv. zdvojení ETICS.

Před vlastní realizací zdvojení zateplovacího systému je nutné provést ucelený soubor pozorování a měření dle platných technických norem, jejímž výsledkem bude vyhodnocení možnosti jeho realizace. V případě nestabilního souvrství stávajícího zateplení a nevyhovujících požadovaných kritérií není přípustné dodatečné zateplení stávajícího zateplovacího systému provést a je doporučeno stávající zateplení demontovat a provést kompletně nové dodatečné zateplení (Pošta, 2014).

Při zvážení všech okolností s tímto názorem nemohu souhlasit a přikláním se k názoru, že pokud není možné provést kotvení zdvojení standardním předepsaným způsobem, je výhodné zvážit dokotvení celého systému pomocí inovativního způsobu injektovaného kotvení Spiral Anksys. Injektovanou montáží lze účinně a s velkou efektivitou sanovat nestabilní systémy dodatečného zateplení v minulosti provedených realizací a zároveň přikotvit novou vrstvu tepelné izolace (Marek et al. 2015).

Na základě všech vyhodnocených zkoušek a parametrů, zejména provedeného energetického posudku a výpočtů ekonomických ukazatelů nemohu souhlasit s níže uvedeným tvrzením, že v případě, že se provedenými sondami zjistí, že je stávající kontaktní zateplovací systém lepený na nestabilní podklad, je ekonomicky výhodnější demontovat původní zateplovací systém a provést montáž celého nového zateplovacího systému (Pošta, 2014).

Naopak se přikláním k názoru, že velikost úspor při zdvojení stávajícího zateplení není v porovnání s variantou demontáže starého zateplovacího systému a provedení celého nového zanedbatelná. A to i přesto, že je injektované kotvení v porovnání s klasickým mechanickým kotvením cenově náročnější (Klásek, 2016).

Dle mého názoru, a jak vyplývá z provedených posouzení a výpočtů, je zdvojení dodatečného zateplení fasády domu nejen ekonomicky výhodné, ale i šetrné k životnímu prostředí.

Změny v oblasti požadavků na stavební izolace s ohledem na růst tloušťek a hmotností aplikovaných izolanů v rámci snižování energetické náročnosti budov budou vyžadovat používání inovativních způsobů zdvojování ETICS.

Jak ukázaly výpočty, je rozhodně ekologické i ekonomické stávající zateplovací systémy ponechat a namontovat na ně jako doplnění další vrstvy izolanu na potřebnou tloušťku, která bude vyhovující nejen pro současné požadavky, ale bude splňovat i požadavky v blízké budoucnosti.

## 8. Závěr

Cílem diplomové práce byla analýza zdvojení dodatečného zateplení fasády rodinného domu a návrh optimálního řešení jeho realizace. Především s ohledem na nakládání s odpady, které by mohly vzniknout při realizaci zdvojení zateplení a s velkým důrazem na předcházení vzniku těchto odpadů. Návrhem zdvojení kontaktního zateplovacího systému mělo dojít nejen ke snížení spotřeby energie domu, ale zároveň také k poklesu produkce emisí oxidu uhličitého. Původní zateplovací systém měl být pokud možno zachován, aby jeho zbytečným odstraněním nedošlo k zatížení životního prostředí. Měly být navrženy různé varianty způsobu odstranění případně demontovaného stávajícího souvrství v minulosti zateplené fasády domu.

Rešeršní část práce se zabývá problematikou snižování energetické náročnosti budov s ohledem na probíhající globální klimatické změny v souvislosti s nutností snižování emisí skleníkových plynů. Jedním z vhodných nástrojů, jak tyto emise redukovat je zdvojení dodatečného zateplovacího systému v minulosti zateplených budov.

Praktická část je zaměřena na posouzení stavu stávajícího kontaktního zateplovacího systému konkrétního rodinného domu a provedení návrhu jeho zdvojení na základě provedených pozorování a měření.

V první části byl proveden popis výchozího stavu rodinného domu na základě dostupné dokumentace. Po zpracování a vyhodnocení získaných materiálů byla vypracována dokumentace skutečného provedení stavby, která sloužila jako podklad pro energetické posouzení a návrh zdvojení zateplovacího systému.

V dalším kroku bylo provedeno zhodnocení výchozího stavu a návrh zdvojení dodatečného zateplení dle technických požadavků TP CZB-01-2014 a dalších souvisejících právních a technických norem. Součástí zhodnocení byl detailní stavebně-technický průzkum konstrukce obvodového zdiva s kontaktním zateplovacím systémem. Byly provedeny sondy, ze kterých byly zjištěny důležité informace k posouzení podkladní stěnové konstrukce stávajícího zateplení.

Dalším krokem bylo zjišťování způsobu a stavu upevnění lepením stávajícího zateplení k podkladní stěnové konstrukci. Byla posuzována smyková únosnost, způsob lepení desek tepelně izolačního materiálu a plocha lepeného spoje. Byl zjišťován způsob kotvení izolantu, jeho osazení, druh, počet, poloha vůči výztuži v základní vrstvě a rozmístění. Byly provedeny výtažné zkoušky použitých hmoždinek.

Tepelně izolační materiál byl posuzován na pevnost v tahu kolmo v rovině desky, a byl stanoven druh, tloušťka a požární vlastnosti desek tepelného izolantu stávajícího zateplovacího systému. U vnějšího souvrství stávajícího zateplovacího systému byly



posouzeny mechanické vlastnosti použitého materiálu a byla provedena odtrhová zkouška.

Z hlediska požární bezpečnosti byl stanoven druh použitých desek tepelně izolačního materiálu ve stávajícím systému kontaktního zateplení z hlediska chování při požáru, celkové posouzení provedení ETICS z hlediska požární odolnosti s ohledem na požární výšku objektu. Na další vrstvu tepelné izolace byl navržen takový tepelný izolant, který splňuje předepsané požadavky třídy reakce na oheň dle ČSN EN 13501-01+A1.

Na základě provedení požadovaných zkoušek a posouzení kritérií na zdvojení ETICS dle TP CZB-01-2014 bylo vyhodnoceno, že zdvojení kontaktního zateplovacího systému standardní metodou mechanického kotvení talířovými hmoždinkami není doporučeno realizovat. Z toho vyplynulo, že by bylo nevhodnější stávající nestabilní systém dodatečného zateplení celý demontovat a provést nové dodatečné zateplení bez využití původní skladby zateplené fasády.

Cílem práce bylo stávající souvrství kontaktního zateplovacího systému ponechat, a proto byl navržen inovativní způsob kotvení, který dokáže staticky zajistit stávající nestabilní zateplovací systém a zároveň může být provedeno zdvojení dodatečného zateplení stávajícího zateplení tzv. zdvojení ETICS.

Na základě navrženého způsobu zdvojení kontaktního zateplovacího systému bylo provedeno energetické hodnocení, ve kterém byly porovnány parametry spotřeby energie před zdvojením ETICS a po jeho navrhované aplikaci. K tomuto účelu byly vypracovány pro každý uvedený případ průkazy energetické náročnosti budovy. Výsledkem tohoto posouzení bylo stanovení množství energetických úspor a velikost snížení emisí CO<sub>2</sub>.

Na základě vypracované projektové dokumentace a energetického posudku bylo zpracováno ekonomické hodnocení. Byla vypočítána prostá doba návratnosti navrhovaného opatření s použitím vlastních finančních prostředků a s použitím finančních prostředků poskytnutých z dotačního programu Nová zelená úsporám, který je financován z prodeje emisních povolenek.

V závěru byly navrženy různé varianty nakládání s odpadem, který by mohl vzniknout při zdvojení ETICS. Jako nevhodnější varianta z pohledu hierarchie nakládání s odpady je ponechání celého souvrství stávajícího tepelně izolačního systému na fasádě domu bez provedení demontáže jakékoliv části zateplovacího systému. Při této variantě bude splněna nejvyšší priorita při nakládání s odpady, a to předcházení jeho vzniku.

Přínosem diplomové práce Zdvojení vnějšího kontaktního zateplovacího systému rodinného domu je, že byl navržen inovativní způsob provedení zdvojení dodatečného zateplovacího systému, kterým lze provést zdvojení ETICS i přes nepříznivé vstupní podmínky, tím snížit ENB a zároveň omezit náklady na vytápění a zredukovat produkci emisí CO<sub>2</sub>.

## 9. Přehled literatury a použitých zdrojů

### Publikace

- AMANN J. T., ACKERLY K., WILSON A. 2013: Consumer Guide to Home Energy Savings. - New Society Publishers, 288 s.
- BERNARDINOVÁ A., MAREŠ M. 2013: Zpracování průkazů energetické náročnosti, praktická příručka. – Linde, Praha, 148 s.
- BLAICH J. 2001: Poruchy stavieb.- Jaga, Bratislava, 256 s
- BZDÚCH I. 1997: Komplexné hodnotenie efektívnosti obnovy, obnova budov. – ÚEOS – Komercia, Bratislava 248 s.
- CSI 2016: Sborník z konference - Regenerace bytového fondu a veřejných budov, energeticky úsporné stavění 2016, Hradec Králové, 133 s.
- DORAN D., CATHER B. 2013: Construction Materials Reference Book. – Routledge, 768 s.
- HALAHYA M., CHMÚRNY I., STERNOVÁ Z. 1998: Stavebná tepelná technika, tepelná ochrana budov. – Jaga, Bratislava, 286 s.
- HOLFELD M. 1996: Erhalten und Gestalten, Asthetik am Plattenbau. – Verlag, Berlin 246 s.
- CHMÚRNY I. 2014: Stavebná tepelná technika, základy tepelnej ochrany budov. – STU, Bratislava, 303 s.
- KADRNOŽKA J. 2010: Země se ubrání. - Cerm, Brno, 240 s.
- KLÁSEK J. 2016: Produktový katalog. – Stomix, Skoršice, 102 s.
- KULHÁNEK F. 2014: Tepelná ochrana a energetika budov. – ČKAIT, Praha, 172 s.
- LINHART L. 2010: Zateplování budov. – Grada Publishing, Praha, 112 s.
- LIŠKA V., FIALA Z. 2007: Právo pro techniky. - Professional Publishing, Praha, 118 s.
- LORENC P. 2016: Monitorování životnosti zateplovacích systémů (ETICS). – Tepelná ochrana budov, 2016/19 č. 3, s. 41.
- MAREK M. V. 2011: Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu. - Academia, Praha, 256 s.
- MARINÁT J., MÍČEK I. 2015: Injektované kotvení. - Tepelná ochrana budov, 2015/18 č. 5, s. 5.
- MRLÍK F. 1985: Vlhkostné problémy stavebných materiálů a konstrukcií. – Alfa, Bratislava, 305 s.
- MURTINGER K. 2013: Úsporný rodinný dům. – Grada Publishing, Praha, 113 s.
- MUSIL P. 2009: Globální energetický problém a hospodářská politika. - C. H. Beck, Praha, 201 s.
- PALACKÝ A. 2008: Nárůst směsných stavebních odpadů vlivem zateplování, Sborník z konference – Recyc-ling 2008, Praha, 54 s.
- POŠTA T., 2015: WEBER 2015: Rádce 2015. - Adart, Praha, 504 s.

- PURŠ F. 2010: Náš Mělník, listování jeho historií. – Město Mělník, Mělník, 294 s.
- SERAFÍN P., JANOUŠKOVÁ Š. 2013: Vybrané předpisy stavebního práva – podle stavu k 1. 6. 2013. -ČKAIT, Praha, 432 s.
- SETZER W. 1999: Warmedämmung. - Verlag, Stuttgart, 186 s.
- SRDEČNÝ K. 2009: Energetická náročnost budov. – EkoWatt, České Budějovice, 44 s.
- STERNOVÁ Z. et al. 2006: Atlas tepelných mostov. – Jaga, Bratislava, 286 s.
- STERNOVÁ Z. 1999: Zatepľovanie budov, tepelná ochrana. – Jaga, Bratislava, 235 s.
- ŠÁLA J. 2000: Zateplování budov. – Grada Publishing, Praha, 110 s.
- ŠÁLA J., MACHATKA M. 2002: Zateplování v praxi. – Grada Publishing, Praha, 105 s.
- ŠÁLA J., KEIM L., SVOBODA Z., TYWONIAK J. 2008: Tepelná ochrana budov – komentář k ČSN 730540. - ČKAIT, Praha, 290 s.
- ŠUBRT R. 1999: Tepelné izolace domů a bytů. - Grada Publishing, Praha, 86 s.
- ŠUBRT R. 2008: Zateplování. – Era, Brno, 102 s.
- ŠUBRT R., ZVÁNOVCOVÁ P., ŠKOPEK M. 2008: Katalog tepelných mostů. - Energy Consulting s.r.o., České Budějovice, 234 s.
- ŠOHAJ P. 2015: Snížení energetické náročnosti budovy – dodatečné zateplení, bakalářská práce, Mělník, 52 s.
- TYWONIAK J. 2012: Nízkoenergetické domy 3 – Nulové, pasivní a další. – Grada Publishing, Praha, 195 s.
- VÖRÖS F. 2009: Experti pěnových plastů pro podporu tepelných izolací budov, Tepelná ochrana budov, 2009/12 č. 3, s. 5.
- VÖRÖS F. 2016: Izolační praxe č.13 – Využití EPS odpadů s důrazem na systém ETICS. Sdružení EPS, Kralupy nad Vltavou, 15 s.
- WEBER 2017: Rádce 2017. – Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., Praha, 528 s.
- ZMRHAL V. 2013: Větrání rodinných a bytových domů. – Grada Publishing, Praha, 96 s.

### Ostatní zdroje

- ENERGIE 2017: Verze 2017.1, výpočetní program pro stanovení energetické náročnosti budovy
- CZB 2014: TP CZB-01-2014 – Technická pravidla na zdvojení ETICS
- MPO A 2017: MPO online - <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/vlada-schvalila-novelu-zakona-o-hospodareni-energii--ktera-upravuje-pozadavky-pro-energeticke-experty-a-jejich-cinnost--227273/>
- MŽP A 2017: MŽP online – [http://www.mzp.cz/cz/zmena\\_klimatu](http://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu)
- MŽP B 2017: MŽP online – [http://mzp.cz/cz/mezivladni\\_panel\\_pro\\_zmenu\\_klimatu](http://mzp.cz/cz/mezivladni_panel_pro_zmenu_klimatu)
- MŽP C 2017: MŽP online – [http://www.mzp.cz/cz/emisni\\_obchodovani](http://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani)
- MŽP D 2017: MŽP online – [http://www.mzp.cz/cz/kjotsky\\_protokol](http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol)
- MŽP E 2017: MŽP online – [http://www.mzp.cz/cz/parizska\\_dohoda](http://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda)

NZÚ A 2017: NOVAZELENAUSPORAM online -

<http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/o-programu-3-vyzva/>

RTS 2016 – Ceník stavebních prací 2017

SFŽP A 2017: SFŽP online - <https://www.sfzp.cz/sekce/815/kotlikove-dotace/>

### **Zákony a vyhlášky**

Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy 2002/91/ES, o energetické náročnosti budov

Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy 2003/87/ES, o vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů

Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy 2009/29/ES, o systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů

Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, v platném znění

Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, v platném znění

Vyhláška 93/2016 Sb., katalog odpadů

Vyhláška 94/2016 Sb., katalog odpadů

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb v platném znění

### **Použité technické normy a předpisy**

ČSN EN 13501-01+A1 – Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb

ČSN 73 2901, Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS)

ČSN 73 2902, Vnější tepelněizolační kompozitní systémy (ETICS), Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem

ETA 13/0527 – Evropské technické schválení, Použití kotvícího systému Spiral Anksys pro použití v ETICS

---

**Seznam obrázků**

- Obr. č. 1 vlevo: Desky pěnového EPS; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)
- Obr. č. 2 vpravo: Desky pěnového EPS s přidavkem grafitu; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)
- Obr. č. 3: Detail desky extrudovaného polystyrenu; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)
- Obr. č. 4: Graf porovnání tloušťek izolantů při stejném tepelném odporu; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)
- Obr. č. 5: Desky minerální vlny pro použití na fasády budov; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)
- Obr. č. 6: Struktura pěnového polystyrenu; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 7: Vývoj spotřeby polystyrenu v ČR, tun za rok; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 8: Graf podíl retardérů hoření ve světové spotřebě; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 9 vlevo: Použití pěnového polystyrenu na zateplení fasády domu; zdroj: vlastní
- Obr. č. 10 vpravo: Aplikace lepící stěrky na izolant z EPS; zdroj: vlastní
- Obr. č. 11: Grafické znázornění značení izolačních desek z pěnového polystyrenu; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 12: Vzorek fasádního pěnového polystyrenu EPS 70F tl. 140 mm; zdroj: vlastní
- Obr. č. 13: Skladba typického kontaktního zateplovacího systému; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 14: Možnosti použití recyklovaného EPS; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 15: Larvy potemníka moučného při odstraňování pěnového polystyrenu; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 16: Demontáž ETICS s pěnovým polystyrenem; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 17: Skladba zdvojení dodatečného zateplovacího systému; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)
- Obr. č. 18: Skladba zdvojení dodatečného zateplovacího systému; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)
- Obr. č. 19: Aplikace injektované kotvy zdvojení ETICS; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)
- Obr. č. 20 vlevo: Teploměr s vlhkoměrem Comet-C3120; zdroj: vlastní
- Obr. č. 21 vpravo: Termokamera Testo 875-1i; zdroj: [www.testo.cz](http://www.testo.cz)
- Obr. č. 22 vlevo: Termosnímek s lokálními úniky tepla; zdroj: vlastní
- Obr. č. 23 vpravo: Místo s lokálními úniky tepla stejného místa; zdroj: vlastní
- Obr. č. 24 vlevo: Místa tepelného mostu exteriér; zdroj: vlastní
- Obr. č. 25 vpravo: Místo tepelného mostu napadeného plísní, interiér; zdroj: vlastní
- Obr. č. 26: Zaprášení finální vrstvy v ploše fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 27: Sprašování a křídování finální vrstvy fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 28 vlevo: Místo napadeného řasami; zdroj: vlastní
- Obr. č. 29 vpravo: Detail napadeného místa pod nevhodně připevněným světlem; zdroj: vlastní

- 
- Obr. č. 30 vlevo: Poškození nároží fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 31 vpravo: Poškození souvrství zateplovacího systému v ploše fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 32 vlevo: Vlásačnicové trhliny v místě soklu fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 33 vpravo: Měření tloušťky vrchní vrstvy soklu fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 34 vlevo: Odlupující se místa vrchní vrstvy fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 35 vpravo: Puchýře vrchní vrstvy fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 36 vlevo: Příprava odtrhové zkoušky podkladu původního ETICS; zdroj: vlastní
- Obr. č. 37 vpravo: Průběh odtrhové zkoušky podkladu původního ETICS; zdroj: vlastní
- Obr. č. 38 vlevo: Způsobu lepení původního izolantu; zdroj: vlastní
- Obr. č. 39 vpravo: Detail provedení lepení původního izolantu; zdroj: vlastní
- Obr. č. 40 vlevo: Průběh odtrhové zkoušky talířové kotvy; zdroj: vlastní
- Obr. č. 41 vpravo: Vytažené plastová kotva; zdroj: vlastní
- Obr. č. 42: Rozmístění kotev v ploše fasády; zdroj: vlastní
- Obr. č. 43: Detail značení použitého izolačního materiálu z EPS; zdroj: vlastní
- Obr. č. 44 vlevo: Izolačního materiálu soklu fasády z XPS; zdroj: vlastní
- Obr. č. 45 vpravo: Demontovaný izolační materiálu soklu z XPS; zdroj: vlastní
- Obr. č. 46: Přesah výztužné tkaniny vrchní vrstvy kontaktního zateplovacího systému; zdroj: vlastní
- Obr. č. 47 vlevo: Příprava odtrhové zkoušky finální vrstvy původního ETICS; zdroj: vlastní
- Obr. č. 48 vpravo: Průběh odtrhové zkoušky finální vrstvy původního ETICS; zdroj: vlastní
- Obr. č. 49: Charakteristika objektu z hlediska požární bezpečnosti; zdroj: [www.czb.cz](http://www.czb.cz)
- Obr. č. 50: Montáž izolantu na vazbu; zdroj: [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)
- Obr. č. 51 vlevo: Injektované kotvení zdvojení ETICS; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)
- Obr. č. 52 vpravo: Detail kotvy Spiral Anksys; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)
- Obr. č. 53 vlevo: Strojní demontáž celého souvrství ETICS; zdroj: [www.czb.cz](http://www.czb.cz)
- Obr. č. 54 vpravo: Strojní demontáž celého souvrství ETICS; zdroj: [www.czb.cz](http://www.czb.cz)
- Obr. č. 55 vlevo: Povrchová úprava z fasády – lepidla a omítky; zdroj: vlastní
- Obr. č. 56 vpravo: Výztužná síťovina – plasty; zdroj: vlastní
- Obr. č. 57 vlevo: Talířové kotvy – plasty; zdroj: vlastní
- Obr. č. 58 vpravo: Rohový výztužný profil – plasty; zdroj: vlastní
- Obr. č. 59 vlevo: Expandovaný pěnový polystyren EPS 70 F – izolační materiál; zdroj: vlastní
- Obr. č. 60 vpravo: Extrudovaný pěnový polystyren XPS – plasty; zdroj: vlastní
- Obr. č. 61: Přenosný přístroj na měření koncentrace HBCD; zdroj: [www.epscr.cz](http://www.epscr.cz)
- Obr. č. 62: Umístění lepicí hmoty a umístění kotev Spiral Anksys: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)
- Obr. č. 63 nahoře: Předvrtání kotevního místa; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)

- Obr. č. 64 uprostřed: Vložení kotvy Spiral Anksys; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)  
Obr. č. 65 dole: Injektování expanzní výplňovou hmotou; zdroj: [www.ecoraw.eu](http://www.ecoraw.eu)  
Obr. č. 66 vlevo: Grafický výstup z protokolu PENB stávajícího stavu; zdroj: vlastní  
Obr. č. 67 vpravo: Grafický výstup z protokolu PENB navrhovaného stavu; zdroj: vlastní  
Obr. č. 68: Část protokolu z PENB, výsledky potřeb energie stávajícího stavu; zdroj: vlastní  
Obr. č. 69: Část protokolu z PENB, výsledky potřeb energie navrhovaného stavu; zdroj: vlastní  
Obr. č. 70: Část protokolu z PENB stávajícího stavu, CO<sub>2</sub>; zdroj: vlastní  
Obr. č. 71: Část protokolu z PENB navrhovaný stav, CO<sub>2</sub>; zdroj: vlastní

### Seznam tabulek

- Tab. č. 1: Rozčlenění izolantu dle třídy reakce na oheň; zdroj: [www.czb.cz](http://www.czb.cz)  
Tab. č. 2: Součinitelé prostupu tepla; zdroj: [www.czb.cz](http://www.czb.cz)  
Tab. č. 3: Cenová kalkulace nákladů na realizaci zdvojení; zdroj: vlastní  
Tab. č. 4: Vyhodnocení pozorování a zkoušek dle TP CZB-01-2014; zdroj: vlastní  
Tab. č. 5: Vyhodnocení pozorování a zkoušek dle TP CZB-01-2014; zdroj: vlastní  
Tab. č. 6: Vyhodnocení z hlediska požární bezpečnosti; zdroj: vlastní  
Tab. č. 7: Vyhodnocení celkové roční potřeby tepla na vytápění; zdroj: vlastní  
Tab. č. 8: Vyhodnocení produkce emisí CO<sub>2</sub> před a po zdvojení ETICS; zdroj: vlastní  
Tab. č. 9: Vyhodnocení snížení neobnovitelné primární energie zdvojením ETICS; zdroj: vlastní  
Tab. č. 10: Požadované parametry pro oblasti podpory A; zdroj: [www.novazelenausporam.cz](http://www.novazelenausporam.cz)  
Tab. č. 11: Vyhodnocení parametrů pro oblast podpory A.1; zdroj: [www.novazelenausporam.cz](http://www.novazelenausporam.cz)  
Tab. č. 12: Celková dotace pro oblast podpory A.1; zdroj: [www.novazelenausporam.cz](http://www.novazelenausporam.cz)  
Tab. č. 13: Ekonomické hodnocení navrhovaného zdvojení ETICS; zdroj: vlastní



## 10. Přílohy

### Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Žádost o stavební povolení rodinného domu z roku 1929; zdroj: vlastní

Příloha č. 2 – Projektová dokumentace domu z roku 1929; zdroj: vlastní

Příloha č. 3 – Protokol z kontrolní prohlídky staveniště z roku 1929; zdroj: vlastní

Příloha č. 3 – Certifikát o ukončení stavby domu z roku 1929; zdroj: vlastní

Příloha č. 4 – Dobová pohlednice z roku 1931; zdroj: vlastní

Příloha č. 5 – Pohled z ulice před provedením prvního zateplení; zdroj: vlastní

Příloha č. 6 – Pohled z ulice po provedení prvního zateplení; zdroj: vlastní

Příloha č. 7 – Pohled z ulice po demontáži vrchní vrstvy původního zateplení; zdroj: vlastní

Příloha č. 8 – Snímek z katastrální mapy měřítku 1:1000;

zdroj: [www.nahlizenidokn.cuzk.cz](http://www.nahlizenidokn.cuzk.cz)

Příloha č. 9 – Informace o pozemku a stavbě zdroj: [www.nahlizenidokn.cuzk.cz](http://www.nahlizenidokn.cuzk.cz)

Příloha č. 10 – Fotografie a termosnímky s úniky tepla; zdroj: vlastní

Příloha č. 11 – Fotografie a termosnímky s úniky tepla; zdroj: vlastní

Příloha č. 12 – Projektové dokumentace rodinného domu; zdroj: vlastní

01 – Půdorys 1.N.P. – stávající stav

02 – Půdorys 2.N.P. – stávající stav

03 – Řez A – stávající stav

04 – Pohled severovýchodní – stávající stav

05 – Pohled severozápadní – stávající stav

06 – Pohled jihozápadní – stávající stav

07 – Půdorys 1.N.P. – navrhovaný stav

08 – Půdorys 2.N.P. – navrhovaný stav

09 – Řez A – navrhovaný stav

10 – Pohled severovýchodní – navrhovaný stav

11 – Pohled severozápadní – navrhovaný stav

12 – Pohled jihozápadní – navrhovaný stav

Příloha č. 13 – Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy rodinného domu současného stavu před provedením zdvojení zateplení 1/2; zdroj: vlastní



Příloha č. 14 – Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy rodinného domu současného stavu před provedením zdvojení zateplení 2/2; zdroj: vlastní

Příloha č. 15 – Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy rodinného domu po navrhovaném zdvojení zateplení 1/2; zdroj: vlastní

Příloha č. 16 – Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy rodinného domu po navrhovaném zdvojení zateplení 2/2; zdroj: vlastní

Příloha č. 1 - Žádost o stavební povolení rodinného domu z roku 1929; zdroj: vlastní

Žádost o stavební povolení

Městskému úřadu v Mělníku. Dne: 16. května 1929.  
MĚSTSKÝ ÚŘAD V MĚLNÍKU  
PODANO 17. V. 1929  
ČÍSLO 4630.

Podepsaný, *Karel Choroš* ..... zaměstnání *prokryvač* .....  
 bytem v *Mělníku č. 33* ..... žádá o povolení ku stavbě, přístavbě, nástavbě  
 přestavbě *rodinného domku* .....  
 na pozemku č. kat. *15.79/2* ..... v Mělníku *Uhlovec* .....

K žádosti přikládá dvojmo plány celkem počet *2* ..... a sděluje:

Plány vypracoval: *Leňek Pokorný* .....  
 Stavbu bude prováděti: stavitel *Leňek Pokorný* .....  
 který provede tyto práce: .....


Ostatní práce budou prováděti tito živnostníci:

Tesařský mistr:	<i>Václav Starý</i>	v <i>Mělník Uhlovec</i>	čp.
Truhlář:	<i>Antonín Šabráček</i>	v <i>Uhlovec</i>	čp.
Zámečnick:		v	čp.
Pokryvač:		v	čp.
Natěrač:		v	čp.
Sklenář:		v	čp.
Instalater:		v	čp.
Elektrotechnik:		v	čp.
Malíř:		v	čp.
Studnař:		v	čp.
Kamnář:		v	čp.

Regulační čára a výška, která byla předem již vydána, jest podle dat městského stavebního úřadu v plánu projektantem zakreslena a v kotách vyjádřena.

Sousedé jsou tito: *Václav Šermáček a Pěcha* .....

Opis této žádosti s označením jednotlivých stavebních živnostníků, kteří budou stavbu prováděti jsem doručil okresní nemocenské pojišťovně, což tato zde potvrzuje a dosvědčuje, že do 8 dnů oznámí městskému úřadu, zda bude žádati zálohu na pojistné.

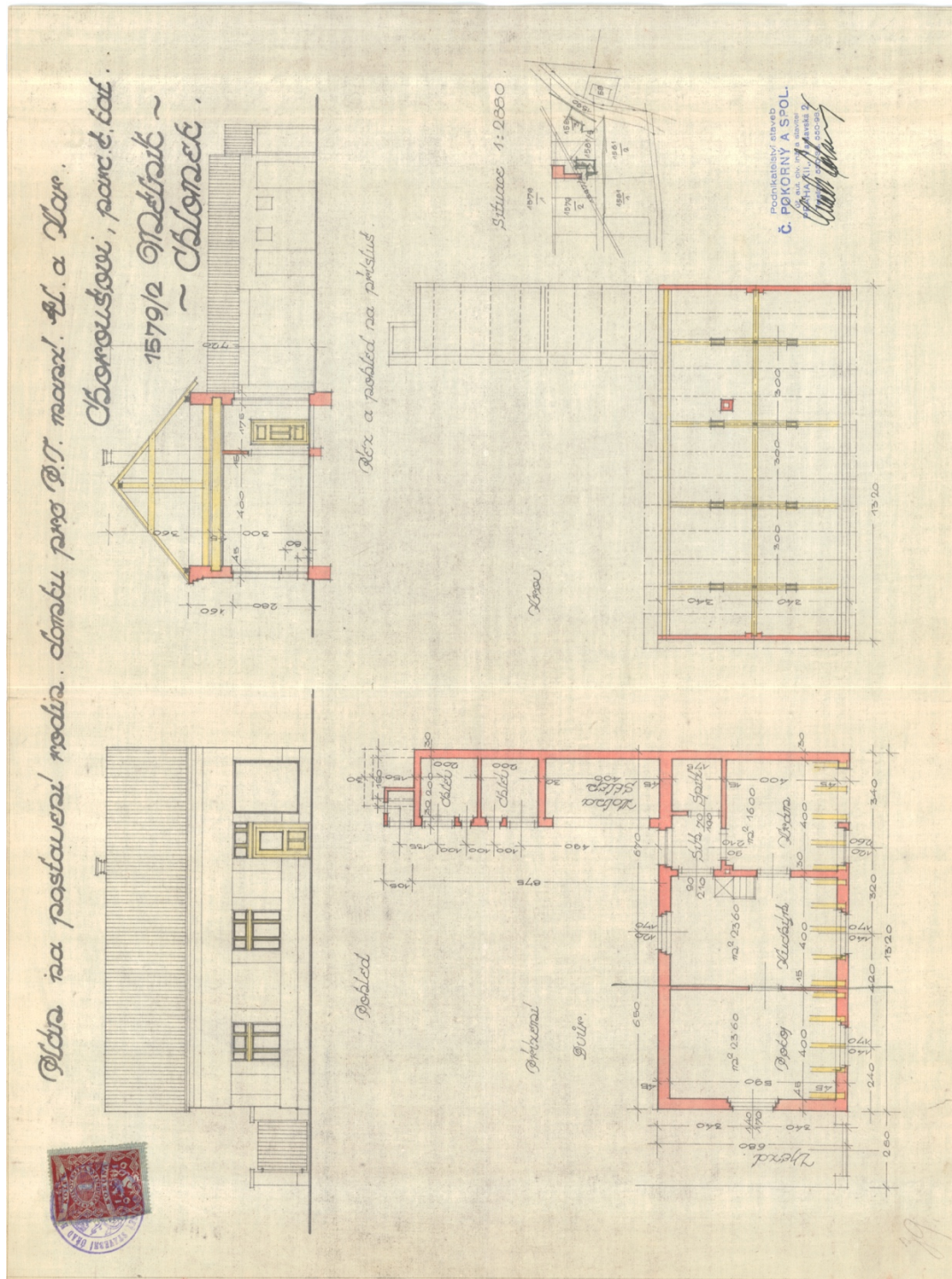
Potvrzení od nem. pojišť.:  
*Dáno dne 16/5 1929*  
  
*L. Brouček*

Vzhledem k tomu, že jsem všem povinnostem dostal, žádám o vyslání stavební komise a udělení povolení ku stavbě.

Podpis:  
*Karel Choroš*




Příloha č. 2 – Projektová dokumentace domu z roku 1929; zdroj: vlastní





Příloha č. 3 – Protokol z kontrolní prohlídky staveniště z roku 1929; zdroj: vlastní

Číslo 4630/636

Věc:  **PROTOKOL**

Protokol

sepsaný dne .....29..května 1929..... 19 na městském stavebním úřadě na Mělníce n/L.

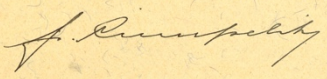
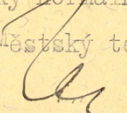
P ř e d m ě t e m

jest komisionální šetření o žádosti p ..Karla..Ch..o..r..o..u..š..e,.....  
 ..... podané dne ..... na městském  
 úřadě v Mělníku čís. .... za povolení ku .stavbě  
 .rodinného domku na poz.č.kat. 1579/1 v Mělníku - Chlounku.  
 .....

Ku komisi pozváni byli:	Dostavili se:
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

Komise prozkoumala předložené plány, shlédla staveniště, vysvětlila přítomným zájemcům předmět jednání, vyslechla sousedy a zjistila toto:

Není námitek podmínky normální.

Předseda stavební komise:  Městský technik:  Zápisovatel:

M.r dne 31. května 1929.

Stavebník:

Příloha č. 4 – Certifikát o ukončení stavby domu z roku 1929; zdroj: vlastní

Vedle pol.tar.lit. c/b/ze dne  
6.unora 1850 ř.z.čís.50 a vynesení  
vel.c.k.min.fin.z 31./III.1892  
č.6887 co příloha k žádosti za osvobození  
od placení daní kolku prosto.

*Kor*

C e r t i f i k á t .

Nížepsaný úřad potvrzuje tímto, že stavba nového domu  
číslo popisné *145/411* na pozemku čparc. *1579/1* panu .....  
*Karlu Chorošovi* ..... patřivího, dne *31.května 1929*  
započata a dne *7.prosince 1929* ukončena byla.

Městský úřad na M ě l n í c e n/L.,  
dne *13.18* ..... 192*9*.

za Starostu  
*J. Bumpelík*



Příloha č. 5 – Dobová pohlednice z roku 1931; zdroj: vlastní



Příloha č. 6 – Pohled z ulice před provedením prvního zateplení; zdroj: vlastní





Příloha č. 6 – Pohled z ulice po provedení prvního zateplení; zdroj: vlastní



Příloha č. 7 – Pohled z ulice po demontáži vrchní vrstvy původního zateplení; zdroj: vlastní





Příloha č. 8 – Snímek z katastrální mapy v měřítku 1:1000; zdroj: www.naklizenidokn.cuzk.cz



Příloha č. 9 – Informace o pozemku a stavbě; zdroj: www.naklizenidokn.cuzk.cz

### Informace o pozemku

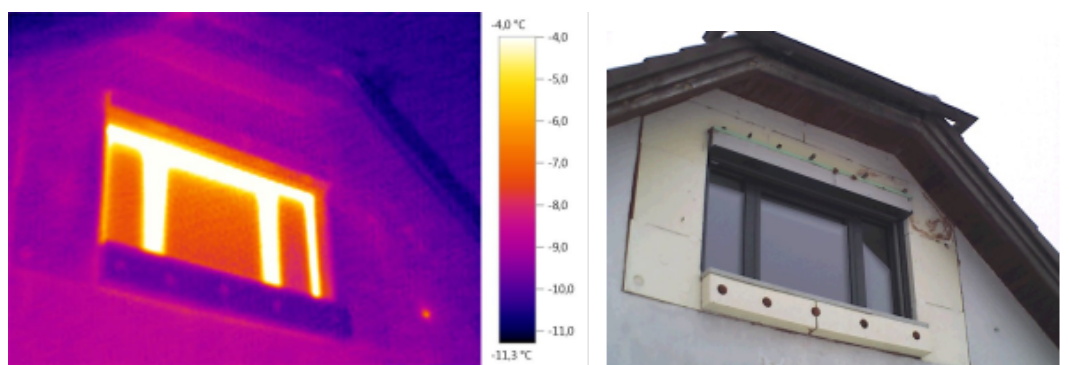
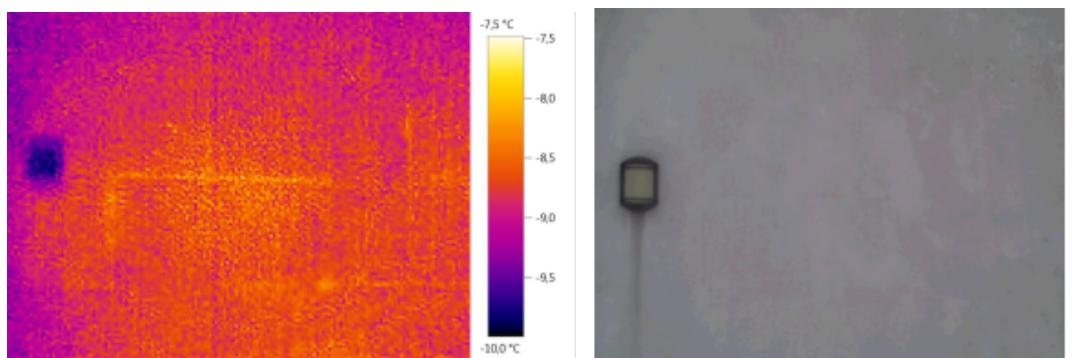
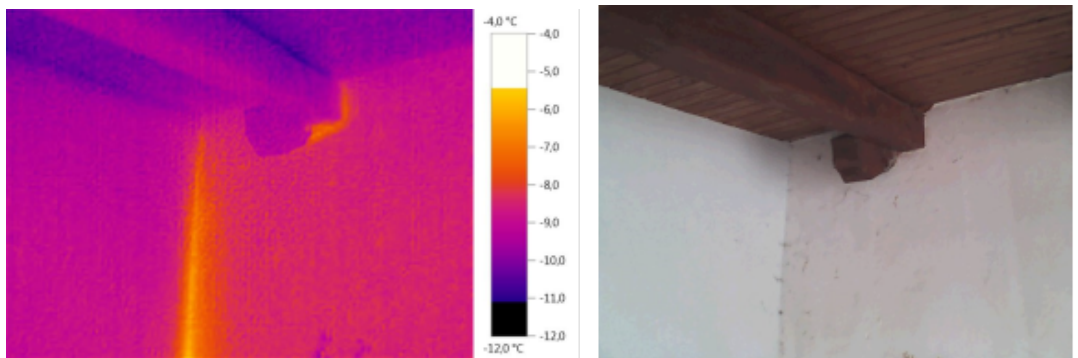
Parcelní číslo:	<a href="#">7445</a>
Obec:	<a href="#">Mělník [534676]</a>
Katastrální území:	<a href="#">Mělník [692816]</a>
Číslo LV:	<a href="#">1894</a>
Výměra [m <sup>2</sup> ]:	239
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	DKM
Určení výměry:	Graficky nebo v digitalizované mapě
Druh pozemku:	zastavěná plocha a nádvoří



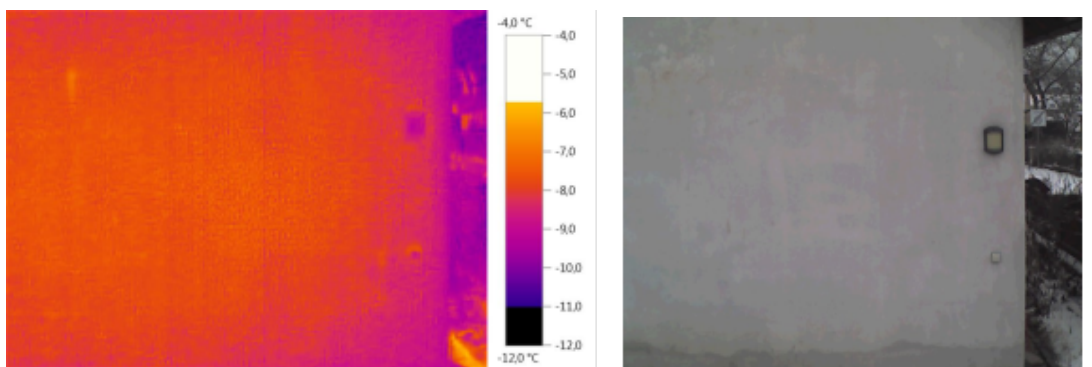
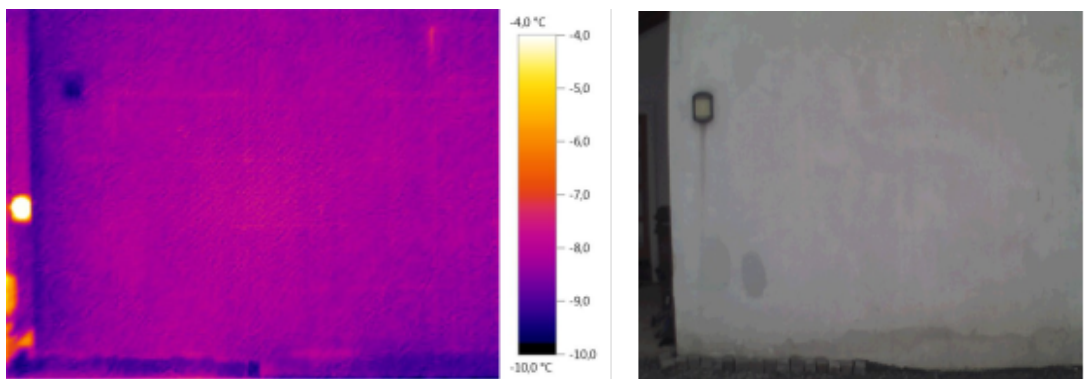
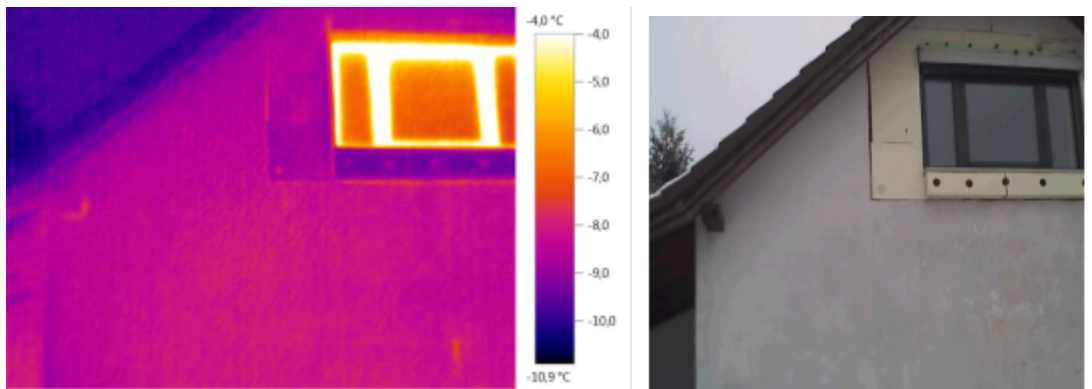
### Součástí je stavba

Budova s číslem popisným:	<a href="#">Mělník [4024011]</a> ; č. p. 1627; objekt k bydlení
Stavba stojí na pozemku:	p. č. <a href="#">7445</a>
Stavební objekt:	<a href="#">č. p. 1627</a>
Ulice:	<a href="#">Na Kopaninách</a>
Adresní místa:	<a href="#">Na Kopaninách 1627/6</a>

Příloha č. 10 – Fotografie a termosnímký s úniky tepla; zdroj: vlastní



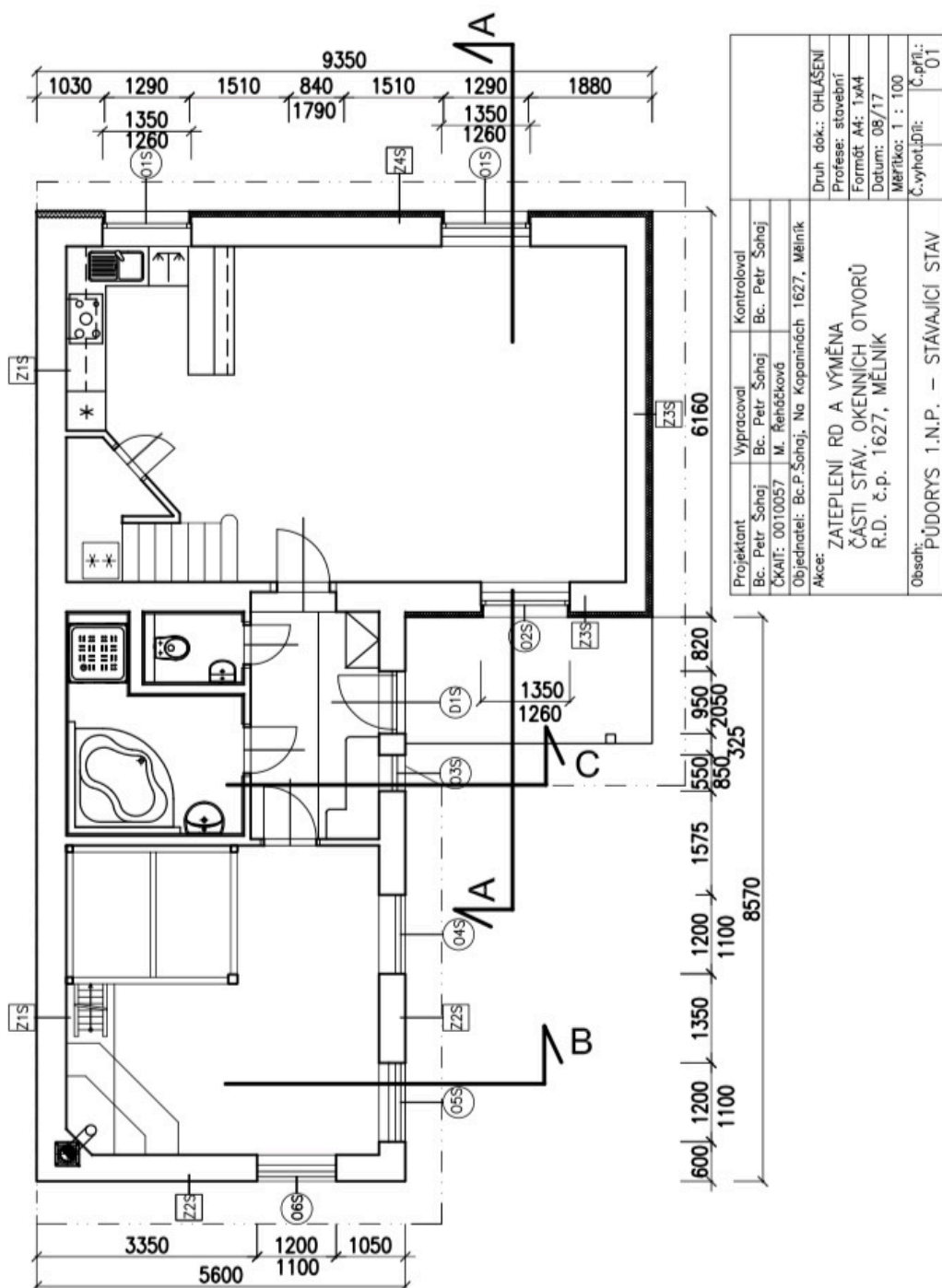
Příloha č. 11 – Fotografie a termosnímký s úniky tepla; zdroj: vlastní

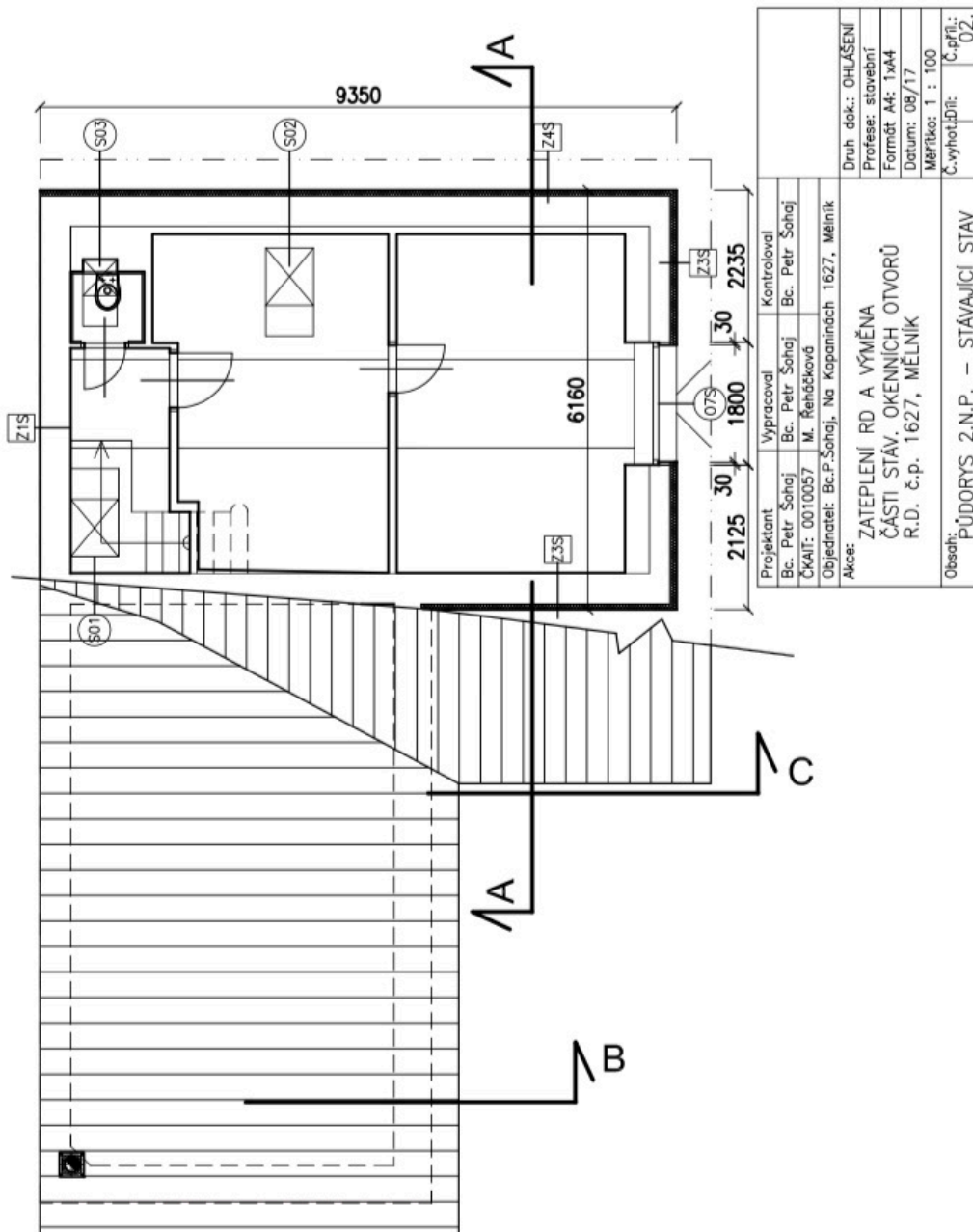


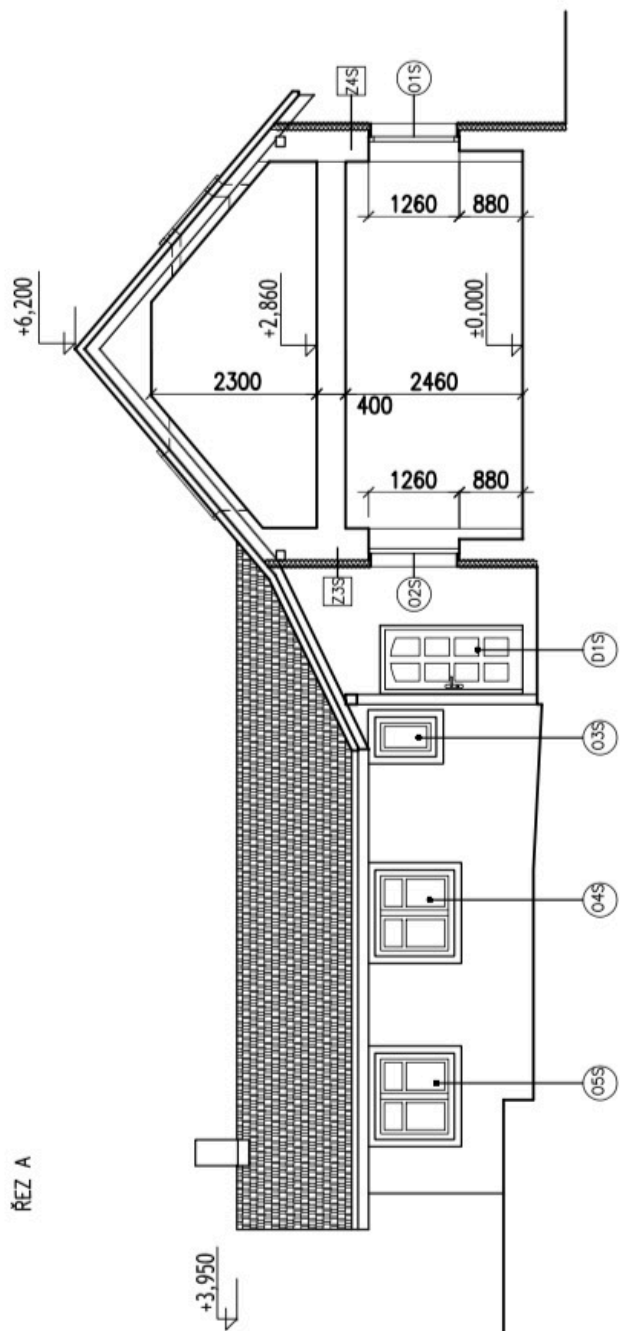
Příloha č. 12 – Projektová dokumentace rodinného domu; zdroj: vlastní

#### SEZNAM

- 01 – Půdorys 1.N.P. – stávající stav
- 02 – Půdorys 2.N.P. – stávající stav
- 03 – Řez A – stávající stav
- 04 – Pohled severovýchodní – stávající stav
- 05 – Pohled severozápadní – stávající stav
- 06 – Pohled jihozápadní – stávající stav
- 07 – Půdorys 1.N.P. – navrhovaný stav
- 08 – Půdorys 2.N.P. – navrhovaný stav
- 09 – Řez A – navrhovaný stav
- 10 – Pohled severovýchodní – navrhovaný stav
- 11 – Pohled severozápadní – navrhovaný stav
- 12 – Pohled jihozápadní – navrhovaný stav



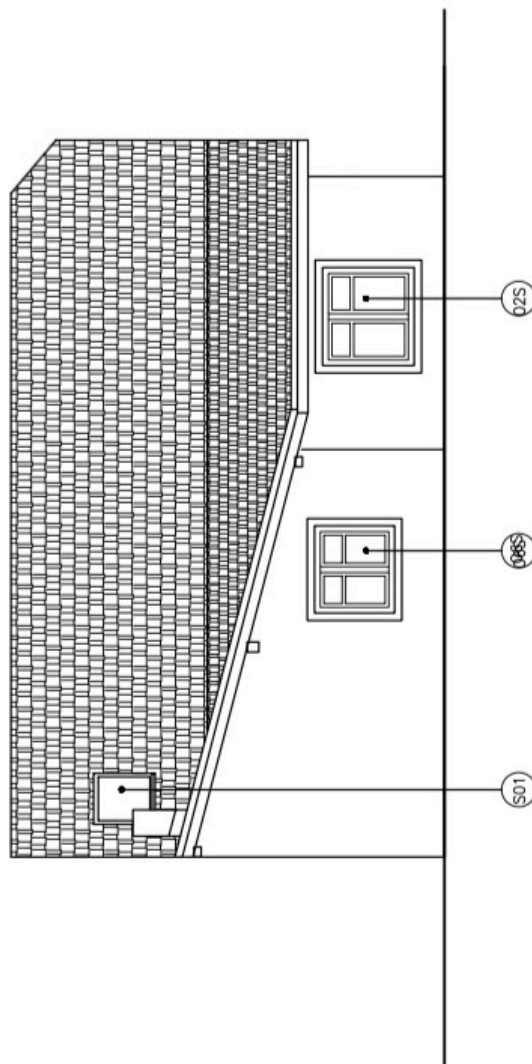




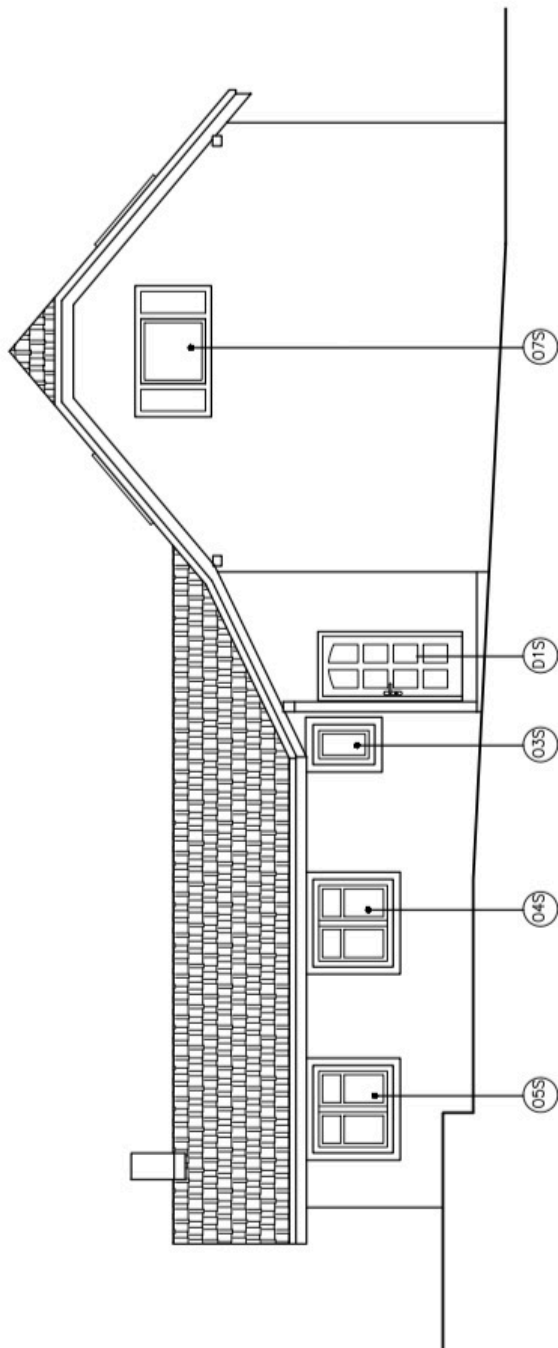
ŘEZ A

Projektant Bc. Petr Šohaj	Vypracoval Bc. Petr Šohaj	Kontroloval Bc. Petr Šohaj
ČKAIT: 0010057	M. Řeháčeková	
Objednatel: Bc.P.Šohaj, Na Kopaninách 1627, Mělník		
Akce: ZATEPLENÍ RD A VÝMĚNA ČÁSTI STAV. OKENNÍCH OTVORŮ R.D. č.p. 1627, MĚLNÍK		
Druh dok.: OHLÁŠENÍ		
Profese: stavební		
Formát A4: 1x44		
Datum: 08/17		
Měřítko: 1 : 100		
Obsah: ŘEZ A – STÁVAJÍCÍ STAV		Č. příl.: 03.

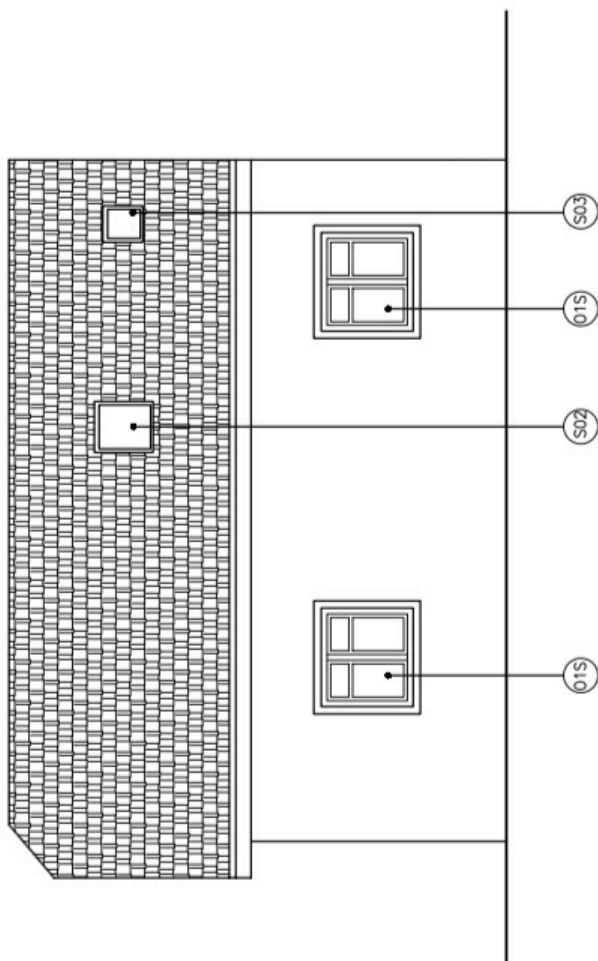




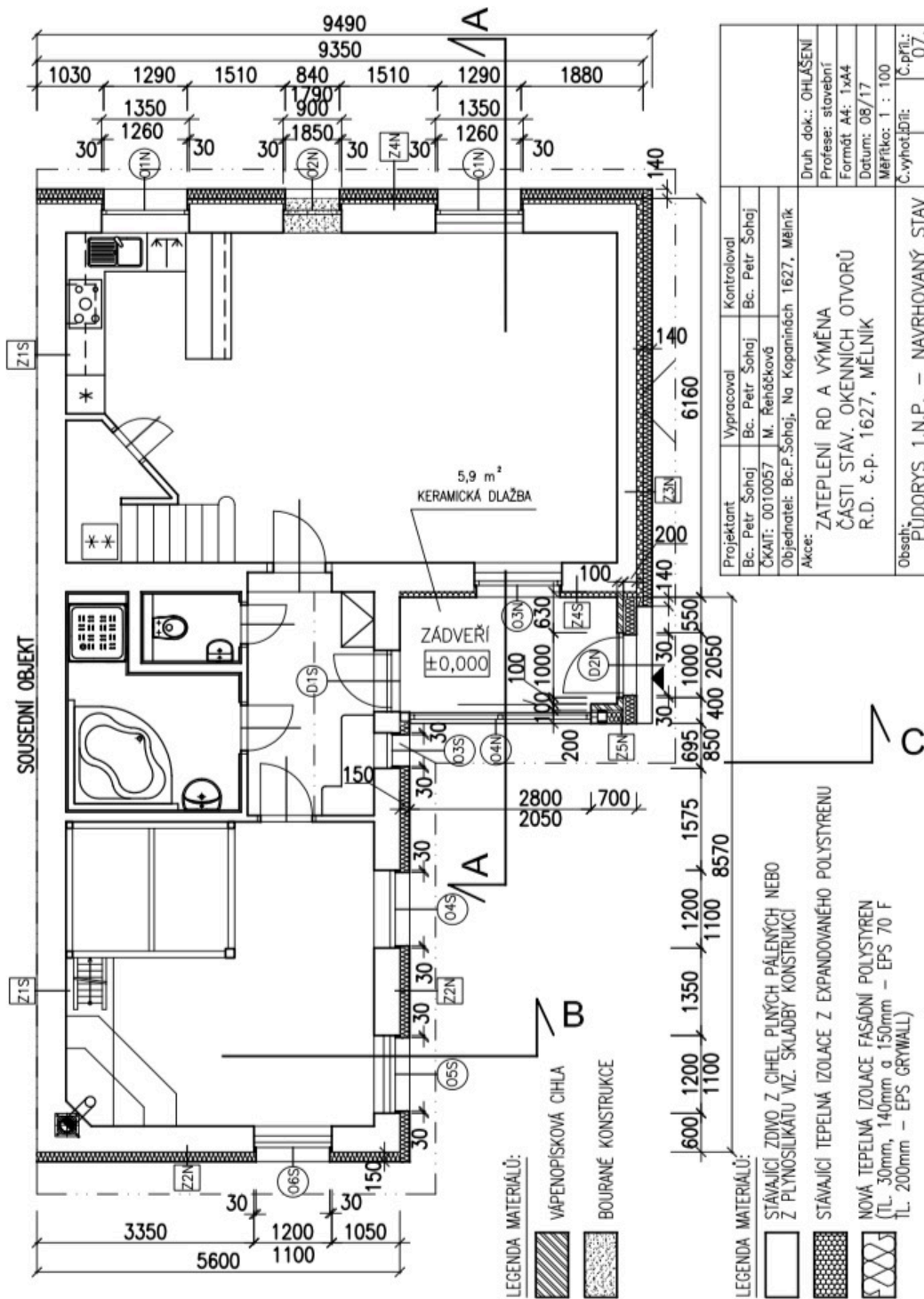
Projektant	Vypracoval	Kontroloval
Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj
ČKAIT: 0010057	M. Řeháčeková	
Objednatel: Bc.P.Šohaj, Na Kopaninách 1627, Mělník		
Akce: ZATEPLENÍ RD A VÝMĚNA ČÁSTI STAV. OKENNÍCH OTVORŮ R.D. č.p. 1627, MĚLNÍK		
Druh dok.: OHLÁŠENÍ		
Profese: stavební		
Formát A4: 1x44		
Datum: 08/17		
Měřítko: 1 : 100		
Č.vyhotobit: Č.příl.: 04.		
Obsah: POHLED SEVEROVÝCHODNÍ – ST. STAV		

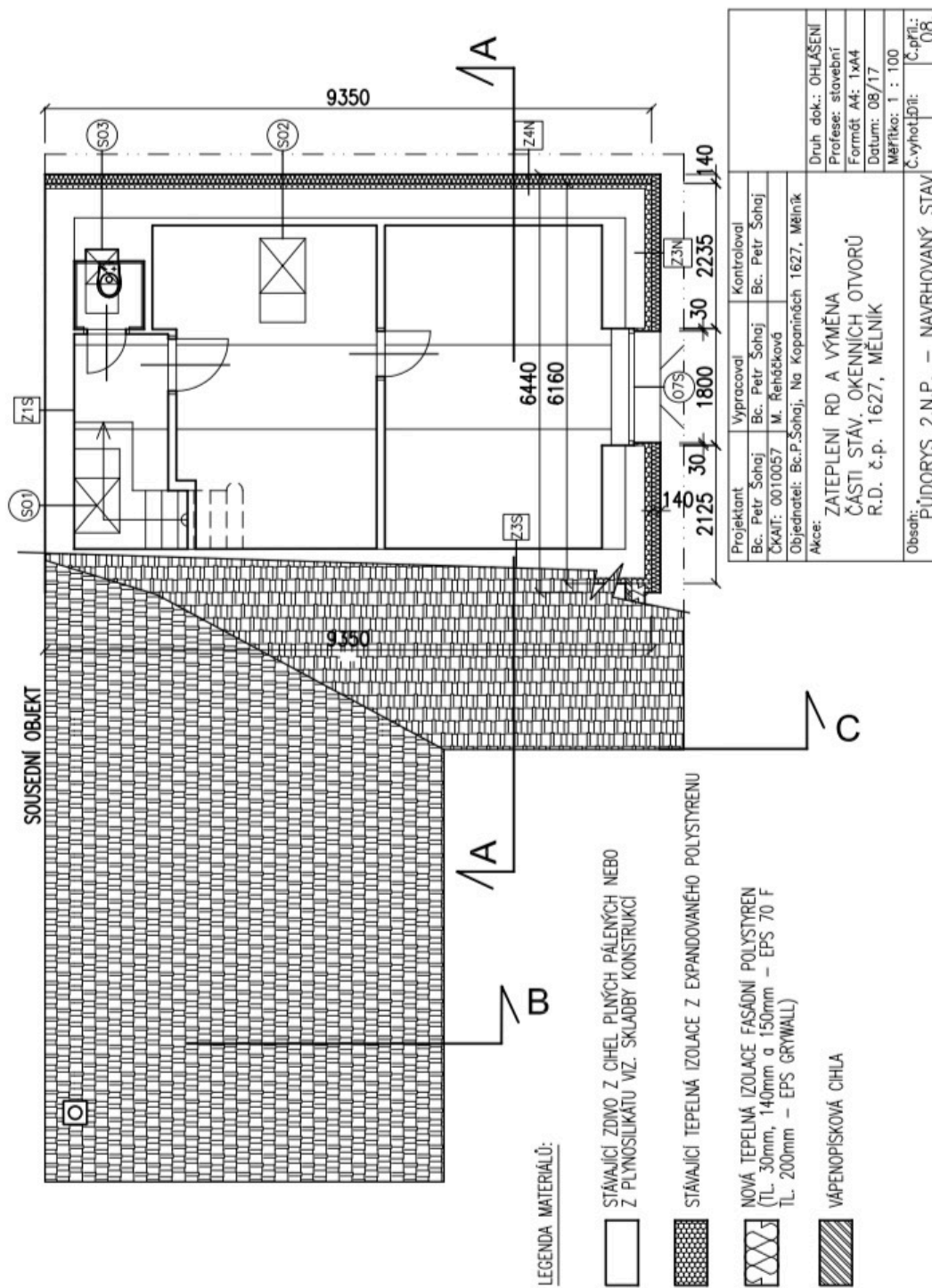


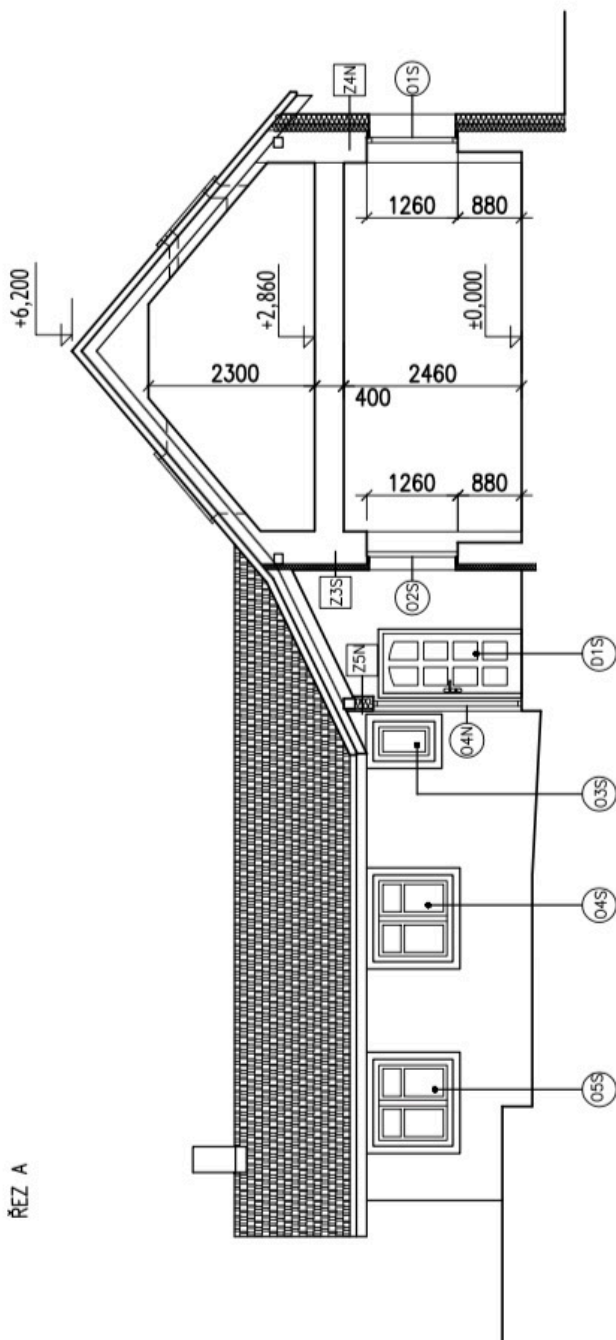
Projektant Bc. Petr Šohaj	Vypracoval Bc. Petr Šohaj	Kontroloval Bc. Petr Šohaj
ČKAIT: 0010057	M. Reháčková	
Objednatel: Bc.P.Šohaj, Na Kopaninách 1627, Mělník	Druh dok.: OHLÁŠENÍ	
Akce: ZATEPLENÍ RD A VÝMĚNA ČÁSTI STAV. OKENNÍCH OTVORŮ R.D. č.p. 1627, MĚLNÍK	Profese: stavební	
	Formát A4: 1x44	
	Datum: 08/17	
	Měřítko: 1 : 100	
Obsah: POHLED SZ – STÁVAJÍCÍ STAV	Č.příj.: 05.	



Projektant	Vypracoval	Kontroloval
Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj
ČKAIT: 0010057	M. Reháčková	
Objednatel: Bc.P.Šohaj, Na Kopaninách 1627, Mělník		
Akce:	Druh dok.: OHLÁŠENÍ	
ZATEPLENÍ RD A VÝMĚNA	Profese: stavební	
ČÁSTI STAV. OKENNÍCH OTVORŮ	Formát A4: 1xA4	
R.D. č.p. 1627, MĚLNÍK	Datum: 08/17	
	Měřítko: 1 : 50	
Obsah:	Č.vyhotřil:	Č.přil.:
POHLED JIHOZAPADNÍ – STÁVAJÍCÍ STAV	06.	06.

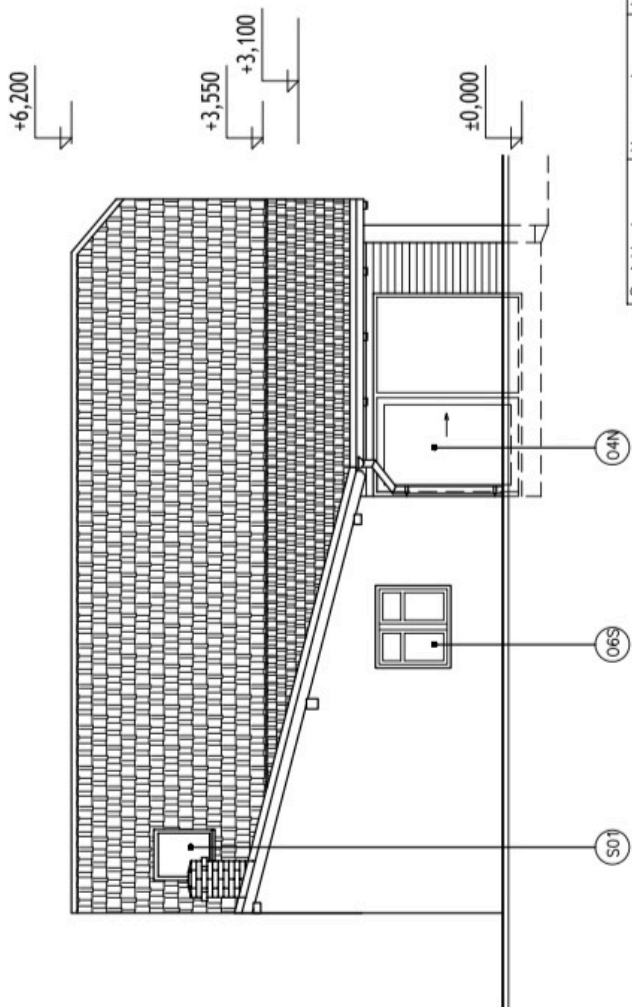






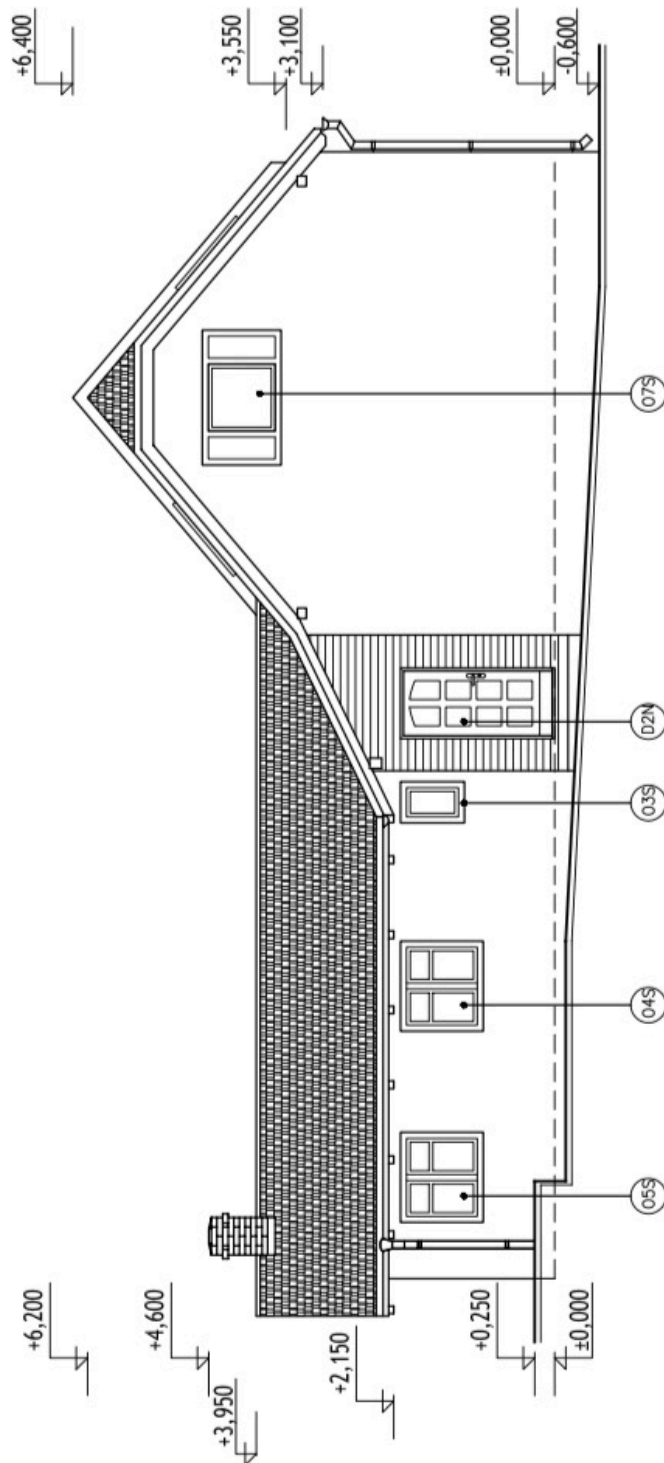
ŘEZ A

Projektant	Vypracoval	Kontroloval
Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj
ČKAIT: 0010057	M. Řeháčková	
Objednatel: Bc.P.Šohaj, Na Kopaninách 1627, Mělník		
Akce:	Druh dok.: OHLÁŠENÍ	
ZATEPLENÍ RD A VÝMĚNA	Profese: stavební	
ČÁSTI STAV. OKENNÍCH OTVORŮ	Formát A4: 1x44	
R.D. č.p. 1627, MĚLNÍK	Datum: 08/17	
	Měřítko: 1 : 100	
Obsah:	Č.vyhotřil:	Č.příl.:
ŘEZ A – NAVRHOVANÝ STAV		09.

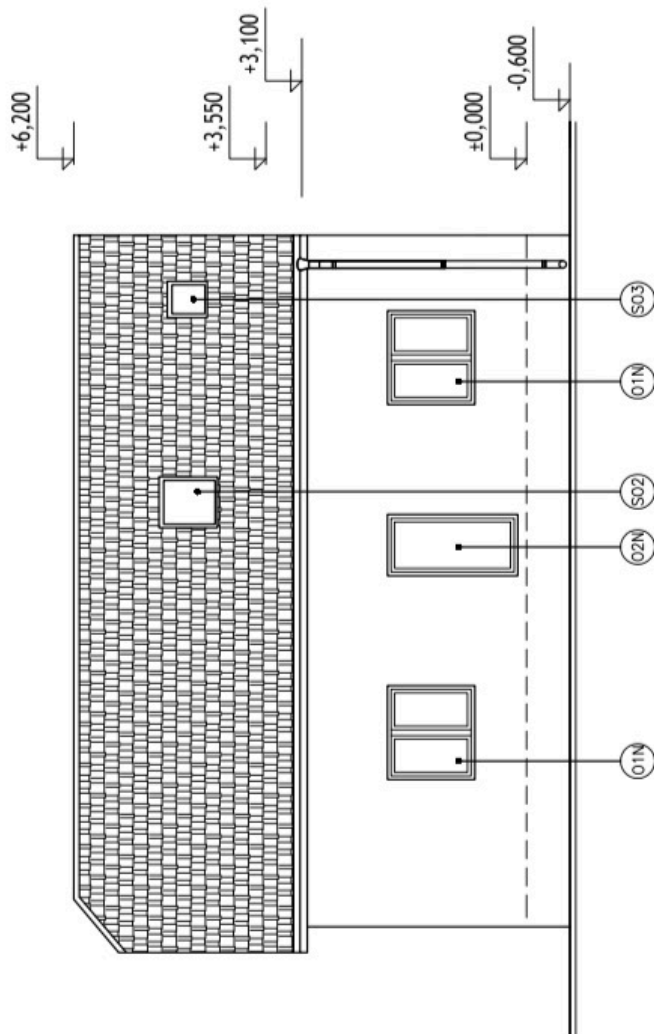


Projektant:	Vypracoval:	Kontroloval:
Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj
ČKAIT: 0010057	M. Rehnčková	
Objednatel: Bc.P.Šohaj, Na Kopaninách 1627, Mělník		
Akce:	ZATEPLENÍ RD A VÝMĚNA ČÁSTI STAV. OKENNÍCH OTVORŮ R.D. č.p. 1627, MĚLNÍK	
	Druh dok.: OHLÁŠENÍ	
	Profese: stavební	
	Formát A4: 1xA4	
	Datum: 08/17	
	Měřítko: 1 : 100	
	Č.vyhot.:Dřil:	Č.přil.: 10.
Obsah:	POHLED SV-NAVRHOVANÝ STAV	



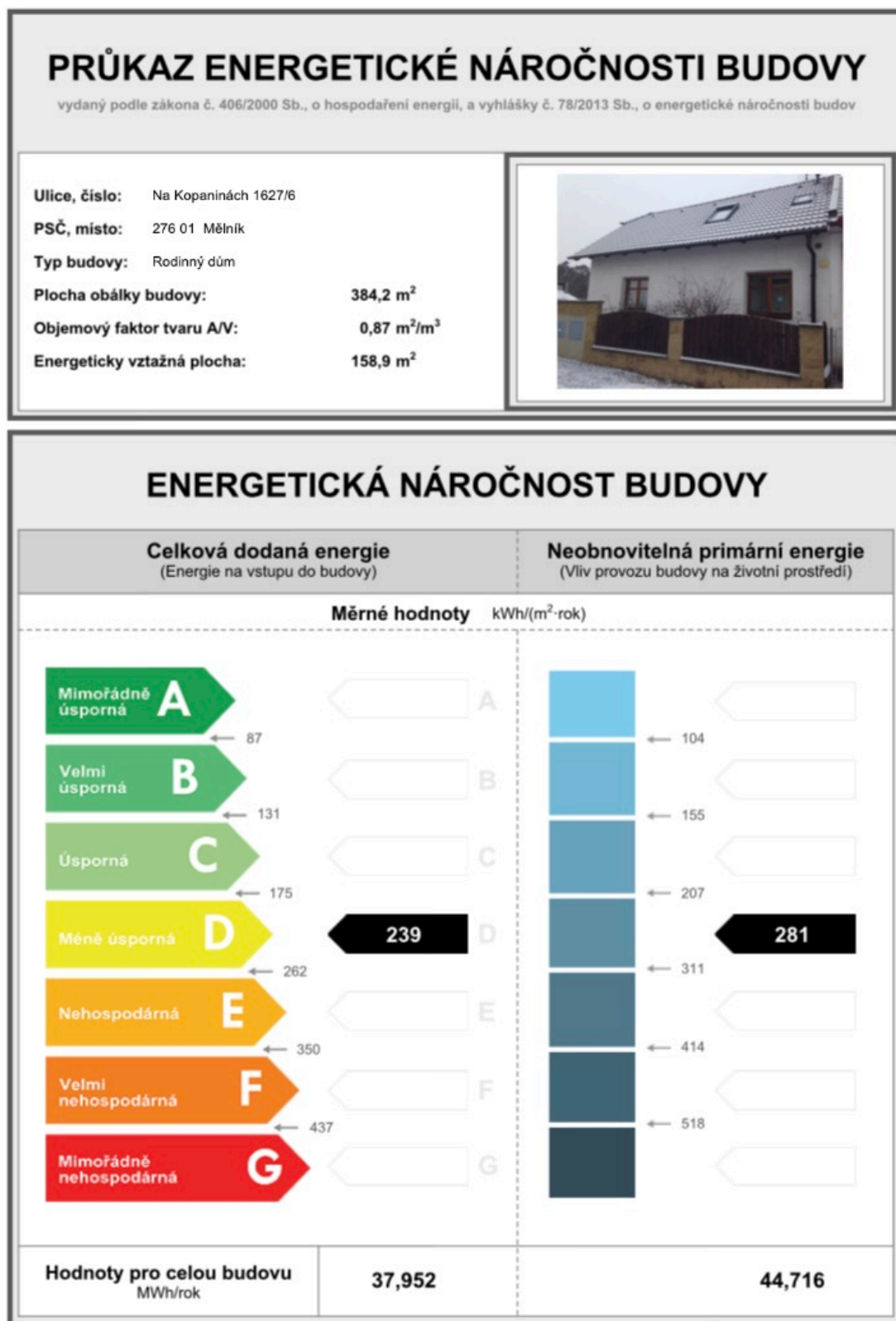


Projektant	Vypracoval	Kontroloval
Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj
ČKAIT: 0010057	M. Řeháčková	
Objednatel: Bc.P.Šohaj, Na Kopaninách 1627, Mělník		
Akce:	Druh dok.: OHLÁŠENÍ	
ZATEPLENÍ RD A VÝMĚNA	Profese: stavební	
ČÁSTI STAV. OKENNÍCH OTVORŮ	Formát A4: 1x44	
R.D. č.p. 1627, MĚLNÍK	Datum: 08/17	
	Měřítko: 1 : 100	
Obsah:	Č.yhotováni:	Č.příj.:
POHLED SZ – NAVRHOVANÝ STAV	11.	11.

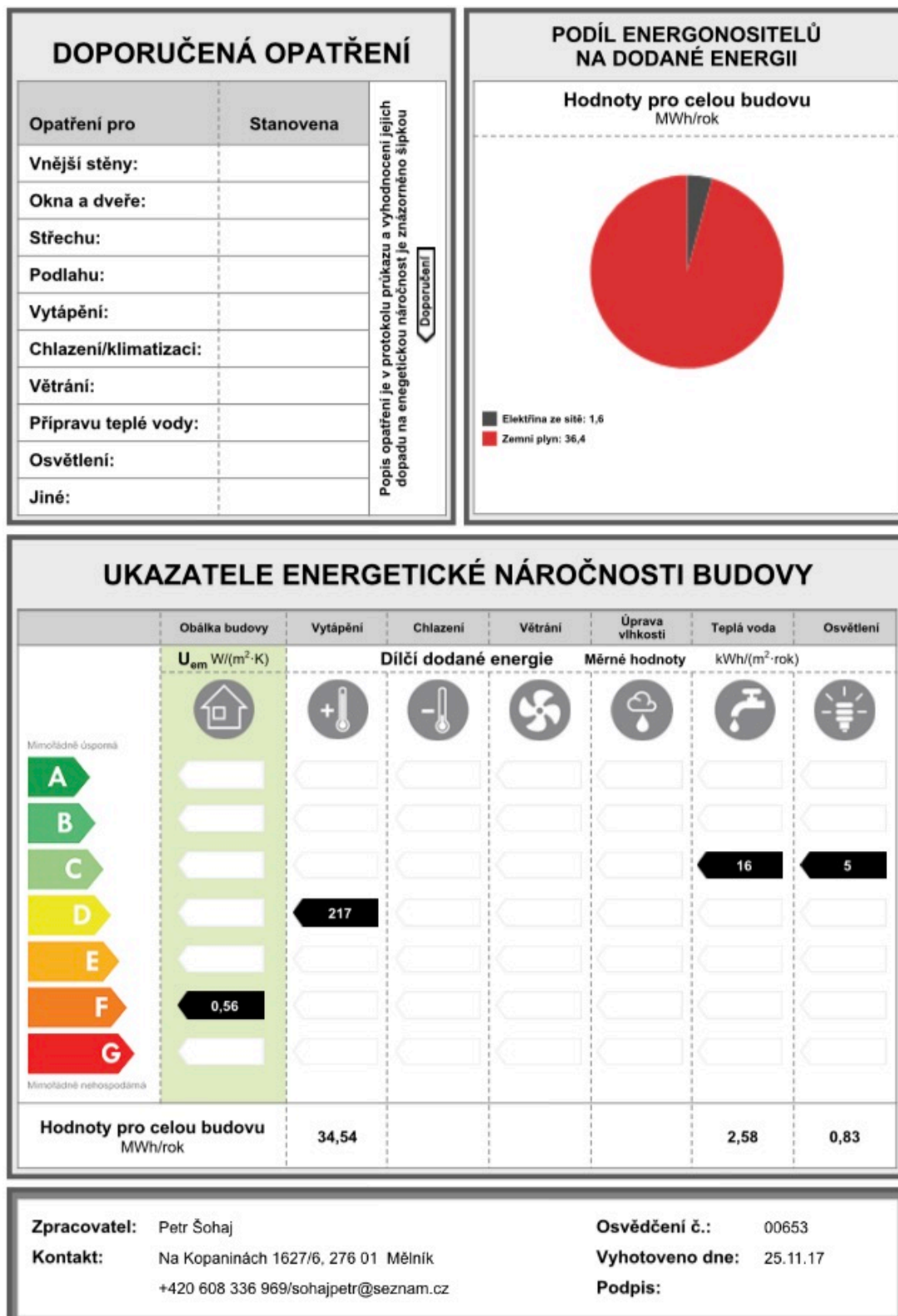


Projektant	Vypracoval	Kontroloval
Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj	Bc. Petr Šohaj
ČKAIT: 0010057	M. Řeháčková	
Objednatel: Bc.P.Šohaj, Na Kopaninách 1627, Mělník		
Akce: ZATEPLENÍ RD A VÝMĚNA ČÁSTI STAV. OKENNÍCH OTVORŮ R.D. č.p. 1627, MĚLNÍK		
Druh dok.: Profese: stavební Formát A4: 1x44 Datum: 08/17 Měřítko: 1 : 100		
Obsah: PŮHLED JIHOZÁPADNÍ – NAVRHOVANÝ STAV		Č.příl.: 12.

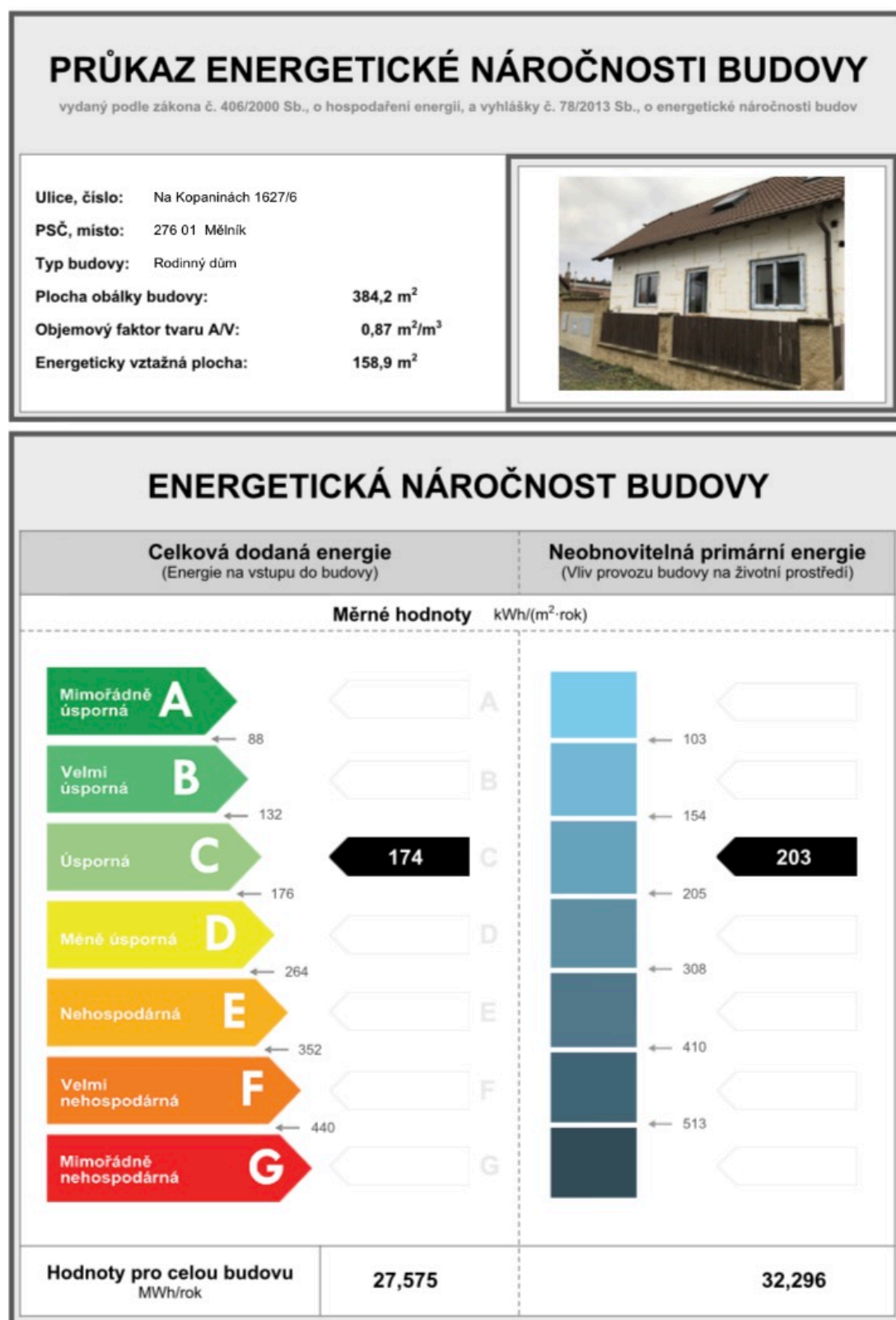
Příloha č. 13 – Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy rodinného domu současného stavu před provedením zdvojení zateplení 1/2; zdroj: vlastní



Příloha č. 14 – Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy rodinného domu současného stavu před provedením zdvojení zateplení 2/2; zdroj: vlastní



Příloha č. 15– Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy rodinného domu po navrhovaném zdvojení zateplení 1/2; zdroj: vlastní



Příloha č. 16– Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy rodinného domu po navrhovaném zdvojení zateplení 2/2; zdroj: vlastní

