

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

## Fakulta životního prostředí

### Katedra biotechnických úprav krajiny



### Snížení energetické náročnosti budovy – dodatečné zateplení

Reduction of the Energy Performance of Building –  
Additional Thermal Insulation

Bakalářská práce

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

Bakalant: Petr Šohaj

2015

## ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petr Šohaj

Územní technická a správní služba

Název práce

**Snížení energetické náročnosti budovy – dodatečné zateplení**

Název anglicky

**Reduction of the Energy Performance of Building – Additional Thermal Insulation**

### Cíle práce

Na základě provedené analýzy zjistit neoptimálnější variantu snížení energetické náročnosti rodinného domu pomocí dodatečného zateplení fasády. Vytypovat takové provedení, které bude nejšetrnější k životnímu prostředí a zároveň se nejvíce sníží energetická náročnost budovy. Při posuzování vlivu na životní prostředí budou zohledněny, jak škodlivé vlivy vznikající při výrobě materiálů, jejich užívání, likvidaci, tak i škodlivé látky a vlivy vznikající aplikací prováděného opatření.

### Metodika

Práce bude zpracována formou případové studie. Budou porovnány průkazy energetické náročnosti budovy konkrétního rodinného domu a vybrán nejefektivnější způsob provedení dodatečného zateplení fasády. Pro návrh snížení energetické náročnosti se vypracují minimálně dvě varianty provedení kontaktního zateplovacího systému. Kdy jedna z variant bude vycházet z odstranění stávajícího nevyhovujícího zateplení a provedení nového, které bude splňovat současné technické normy. Další varianta bude vycházet ze zdvojení původního zateplení, které spočívá v tom, že se stávající souvrství zateplovacího systému zachová a provede se na něj nová skladba zateplení.

**Doporučený rozsah práce**

30 stran textu a přílohy

**Klíčová slova**

Energetická náročnost budovy, emise CO<sub>2</sub>, zateplení rodinného domu, průkaz energetické náročnosti

**Doporučené zdroje informací**

- ČASOPIS STAVEBNICTVÍ: 2008-2014. – Expo Data spol. s r.o., Brno.  
DEKTIME: 2010-2014. – DEK a.s., Praha.  
KADRNOŽKA J. 2010: Země se ubrání. – Cerm, Brno, 240 s.  
LINHART L. 2010: Zateplování budov. – Grada, Praha, 112 s.  
LIŠKA V., FIALA Z. 2007: Právo pro techniky. – Professional Publishing, Praha, 118 s.  
MAREK M. V. 2011: Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu. – Academia, Praha, 256 s.  
MUSIL P. 2009: Globální energetický problém a hospodářská politika. – C. H. Beck, Praha, 201 s.  
Publikace  
SERAFÍN P., JANOUŠKOVÁ Š. 2013: Vybrané předpisy stavebního práva-podle stavu k 1. 6. 2013. ČKAIT, Praha, 432 s.  
Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy 2002/91/ES o energetické náročnosti budov  
ŠÁLA J., KEIM L., SVOBODA Z., TYWONIAK J. 2008: Tepelná ochrana budov- komentář k ČSN 730540. – ČKAIT, Praha, 290 s.  
ŠUBRT R., ZVÁNOVCOVÁ P., ŠKOPEK M. 2008: Katalog tepelných mostů. – Energy Consulting s.r.o., České Budějovice, 234 s.  
TEPELNÁ OCHRANA BUDOV: 2010-2014. Cech pro zateplování budov ČR o.s., Praha, ČKAIT, Praha, MODI, Praha.  
Vyhláška č. 23/ 2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů  
Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.  
Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku  
Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb.  
Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov  
Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů  
Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů  
Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů  
Zákony a vyhlášky  
ZMRHAL V. 2013: Větrání rodinných a bytových domů. – Grada, Praha, 96 s.

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

Ing. Dana Tollingerová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 02. 04. 2015

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Dany Tollingerové, Ph.D., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Mělníku, 7. 4. 2015

.....

## **Poděkování**

Mé poděkování patří Ing. Daně Tollingerové, Ph.D., za odborné vedení a ochotu, se kterou se mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala. Dále bych rád poděkoval své rodině za trpělivost a podporu, která mi byla poskytnuta nejen při psaní bakalářské práce, ale i v průběhu celého studia.

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je provedení analýzy dvou různých řešení dodatečného zateplení fasády rodinného domu a vyhodnocení neoptimálnější varianty z hlediska ekonomického i ekologického. Práce je zpracována formou případové studie, kdy se její první část zabývá snižováním energetické náročnosti budov a jeho vlivu na redukci emisí CO<sub>2</sub> v návaznosti na platnou legislativu. V druhé části se práce zabývá snížením energetické náročnosti konkrétního rodinného domu a to dvěma způsoby. Jsou vypracovány dvě varianty vnějšího kontaktního zateplovacího systému, kdy jedna z variant vychází z odstranění stávajícího nevyhovujícího zateplení a provedení nového. Další varianta vychází ze zdvojení původního zateplení, které spočívá v tom, že se stávající souvrství zateplovacího systému zachová a provede se na něj další nová skladba zateplení. Přínosem této práce je to, že porovnání těchto dvou odlišných přístupů k řešení problematiky dodatečného zateplování již dříve zateplených budov, ukazuje, který z těchto dvou způsobů je nejen finančně výhodnější, ale i ohleduplnější k životnímu prostředí.

## **Klíčová slova**

Energetická náročnost budovy, emise CO<sub>2</sub>, zateplení rodinného domu, průkaz energetické náročnosti

## **Abstract**

The aim of this Bachelor Thesis is to analyze different solutions for additional insulation of the facade of the family house and evaluate optimal variant in both economic and environmental terms. Work is processed as a case study, where the first part is aimed at reducing the energy performance of buildings and its impact on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions in relation to current legislation. The second part of the thesis deals with reducing the energy performance of a particular family house in two ways. There are two variants of external thermal insulation composite system worked out. One of the options is based on the removal of the existing unsatisfactory insulation and performance of a new one. Another variant is based on the duplication of the original insulation, which means that the existing layers of the thermal insulation system will be preserved and new layer of insulation will be added. The contribution of this work is that the comparison of these two different approaches to additional insulation on previously insulated buildings, shows which of the two methods is not only cost effective, but also environmentally friendly.

## **Keywords**

Energy performance of building, CO<sub>2</sub> emission, thermal insulation of house, Certificate of the Energy Performance of the building

## Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce.....	10
3. Metodika.....	10
4. Energetická náročnost budov .....	11
4.1 Vývoj spotřeby energie ve světě.....	11
4.2 Skleníkové plyny a emise CO <sub>2</sub> .....	12
4.3 Obchodování s emisními povolenkami .....	13
4.4 Změny klimatu a energetická politika .....	14
4.4.1 Mezivládní panel pro změny klimatu .....	14
4.4.2 Energeticko-klimatické cíle Evropské unie do roku 2020 .....	16
4.4.3 Energeticko-klimatické cíle Evropské unie do roku 2030 .....	16
4.4.4 Energeticko-klimatické cíle Evropské unie do roku 2050 .....	16
5. Certifikace a snižování energetické náročnosti budov .....	17
5.1 Legislativa.....	17
5.2 Metodika stanovení energetické náročnosti .....	17
5.3 Ekonomika a proveditelnost .....	18
5.4 Průkaz energetické náročnosti budovy.....	18
5.4.1 Účel průkazu energetické náročnosti budov .....	19
5.4.2 Rozdělení do jednotlivých energetických tříd.....	20
5.4.3 Povinnost nechat si vypracovat průkaz.....	20
5.4.4 Výjimky kdy nemusí být průkaz vypracován .....	21
5.4.5 Sankce .....	21
6. Snížení energetické náročnosti dodatečným zateplením .....	22
6.1 Proč zateplovat .....	22
6.1.1 Ekologické důvody .....	22
6.1.2 Ekonomické důvody .....	23
6.1.3 Technické důvody .....	23
6.2 Druhy zateplovacích systémů obvodového zdiva .....	24
6.2.1 Omítkové zateplovací systémy .....	24
6.2.2 Montované zateplovací systémy .....	25
6.2.3 Kontaktní zateplovací systémy.....	25
7. Dodatečné zateplení rodinného domu .....	25

7.1	Popis stávajícího stavu rodinného domu .....	27
7.1.1	Historie .....	27
7.1.2	Popis území .....	28
7.1.3	Situace .....	28
7.1.4	Dispozice .....	28
7.1.5	Stavební konstrukce .....	29
7.1.6	Pasportizace .....	29
7.2	Návrh opatření – varianta 1 .....	29
7.2.1	Příprava .....	29
7.2.2	Postup provádění .....	30
7.2.3	Kalkulace .....	31
7.2.4	Likvidace odpadu .....	32
7.3	Návrh opatření - varianta 2 .....	32
7.3.1	Příprava .....	33
7.3.2	Postup provádění .....	34
7.3.3	Kalkulace .....	35
8.	Výsledky .....	36
9.	Závěr a diskuze .....	38
10.	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	40
11.	Přílohy .....	43



## 1. Úvod

Na energetické spotřebě se v současné době výrazně podílí spotřeba tepelné energie ve spojení s obytnými a administrativními budovami. Jedním z nejeftivnějších opatření k dosažení výraznějších úspor energie v oblasti bytového fondu je zateplení obálky budovy pomocí takových stavebních výrobků, jejichž vlastnosti umožňují dosáhnout podstatně vyššího tepelného odporu při zachování obvyklých tloušťek (Šubrt, 2008).

Zateplení obvodového zdiva se provádí téměř vždy uplatněním účinných tepelně izolačních materiálů na vnější stranu stěny, jeho zabudováním spolu s ostatními specifikovanými součástmi do stavby, kterou tvoří kompaktní tepelně izolační systém. Pro vysokou efektivnost a možnost relativně jednoduchého řešení souvisejících detailů při zateplování jsou nejvíce realizovány vnější tepelně izolační kontaktní systémy z pěnového polystyrenu nebo z minerální vlny, zakončené omítkou nebo obkladem (Šála et al. 2002).

Tepelně izolační vlastnosti vnějších stěn převažujícího objemu bytových domů v České republice jsou z pohledu současných požadavků nedostatečné. Zatímco začátkem minulého století byly existující požadavky na stavění orientovány především na stabilitu a bezpečnost, od druhé poloviny 20. století se již objevují požadavky na tepelnou ochranu budov. V České republice se za posledních čtyřicet let zpřísnily požadavky na zateplení z pohledu součinitele tepla více než čtyřikrát (Šála et al. 2008).

Tlak na úspory energií je vyvíjen evropskou legislativou. V současnosti je platná legislativa založena na zákonech a vyhláškách vycházejících ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov. V roce 2010 bylo vydáno přepracované znění této směrnice pod označením Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov, ve které jsou upraveny původní směrnice a jsou definovány nové administrativní nástroje ke snížení energetické náročnosti budov. Ze směrnice vyplývá potřeba energetické certifikace budov z hlediska energetické náročnosti. Novelizovaný zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií s jeho prováděcí Vyhláškou č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, představují základní legislativní předpisy přebírající tuto směrnici do českého právního řádu.

V Evropě na jedné straně stoupá spotřeba energie, přičemž na straně druhé jsou zdroje energie omezené. Vzhledem k jejich omezenosti a také vzhledem k tendenci

zmenšovat zatěžování životního prostředí nelze v budoucnu očekávat výrazné snižování cen energií. Spíše je třeba počítat s jejich neustálým růstem. Taková situace si vyžaduje opatření, která efektivním způsobem energii šetří. A tímto velice účinným opatřením se stává dodatečné zateplování budov (Musil, 2009).

## **2. Cíle práce**

Na základě provedené analýzy zjistit neoptimálnější variantu snížení energetické náročnosti rodinného domu pomocí dodatečného zateplení fasády. Nejlepším řešením bude takové opatření, kterým se při co nejmenších investičních nákladech nejvíce sníží energetická náročnost budovy a zároveň bude nejšetrnější k životnímu prostředí. Při posuzování vlivu na životní prostředí je potřeba také zohlednit jak škodlivé vlivy vznikající při výrobě materiálů, jejich užívání, likvidaci, tak i škodlivé látky a vlivy vznikající aplikací prováděných opatření. Po provedení dojde nejen k menší spotřebě energií při provozu domu, ale také zároveň k poklesu produkce emise CO<sub>2</sub> a tím se přispěje ke zlepšení stavu našeho životního prostředí.

## **3. Metodika**

Práce bude zpracována formou případové studie. Pro návrh snížení energetické náročnosti se vypracují dvě varianty provedení kontaktního zateplovacího systému. Jedna z variant bude vycházet z odstranění stávajícího nevyhovujícího zateplení a provedení nového, které bude splňovat současné technické normy. Další varianta bude vycházet ze zdvojení původního zateplení, které spočívá v tom, že se stávající souvrství zateplovacího systému zachová a provede se na něj nová skladba zateplení. Budou porovnány průkazy energetické náročnosti budovy konkrétního rodinného domu před a po zateplení, množství emisí CO<sub>2</sub>, měrná potřeba tepla. Dále budou porovnány finanční náklady na zateplení u jednotlivých variant a vybrán nejefektivnější a environmentálně nejvhodnější způsob provedení dodatečného zateplení fasády.

#### 4. Energetická náročnost budov

Energetická náročnost budovy (ENB) je množství spotřebované energie na provoz budovy a započítává se do ní veškerá energie, potřebná k jejímu účelnému provozu, která vstupuje do budovy. Je to energie na vytápění, krytí tepelných ztrát prostupem obálkou budovy a větráním, chlazení, snížení tepelných zisků, přípravu teplé užitkové vody, větrání, osvětlení a energie potřebná k provozu ostatních, nejčastěji elektrických spotřebičů, potřebných ke správnému fungování budov (zákon č. 406/2000 Sb.).

ENB lze vnímat ve dvou rovinách. Investiční energetická náročnost je obtížně stanovitelná a zahrnuje energii spotřebovanou k výrobě materiálů, ke stavbě domu a jeho likvidaci. Oproti tomu provozní energetická náročnost budovy se stává hlavním ukazatelem hospodárnosti provozu budov (Srdečný, 2009).

Pod pojmem energetická náročnost budovy vidíme právě spotřebu energie na její provoz. Energetické vlastnosti provozu budovy lze nejlépe ovlivnit již v projektové fázi, kdy lze upravovat faktory, které u stávající budovy měnit nelze, jako je její umístění v terénu, tvar, způsob rozmístění prosklených ploch a podobně (Chmúrny, 2014).

Dalšími důležitými faktory, které lze již upravovat i u stávajících budov jsou do jisté míry vlastnosti obalových konstrukcí a vnitřní systémy vytápění, přípravy teplé užitkové vody, úpravy vzduchu větráním a klimatizací nebo míra využití tepelných zisků (Bzdúch, 1997).

##### 4.1 Vývoj spotřeby energie ve světě

Se vzrůstajícím počtem obyvatel souvisí také rostoucí spotřeba energie. Jestliže v roce 1971 žilo na Zemi 3,8 miliardy lidí a spotřeba energie činila 7,1 miliard tun měrného paliva, v roce 1990 se počet obyvatel zvýšil na 5,4 miliard a spotřeba energie vzrostla na 14,8 miliard tun měrného paliva. Za dalších deset let, v roce 2000, již žilo na Zemi 6,3 miliard obyvatel a spotřeba energie činila 16,8 miliard tun měrného paliva.

V současnosti žije na planetě již přes 7 miliard lidí. Za téměř 20 let, v rozmezí roku 1971 až 1990, nastal vzestup počtu obyvatel o 42 % a vzestup spotřeby energie o 108 %. V roce 2000 došlo oproti roku 1990 k vzestupu počtu obyvatel o 16,6 % a k nárůstu spotřeby energie o 13,5 %. Období let 1971 až 1990 je tedy možno charakterizovat jako etapu poznamenanou značným plýtváním energetických surovin. Pozdější roky jsou již ovlivněny tendencemi k energetické úspornosti (Musil, 2009).

Přítom očekávaný nárůst energetické potřeby již nebude v dohledné budoucnosti možno pokrýt neobnovitelnými surovinovými zdroji. Fosilní paliva se postupně vyčerpávají, těží se s rostoucí technickou obtížností, finanční náročností a jejich doprava se uskutečňuje na velmi velké vzdálenosti, často z oblastí a přes území, která nesou stopy zjevné nebo latentní politické nestability. To se týká především ropy a zemního plynu, i když v poslední době světem hýbe těžba břidličného plynu ve Spojených státech amerických. Jak velký význam a dopad na ceny energií ve světě to bude mít, se ukáže v průběhu několika následujících let (Marek 2011).

Stále větší důležitost se přikládá obnovitelným zdrojům energie jako je energie slunečního záření, geotermální energie, energie pohybu vody, větru nebo energie biomasy (Kadrnožka, 2010).

Využití těchto forem energie nabývá na významu především po nehodě v japonské Fukušimě, kdy se ekonomicky nejsilnější ekonomický stát, Německo rozhodl postupně odstavit všechny své jaderné elektrárny a v co největší míře využívat obnovitelné zdroje energie.

#### **4.2 Skleníkové plyny a emise CO<sub>2</sub>**

Skleníkové plyny jsou takové plyny, které se vyskytují v atmosféře a nejvíce přispívají ke skleníkovému efektu. Je to přirozený proces, při kterém atmosféra způsobuje ohřívání Země tím, že snadno propouští sluneční záření, které dopadne na Zem a zároveň brání opětovnému odrazu záření, které má delší vlnové délky, zpět do vesmírného prostoru. Záření, které opouští Zemi má dvě formy, a to odražené sluneční záření a tepelné záření.

Skleníkový efekt je proces, který se přirozeně vyskytuje na naší planetě téměř od počátku jejího vzniku. Není správné se domnívat, že je to jev pouze škodlivý, neboť bez přirozeného výskytu skleníkových plynů by průměrná teplota na povrchu Země klesla na -18 °C. Skleníkový efekt má za následek to, že průměrné teploty povrchu Země jsou značně vyšší, než byly původně. Proto se působení přirozeného skleníkového efektu stalo nezbytnou podmínkou života na Zemi. Pod pojmem skleníkový jev se často rozumí označení dvou rozdílných věcí. A to přírodního skleníkového efektu a antropogenního skleníkového efektu (Volker, 2014).

V posledních několika desítkách let je přirozený skleníkový efekt, s velkou pravděpodobností, zesilován v důsledku lidské činnosti a nadměrného zvyšování antropogenních emisí skleníkových plynů. Mezi základní antropogenní skleníkové plyny patří oxid uhličitý, metan, oxid dusný, částečně a zcela fluorované uhlovodíky,

fluorid sírový a fluorid dusitý. Zvyšování emisí skleníkových plynů lidskou činností je především dáno spalováním fosilních paliv, kácením lesů a globálními změnami krajiny a všechny tyto uvedené jevy vedou k celosvětovému oteplování.

Jelikož má každý ze skleníkových plynů jinou schopnost ovlivňovat klima, a tím je jeho nebezpečnost pro klima různá, tak pro každý skleníkový plyn existuje takzvaný potenciál globálního ohřevu a pro možnost jejich srovnání se obsah skleníkových plynů uvádí v hodnotě CO<sub>2</sub> ekvivalentní (MŽP A, 2015).

### **4.3 Obchodování s emisními povolenkami**

Obchod s emisními povolenkami je nástroj, který motivuje ke snižování emisí skleníkových plynů nejefektivnějším způsobem. Tento obchod je založen na tom, že subjekty, které mohou redukovat emise, které vypouští, s menšími náklady, tak mohou tyto uspořené emisní povolenky prodat těm subjektům, u nichž by mohla být taková redukce nákladnější. Česká republika, jakožto členský stát Evropského společenství, je účastníkem v největším systému emisního obchodování, kterým je Evropský systém obchodování s emisními povolenkami (European Union Emission Trading Scheme, EU ETS). Takto obchodovat mohou mezi sebou jen ty státy, které se zavázaly k Dodatku číslo 1 Kjótského protokolu v rámci flexibilního mechanismu Mezinárodního emisního obchodování (International Emission Trading, IET) (MŽP C, 2015).

V EU ETS je zahrnuto přes 11 000 nejrůznějších společností z odvětví energetiky, výroby železa a oceli, vápna a cementu, papíru a celulózy, chemického průmyslu, rafinérií, letecké dopravy, sklářského a keramického průmyslu v 31 státech a zahrnuje tak přibližně 2 miliardy tun CO<sub>2</sub> za rok. Předpokládá se, že v roce 2020 budou emise v rámci EU ETS zredukovány o 21 % v porovnání s rokem 2005 (MŽP A, 2015).

Základním kamenem EU ETS je Směrnice 2003/87/ES, o vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů. Směrnice byla již několikrát novelizována a výslednou podobu EU ETS ve třetím obchodovacím období na roky 2013 až 2020 udává Směrnice 2009/29/ES.

Tato směrnice je v České republice implementována do českého právního řádu zákonem č. 383/2012 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů. Tento zákon uvádí, na která zařízení se tento systém vztahuje a jaké jsou povinnosti a práva jednotlivých provozovatelů, kteří monitorují emise, které vyprodukují a každý rok je vykazují Ministerstvu životního prostředí a dostávají za ně povolenky. Část těchto povolenek dostanou zainteresovaní provozovatelé

bezúplatně, zbývající část si mohou nakoupit v aukci nebo na trhu. Tyto existující povolenky se pohybují na účtech v rejstříku povolenek. Národním správcem emisních povolenek je společnost OTE, a.s. vlastněná státem (MŽP C, 2015).

#### **4.4 Změny klimatu a energetická politika**

Klimatické změny jsou v současné době jedním z nejzávažnějších a nejdiskutovanějších globálních ekologických problémů na Zemi. Jejich příčinou je s největší pravděpodobností, hraničící s jistotou, zesilování skleníkového jevu, jehož podstata je popsána výše.

Jak velkou míru vlivu na změny klimatu má lidstvo je předmětem velkých sporů. I přesto, že soudobé vědecké poznatky prokazují, že činnost lidské populace, zvláště zvyšující se produkce emisí skleníkových plynů, klimatický systém planety Země podstatně ovlivňuje. Klimatickými změnami je narušeno fungování všech složek přírody a lidské společnosti nevyjímaje. Předpovídat a chápat jejich vývoj a dopady, je kvůli složitým zpětným vazbám v celém klimatickém systému velmi obtížné. Pro tyto účely jsou vyvíjeny velmi komplikované klimatické předpovědní modely, které se zaměřují na vypracování prognóz možných klimatických změn. Aby se mohlo předcházet pravděpodobným nežádoucím negativním dopadům klimatických změn, je třeba se zaměřit na účinné snižování emisí skleníkových plynů a současně se na tyto negativní důsledky postupně adaptovat (Kadmožka, 2010).

##### **4.4.1 Mezivládní panel pro změny klimatu**

Mezivládní panel pro změnu klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), je jedním z nejdůležitějších mezinárodních orgánů, který se věnuje problematice spojené s klimatickými změnami. Tato organizace sdružuje vědce z celého světa a zabývá se zejména poznáváním podstaty klimatických změn a hodnocení jejich environmentálních a společenských dopadů.

Tento vědecký mezivládní orgán byl založen v roce 1988 z iniciativy, která vzešla z Generálního shromáždění Organizace spojených národů, ve spolupráci se Světovou meteorologickou organizací a Environmentálním programem Spojených národů. Hlavním důvodem pro jeho založení byla potřeba objektivního hodnocení v problematice otázce klimatických změn. Jeho první hodnotící zpráva byla vydána již v roce 1990, jejímž závěrem bylo tvrzení, že změna klimatu představuje velký problém, který vyžaduje celosvětovou reakci. Na popud této zprávy byla v roce 1992 sepsána Rámcová úmluva Organizace spojených národů o změně klimatu. V následujících letech vydal Panel další hodnotící zprávy publikované v letech 1995,

2001 a 2007 vydal množství technických a speciálních zpráv, které byly věnovány jednotlivým ústředním problémům v oblasti klimatických změn.

V roce 2013 a 2014 byly po sobě zveřejněny dílčí části Páté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu. Tento materiál poskytuje nejnovější fakta o vědecko-technických a sociálně-ekonomických hlediscích klimatických změn. Rovněž jako předešlé zprávy je složen ze tří částí, které byly vypracovány jednotlivými pracovními skupinami, a souhrnné zprávy. Názvy uvedených částí jsou:

- Fyzikální základy
- Dopady změny klimatu, adaptace a zranitelnost
- Zmírňování změny klimatu

Zpráva „Fyzikální základy“ se soustředí na fyzikálně-vědeckou podstatu klimatických změn, důvod změn a budoucí předpokládané změny. Vychází z předešlých Hodnotících zpráv a z vědeckého výzkumu, který probíhal v předešlých šesti letech. Tento dokument přináší celkem 18 klíčových sdělení, mezi kterými je nejzásadnější informace ta, že k oteplování klimatického systému bezpochyby dochází a že vliv lidstva na tento proces je zcela evidentní.

Zpráva „Dopady změny klimatu, adaptace a zranitelnost“ se soustředí na pozorované dopady klimatických změn, jak na přírodní systémy, tak i na lidskou populaci. Kromě toho se také zabývá dopady, které s velkou pravděpodobností v následujících letech postihnou všechny světadíly a oceány v závislosti na zvyšování emisí skleníkových plynů. Jedna z částí tohoto dokumentu také informuje o možných krocích a strategiích, které by mohly alespoň částečně zamezit, případně ztlumit negativní důsledky. Jak předpokládají přední čeští vědci, budou oblast naší republiky častěji sužovat extrémní výkyvy počasí a jejich negativní dopady.

Zpráva „Zmírňování změny klimatu“ se soustředí na možnou redukci emisí skleníkových plynů a navrhuje rozličné scénáře vývoje emisí na nadcházející léta až desetiletí. Tento dokument jednoznačně ukazuje, že se i přes prováděná opatření emise skleníkových plynů ve sledovaném období roku 1970 až 2010 neustále navyšovaly. Oxid uhličitý se podílel na tomto nárůstu 78 % a bylo to zejména spojeno se spalováním fosilních paliv a související průmyslovou výrobou. Za velkým zvyšováním emisí je především ekonomický a populační růst. Pokud se nebudou přijímat další nová opatření, která povedou ke snížování emisí skleníkových plynů, tak se dá předpokládat, že by se do roku 2100 mohla globální teplota zvýšit v rozmezí 3,7 až 4,8 °C oproti předindustriální úrovni (MŽP B, 2015).

#### **4.4.2 Energeticko-klimatické cíle Evropské unie do roku 2020**

Cíl v oblasti podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie se splní v Evropské unii v předstihu. Česká republika již loni překročila příslibený ukazatel pro rok 2020 ve výši 13,5 %. V dalších letech se tento podíl bude nadále zvyšovat, pokud budou uvedeny do plného provozu projekty větrných parků a zařízení na výrobu elektřiny z biomasy. Také ukazatel snížení emisí CO<sub>2</sub> bude v rámci Evropské unie překročen o více než 4 %. V roce 2012 poklesly emise CO<sub>2</sub> v Evropské unii o 50 miliónu tun, k čemuž přispěl nárůst výroby energie z obnovitelných zdrojů, ale i nižší výkonnost ekonomiky. V roce 2013 došlo k dalšímu poklesu o 2,5 % a oproti roku 1990 to představuje pokles o 23,9 %. (MŽP B, 2015).

#### **4.4.3 Energeticko-klimatické cíle Evropské unie do roku 2030**

Skutečnost, že v současné době dovážejí země Evropské unie značné množství produktů pro svoji energetickou spotřebu z třetích zemí, z toho více než třetina pochází z problematického Ruska, a do roku 2030 by tato závislost mohla dále vzrůst, zvyšují se aktivity k provádění cílů pro rok 2030. Mezi nejdůležitější energeticko-klimatické cíle patří pokračování v redukování emisí skleníkových plynů. Hlavním cílem je snížení emisí do roku 2030 o 40 % oproti úrovni z roku 1990 a zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů alespoň na 27 % z celkové spotřeby energie (MŽP B, 2015).

#### **4.4.4 Energeticko-klimatické cíle Evropské unie do roku 2050**

Cílem Evropské Unie je snížení emisí CO<sub>2</sub> o 85 % až 90 % v roce 2050. U budov to představuje snížení spotřeby energií o 88 až 91 % oproti roku 1990 a postupné nastartování hlubokých sanací starých budov o 2 až 3 % ročně od roku 2020. Během 20. století se spotřeba fosilních paliv ve světě zvýšila dvanáctkrát a těžba surovin třicetkrát. Evropská strategie pro rok 2050 je založena na čtyřikrát až desetkrát účinnějším využívání dostupných zdrojů. Řešení by mělo spočívat v inovacích a v přechodu k zelené a nízkouhlíkové ekonomice a efektivnímu využívání odpadů (Marek, 2011).



## **5. Certifikace a snižování energetické náročnosti budov**

V důsledku nedostačujících tepelně izolačních vlastností stavebních konstrukcí dochází u velké části stávajících objektů k rozsáhlým tepelným ztrátám. To je příčinou velké spotřeby energie na vytápění těchto objektů. V případě nedostatečného vytápění v zimních měsících dochází ke snižování teploty vnitřního vzduchu a ke zhoršování tepelné pohody uvnitř objektu. Vznikají pak problémy z hlediska hygienického, hlavně v místech tepelných mostů a v koutech styků stavebních konstrukcí (Blaich, 2001).

Přetápěním takových budov v zimních měsících se sice zlepší tepelná pohoda a hygienická nezávadnost dosažením požadované vnitřní povrchové teploty, avšak nepříjemným důsledkem je již zmiňovaná značná spotřeba energie na vytápění. Jedním z podpůrných nástrojů vedoucích ke snižování energetické náročnosti budov by měl být Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB), který by měl jasně ukazovat, do jaké energetické třídy konkrétní dům spadá (Bernardinová et al. 2013).

### **5.1 Legislativa**

Snižování energetické náročnosti budov je cíl, který si dalo Evropské společenství již na počátku nového tisíciletí. V současné době se platná legislativa opírá o zákony a vyhlášky, které vycházejí ze směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov. V roce 2010 byla vydána přepracovaná novela této směrnice pod označením 2010/31EU, ve kterém jsou upraveny původní směrnice a definovány nové administrativní nástroje ke snížení energetické náročnosti budov. Mimo to se zavádí pojem budova s téměř nulovou spotřebou energie. Mottem revidované směrnice je program 20-20-20, který vyjadřuje cíl dosáhnout v roce 2020 snížení spotřeby energie alespoň o 20%, zredukovat emise skleníkových plynů alespoň o 20% a zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie alespoň na 20% z celkově vyrobené energie v Evropě v porovnání s rokem 1990 (směrnice 2010/31EU).

Tato Směrnice, která je také zkráceně označována EPBD II, je implementována do zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií ve znění č. 318/2012 Sb. V letošním roce pravděpodobně vstoupí v platnost novela výše zmíněného zákona a měla by upravovat některá jeho ustanovení.

### **5.2 Metodika stanovení energetické náročnosti**

Výše zmíněná Směrnice také definuje požadavky na obecný společný rámec při výpočtech energetické náročnosti budov a jejich ucelených částí. Když je porovnáme s původní směrnicí, tak je mimo jiné poupravena definice termínu energetická

náročnost budovy jakožto vypočítané nebo změřené množství energie nutné k pokrytí potřeby energie spojené s typickým užíváním budovy, což mimo jiné zahrnuje energii, která se používá na vytápění, chlazení, větrání, přípravu teplé vody a osvětlení (zákon č. 318/2012 Sb.).

V dalších bodech Směrnice definuje požadavky nejenom na energetickou náročnost budovy jakožto celku, ale u prováděných rekonstrukcí a renovací stávajících budov a nově také požadavky na dílčí ucelené části těchto budov, jejich součásti nebo technické systémy v závislosti na tom, čeho se úprava stávající budovy dotýká.

### **5.3 Ekonomika a proveditelnost**

Při stanovení požadavků se klade důraz nejenom na dopad energetické náročnosti, ale i na optimálně nákladovou úroveň, na jejíž určení vydala Evropská komise srovnávací metodický rámec. Postup stanovení minimálních požadavků vychází z technicko- ekonomické analýzy referenčních budov v jednotlivých zemích.

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.

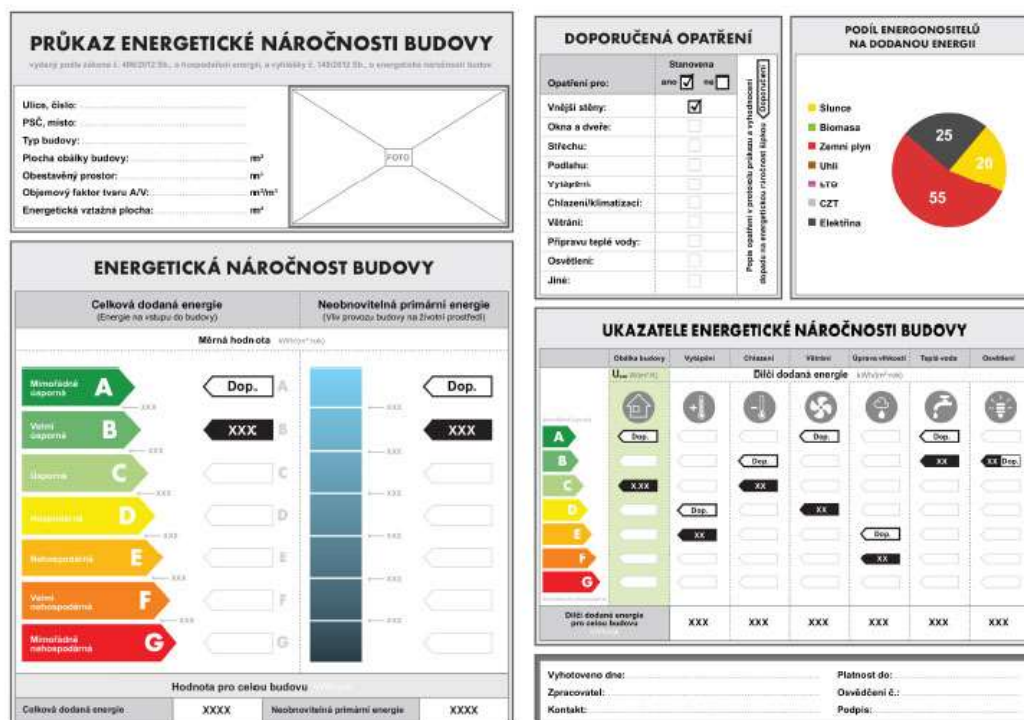
### **5.4 Průkaz energetické náročnosti budovy**

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) je definován ustanovením v zákoně č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, v platném znění. Metodika jeho zpracování, obsah, 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.).

Platí 10 let od data vyhotovení nebo větší změny dokončené budovy, pro kterou byl zpracován. Až na výjimku musí být zpracován příslušným energetickým specialistou a být součástí dokumentace 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. Skládá se ze dvou částí, a to z protokolu a z grafického vyjádření s klasifikací třídy energetické náročnosti (vyhláška č. 78/2913 Sb.).

Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy má svou předepsanou úpravu, která je patrná z obrázku č. 1.



Obr. č. 1: Vzor výsledné podoby grafického znázornění průkazu energetické náročnosti budovy (vyhláška č. 78/2013 Sb.)

#### 5.4.1 Účel průkazu energetické náročnosti budov

Průkaz energetické náročnosti budovy by měl sloužit pro jasné a jednoduché zhodnocení energetické náročnosti budovy jako celku a dokumentuje spotřebu energie nutné pro provoz budovy za celý rok. Umožňuje poměrně jednoduché porovnání budov z hlediska jejich nároků, tedy nákladů na energie nezbytně potřebné na jejich provoz (Bernardinová et al. 2013).

V návaznosti na tuto celkovou spotřebu 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.

Takto začleněné budovy do jednotlivých tříd energetické náročnosti mohou být vítaným pomocníkem jak pro majitele a uživatele stávajících objektů při hledání a optimalizaci úsporných opatření, tak i pro zájemce o koupi nebo pronájem domu a může být využit jako jeden z ukazatelů pro stanovení kupní ceny nebo výše nájmu (Bernardinová et al. 2013).

#### **5.4.2 Rozdělení do jednotlivých energetických tříd**

Třída A označuje mimořádně úspornou budovu, B budovu úspornou, C budovu vyhovující, D označuje budovu nevyhovující, E budovu nevhodnou, F budovu velmi nevhodnou a G označuje budovu mimořádně nevhodnou. V případě novostaveb a větších změn dokončených staveb musí budova splňovat parametry pro začlenění do kategorie A, B nebo C. V ostatních případech může být výsledná kategorie D, E, F nebo G.

#### **5.4.3 Povinnost nechat si vypracovat průkaz**

Dne 1. 1. 2013 vstoupil v účinnost zákon č. 318/2012 Sb., který novelizuje zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. Tato novela ukládá povinnost, pro nový okruh osob a subjektů, které si musí nechat vypracovat Průkaze energetické náročnosti budovy (PENB) a je zakotvena v § 7a) výše uvedeného zákona. Obecně lze konstatovat, že se tato povinnost vztahuje na stavebníky, vlastníky budov a na společenství vlastníků jednotek.

Konkrétně pak platí, že PENB musí být zpracovaný vždy při výstavbě nových budov nebo při větších změnách již budov dokončených, tedy u úprav na více než 25 % celkové plochy obálky budovy. Dále pak pokud je budova využívána orgánem veřejné moci, pokud jde o užívané administrativní budovy nebo bytové domy s celkovou energeticky vztažnou plochou určenou zákonem. Dalšími subjekty, které mají povinnost zajistit vypracování 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.

V následujících odstavcích je uvedeno, které stavby, respektive budovy, musí mít vypracovaný PENB již nyní a kterých budov se tato povinnost bude týkat v blízké budoucnosti.

Vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek jsou ze zákona povinni zajistit zpracování PENB při výstavbě nových budov nebo při větších změnách dokončených budov. Dále je povinnost zpracovat PENB pro budovy, které užívá orgán veřejné moci od 1. července 2013 s celkovou energeticky vztažnou plochou přesahující 500 m<sup>2</sup> a od 1. července 2015 s celkovou energeticky vztažnou plochou přesahující 250 m<sup>2</sup>. Pro bytové domy a administrativní budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou přesahující 1 500 m<sup>2</sup> do 1. ledna 2015, s celkovou energeticky vztažnou plochou přesahující 1 000 m<sup>2</sup> do 1. ledna 2017 a s celkovou energeticky vztažnou plochou, která je menší než 1 000 m<sup>2</sup> do 1. ledna 2019. Povinnost mít PENB

má vlastník budovy, pokud jde o budovu užívanou orgánem veřejné moci, PENB musí umístit na viditelném místě budovy (zákon 318/2012 Sb.).

#### **5.4.4 Výjimky kdy nemusí být průkaz vypracován**

Průkaz energetické náročnosti budovy nemusí být zpracován, pokud je celková energeticky vztažná plocha budovy menší než 50 m<sup>2</sup> a nejedná se o novostavbu, dále pak pro budovy užívané pro náboženské účely, stavby pro rodinnou rekreaci a pro průmyslové a dílenské provozovny nebo zemědělské budovy se spotřebou energie nižší než 700 GJ za rok. Dalším případem kdy není potřeba PENB je „prodej“ družstevního bytu, jelikož se nejedná o prodej, ale o převod družstevního podílu (zákon 318/2012 Sb.).

#### **5.4.5 Sankce**

Dozorčím orgánem, který kontroluje plnění povinnosti nechat si vystavit PENB je Státní energetická inspekce. Fyzickým osobám hrozí za nedodržení povinnosti nechat si vypracovat PENB pokuta až do výše 100 000 Kč, přičemž pokuta 50 000 Kč hrozí fyzickým osobám v takovém případě, že v rámci nabídky prodeje nebo pronájmu nezveřejní údaje z PENB nebo ho vůbec zájemci nepředloží k nahlédnutí. Právníckým podnikajícím osobám hrozí za stejné přestupky pokuty až do výše 200 000 Kč, respektive 100 000 Kč (Serafín et al. 2013).

## **6. Snížení energetické náročnosti dodatečným zateplením**

### **6.1 Proč zateplovat**

Zateplení budovy, přesněji dodatečná tepelná izolace budovy, se vztahuje nejen na dodatečné zateplení stávajících objektů, ale i na novostavby, je v době kolísání cen paliv a energií velmi aktuální. Všechny vytápěné budovy, jako jsou rodinné a bytové domy, administrativní i výrobní budovy, jsou zdrojem ztrát energie. Ovlivnit jejich výši a tím i provozní náklady je v naší kompetenci.

Základním požadavkem při zateplení je zajistit celistvý, nejlépe vnější tepelně izolační obal budovy s vyloučením slabých míst, takzvaných tepelných mostů (Šubrt, 1999).

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).

Při návrhu zateplení je rozhodující hodnocení stávajících tepelně izolačních vlastností budovy, především důsledků nejvýraznějších tepelných mostů. Zateplením pak především zajistíme snížení spotřeby energie na vytápění a vyloučení uvedených vad a poruch. To vše znamená výrazný finanční efekt při užívání budovy (Sternová et al. 2006).

#### **6.1.1 Ekologické důvody**

Hlavním ekologickým důvodem při rozhodování o zateplování budov je snížit spotřebu energie na vytápění a tím redukovat emise CO<sub>2</sub>. Přibližně 28 % spotřeby energie v České republice připadne na budovy, za kterou se ročně zaplatí přes 150 miliard korun. Tyto budovy jsou vytápěny převážně zemním plynem, který se dováží z větší části z Ruska nebo uhlím ze Severočeské hnědouhelné pánve. Volí se mezi vysokými účty a závislostí na dovozu nebo zdraví ohrožujícím znečištěním ovzduší statisíců lidí ve městech a obcích. Energetická náročnost budov by se mohla radikálně zlepšit, pokud by se provedly sanace všech nevyhovujících budov, kterých není v České republice vůbec málo. Pro představu jde o úspory odpovídající až pětinasobku energie vyráběné při kontroverzním rozšíření severočeských uhelných dolů za územní ekologické limity, které chrání podkrušnohorská města a obce. Navíc

jde o opatření, která jsou relativně levná a značně výhodná. Konzultační společnost Mc Kinsey ve své studii spočítala, že ze všech opatření, které snižují emise skleníkových plynů, je zateplování budov v českých podmínkách zdaleka nejvýhodnější a skrývá v sobě velký potenciál (Linhart, 2010).

### **6.1.2 Ekonomické důvody**

Po provedení zateplení se sníží energetická náročnost na provoz budovy a tím se dosáhne snížení každoročních výdajů na vytápění, popřípadě na klimatizování v letním období, což jsou nejvýraznější položky provozních nákladů (Šála, 2000).

Po snížení spotřeby energie na vytápění dodatečným zateplením, bude možné nainstalovat méně výkonný a tedy investičně výhodnější zdroj na vytápění. Zateplení budovy by mělo být navrženo a provedeno před vlastním návrhem změny otopného systému či před jeho regulací. Mimo finančního zvýhodnění při koupi zdroje tepla na vytápění s nižším výkonem se též docílí i jeho ekonomičtějšího provozu a zamezí se případnému opakovanému regulování otopného systému. Topnou sezonu lze odstartovat později a také dříve ukončit. Investice, která se vloží do zateplení, je investicí návratnou s vysokou mírou jistoty. Jako investičně nejvýhodnější je provedení zateplení v okamžiku nutných oprav či údržby konstrukcí. Výhodného cenového efektu zateplení je pak dosaženo za cenu, která odpovídá rozdílu uvažované povrchové úpravy a zateplení (Šubrt, 1999).

Dalším ekonomickým důvodem k provedení zateplení je možnost lepšího využití prostor budov, v důsledku snížení prostorových požadavků na velikost kotelny, skladu paliva či velikost výměňkové stanice.

Ekonomické přínosy z uskutečněného zateplení jsou trvalejšího charakteru, které vyniknou především v dobách se sníženou ekonomickou silou investora. Další výhodou může být možnost čerpání peněz z několika dotačních titulů, speciálně vyhlášených na podporu snižování energetické náročnosti rodinných a bytových domů (SFŽP, 2015).

### **6.1.3 Technické důvody**

Po kvalitně provedeném zateplení se většinou odstraní nejčastější příčina vzniku a růstu plísní, a tou je kondenzování vodní páry na vnitřním povrchu obvodového zdiva a zlepší se tepelná pohoda pobytových místností. Vyšší a mnohem vyrovnanější je i povrchová teplota konstrukcí, čímž se eliminuje riziko různých defektů povrchových úprav konstrukcí. Po realizaci vnějšího zateplení se zcela

využije akumulčních vlastností budovy, což má za následek zvýšení tepelného komfortu i v době přerušovaného vytápění.

Zateplením dojde ke snížení zatížení otopného systému, který je možné provozovat i při menším teplotním spádu, což znamená hospodárněji a mnohem citlivěji ve vztahu k životnosti celé otopné soustavy. Dále bude příznivější vnitřní vlhkostní režim konstrukcí a zajistí se lepší ochrana původního povrchu fasády domu před agresivním ovzduším a povětrnostními vlivy (Halahyja, 1998).

Provedení zateplení má velice pozitivní vliv na akustické vlastnosti budovy. V neposlední řadě se také nabízejí nové možnosti architektonických výrazových prostředků, jako je barevnost, struktura a rozčlenění povrchu zateplované fasády. Další velkou výhodou vnějšího zateplení je podstatné snížení přehřívání budovy v letních měsících (Amann, 2013).

## **6.2 Druhy zateplovacích systémů obvodového zdiva**

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).

### **6.2.1 Omítkové zateplovací systémy**

Jedná se o omítky se záměrně výrazně zlepšenými tepelně izolačními vlastnostmi oproti klasickým omítkám. Omítkové zateplovací systémy jsou obvykle složeny z vlastní tepelně izolační omítky a ochranné omítkové vrstvy. Jsou charakteristické způsobem provádění, který je obdobou běžného omítání. Mezi hlavní výhody použití tohoto systému patří jednoduchost aplikace na nerovné a členité povrchy, dobré vlastnosti z pohledu požární bezpečnosti, možnost strojní aplikace a tím snížená pracnost provádění.

Velkou nevýhodou je výrazně nižší hodnota tepelného odporu zateplení, dále problémové přenášení objemových změn a pohybů podkladu s nebezpečím vzniku trhlin a v neposlední řadě je nutné počítat s tím, že tato aplikace probíhá v kompletním



mokrém procesu, z čehož vyplývá velká časová náročnost na dodržení technologických procesů (Šála, 2000).

### **6.2.2 Montované zateplovací systémy**

Tyto zateplovací systémy se skládají z nosné roštové dřevěné či kovové konstrukce nebo nosných bodových prvků, tepelně izolační vrstvy, obvykle deskového typu, zakončené ochrannou vrstvou předsazeného montovaného obkladu. Tyto systémy jsou charakteristické provětrávanou vzduchovou mezerou, situovanou mezi tepelně izolační vrstvou a předsazený obklad.

Výhodou tohoto systému je především vyloučení mokrého procesu a tím i sezónnosti prací při provádění zateplování, vhodnost aplikace i na objekty s vlhkým provozem a dlouhá životnost. Nevýhodou je problematická realizace na členitých fasádách, náchylnost ke vzniku tepelných mostů a snížená škála architektonických řešení (Sternová et al. 2006).

### **6.2.3 Kontaktní zateplovací systémy**

Vnější kontaktní zateplovací systémy jsou systémy s upevněným tepelným izolantem k podkladu, výztužnou vrstvou a konečnou povrchovou úpravou. V současnosti se pro tento zateplovací systém běžně používá mezinárodní zkratka ETICS, která je odvozena z anglického názvu pro tento způsob zateplování External Thermal Insulation Composite System. Tyto systémy jsou charakteristické tím, že nemají provětrávanou vzduchovou mezeru a dále tím, že mají svou speciální výztužnou vrstvu a následnou konečnou povrchovou úpravu, která se aplikuje kontaktně na tepelný izolant. Výhodou použití tohoto systému je vysoká variabilita konečného vzhledu, především barevnost, struktura, architektonické ztvárnění, tradiční omítkový vzhled. Dále velký výběr alternativních řešení z hlediska konečných parametrů systému a v neposlední řadě investiční efektivnost. Nevýhodou je nižší odolnost proti mechanickému poškození, dílčí mokré procesy a větší nároky na dodržení technologické disciplíny (Kulhánek, 2014).

## **7. Dodatečné zateplení rodinného domu**

Vnější dodatečné zateplení je velice účinným nástrojem pro zlepšení tepelně izolačních vlastností obvodových plášťů. Přesto, že je 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).

Hlavní příčinou výše popsaných poruch bývá většinou nekvalitní provedení základní vrstvy, jako je nedostatečný přesah výztužné síťoviny při napojování a špatné umístění výztužné síťoviny v základní vrstvě. Z dalších příčin poruch by se dalo uvést používání příliš tmavých omítek s nízkým koeficientem odrazivosti a netěsnosti při napojování zateplovacího systému na klempířské konstrukce, nejčastěji parapetů a střešních atik.

Poruchy musí být včas opraveny, aby se předešlo pomalé postupné degradaci zateplovacího systému. Vzniklé prasklinky se dají opravit vhodnými nátěrovými nebo stěrkovými sanačními systémy. Tato sanace spočívá v přetření zateplovacího systému speciální fasádní barvou, která obsahuje polymerová vlákna. Toto opatření je velice rychlé, jednoduché a ekonomicky výhodné, ale je vhodné pouze pro vlásečnicové prasklinky do šířky 0,2 mm. Pokud se objeví na fasádě větší poruchy, jako jsou trhlinky o šířce 0,2 mm a více, je nutno zvolit sanační stěrkový systém. Jedná se o vytvoření nové výztužné armované stěrkové vrstvy, která se provede na původní finální omítkovou vrstvu. Hlavní nevýhodou zvoleného technologického postupu je to, že se sníží paropropustnost na vnějším souvrství zateplovacího systému (Sternová, 1999).

V době, kdy se začalo masivněji zateplovat, bylo běžné používat tloušťky izolantů zateplovacích systémů v rozmezí mezi 5 až 8 centimetry. V současné době, kdy je velký tlak na snižování energetické náročnosti budov v návaznosti na rostoucí ceny energií a zpřísnujících norem, se tloušťky izolantů běžně pohybují mezi 15 a 30 centimetry.

Co však udělat s již dříve namontovanými zateplovacími systémy, které mají tloušťku izolantu 3, 5 nebo 8 centimetrů, a jsou z pohledu současných norem nevyhovující? Odstranění a deponování směsi polystyrenu nebo minerální vlny, zbytků cementového lepidla armované základní vrstvy, směsí omítky a kusů plastových kotvicích prvků není ekonomické ani ekologické.

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, kotvící prvky, jejich počet a rozmístění.

Z výše popsaných důvodů je třeba provést 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).

## **7.1 Popis stávajícího stavu rodinného domu**

### **7.1.1 Historie**

Žádost o povolení stavby rodinného domu byla podána 17. května 1929, jak dokládá dochované stavební povolení (příloha 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 (příloha č. 2). Stavba domu byla započata 31. května 1929 a dokončena 7. srpna téhož roku, jak dokládá „kolaudační certifikát“, (příloha č. 3). Stavba 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.

Jak dokazuje dobová fotografie (příloha č. 4), v domě skutečně probíhal čilý obchodní ruch až do roku 1948, kdy bylo drobné živnostenské podnikání postaveno mimo zákon.

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.

### **7.1.2 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 přiléhajícími 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).

### **7.1.3 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 (příloha č. 4).

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.

### **7.1.4 Dispozice**

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 čárou. 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.

#### **7.1.5 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 sádrokartonovým 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. 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.

#### **7.1.6 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 bylo nutné vynést nový pasport, který obsahuje půdorysy (příloha č. 7) a pohledy (přílohy č. 8 a č. 9). 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.

### **7.2 Návrh opatření – varianta 1**

Návrh číslo 1 počítá s demontáží stávajícího zateplovacího systému a provedení nového ve větší tloušťce. Tato možnost by byla vhodná v případě, kdy už je stávající zateplovací systém v havarijním stavu a jeho sanace by byla tak náročná, že by mechanické dokotvení bylo příliš časově a finančně náročné.

Tloušťka nového izolantu byla spočítána v programu Energie 2014, a byla stanovena na 22 cm expandovaného polystyrenu.

#### **7.2.1 Příprava**

Přípravě podkladu se musí věnovat velká pozornost, nesprávně připravený podklad se může v konečném důsledku stát jednou z příčin uvolnění celého kontaktního zateplovacího systému a ztráty stability v závislosti také na použitém

způsobu upevnění mechanickými kotevními prvky. Podklad pro lepení izolantu musí být čistý, bez prachu a mastnoty, pevný a neporušený s provedenou vhodnou penetrační vrstvou (Stomix, 2014).

### 7.2.2 Postup provádění

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.

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 výpočet množství prvků na konkrétním objektu a ne vždy je použití nejlevnějších hmoždinek ekonomicky výhodné.

Po nalepení a následném přikotvení 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 krát 300 mm u všech rohů otvorů konstrukce (Stomix, 2014).

Konečná povrchová úprava se provede po zkontrolování rovinnosti podkladu, kdy maximální nerovnost je rovna velikosti zrna omítkoviny plus 0,5 mm na 1m. 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 dezénuje 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).

### 7.2.3 Kalkulace

V tabulce č. 1 je vyčíslena kalkulační nákladů na odstranění a likvidaci stávajícího zateplovacího systému, na jejíž vypracování byl použit platný ceník stavebních prací, ceny uvedené zde jsou bez DPH (RTS 2014).

<b>DEMONTÁŽ STÁVAJÍCÍHO ZATEPLENÍ ETICS</b>					
PRACOVNÍ OPERACE	JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ	CENA / JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ	CENA CELKEM
Montáž lešení	m <sup>2</sup>	82	42	1	3 444 Kč
Pronájem lešení	m <sup>2</sup>	82	1,00 Kč/den	1 den	82 Kč
Demontáž lešení	m <sup>2</sup>	82	28,7		2 353 Kč
Odstranění tepelné izolace	m <sup>2</sup>	82	55		4 510 Kč
Přesun hmot	t	1,35	221		298 Kč
Odvoz odpadu na skládku	m <sup>3</sup>	3,5	720 Kč/kont.	1 kontejner	720 Kč
Skládkovné	Kč/t	1,35	2200		2 970 Kč
Příprava a očištění podkladu	Kč/m <sup>2</sup>	82	38		3 116 Kč
Provedení penet. podnatěru	Kč/m <sup>2</sup>	82	12		984 Kč
Podnatěr, příprava podkladu	kg	5	82		410 Kč
<b>CELKOVÁ CENA DEMONTÁŽE ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU</b>					<b>18 888 Kč</b>

Tab. č. 1: Cenová kalkulační demontáže zateplovacího systému (Šohaj, 2015)

V tabulce č. 2 je vyčíslena kalkulační nákladů na odstranění a likvidaci stávajícího zateplovacího systému a provedení kompletního nového zateplení, na jejíž vypracování byl použit platný ceník stavebních prací, ceny uvedené zde jsou bez DPH (RTS 2014).

<b>NOVÝ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM ETICS</b>					
PRACOVNÍ OPERACE	JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ	CENA / JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ m2	CENA CELKEM
Montáž lešení	m <sup>2</sup>	82	42	1	3 444 Kč
Pronájem lešení - jednotka Kč/den/m2	m <sup>2</sup>	82	1	15	1 230 Kč
Demontáž lešení	m2	82	28,7		2 353 Kč
Lepící hmota	kg	369	6	4,5	2 214 Kč
Izolant EPS 220 mm	m <sup>2</sup>	86	220	1,05	18 920 Kč
Talířové hmoždinky	ks	492	14	6	6 888 Kč
Zátka EPS	ks	492	1,5	6	738 Kč
Výztužná tkanina	m <sup>2</sup>	16	95	1,15	1 520 Kč
Stěrková hmota	kg	328	9	4	2 952 Kč
Podkladní mezinátěr	kg	20,5	39	0,25	800 Kč
Finální silikonová omítka	kg	265	46	3,2	12 190 Kč
Montáž-celý systém KZS	m2	86	400	1	34 400 Kč
CELKOVÁ CENA NOVÉHO ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU					87 649 Kč
CELKOVÁ CENA NOVÉHO ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU VČETNĚ DEMONT.					106 537 Kč

Tab. č. 2: Cenová kalkulace (Šohaj, 2015)

#### 7.2.4 Likvidace odpadu

Po demontáži zateplovacího systému je nutná jeho likvidace, 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 (vyhláška č. 381/2001 Sb.).

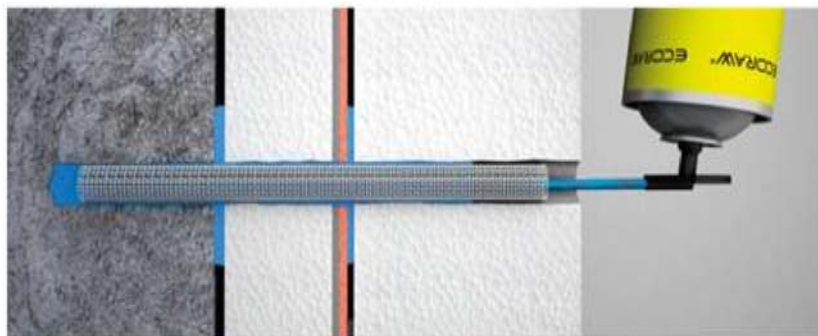
Poplatek za odvoz a uložení odpadu na skládku je zahrnut v cenové kalkulaci ve výše uvedené tabulce č. 1.

#### 7.3 Návrh opatření - varianta 2

Tloušťka další vrstvy izolantu byla spočítána v programu Energie 2014, a byla stanovena na 140 mm expandovaného polystyrenu, takže celková tloušťka obou tepelných izolantů bude 220 mm. Tato celková tloušťka bude stejná jako u varianty 1 a tím pádem budou mít obě varianty totožnou energetickou náročnost a byl pro obě varianty vypracován jeden totožný PENB.

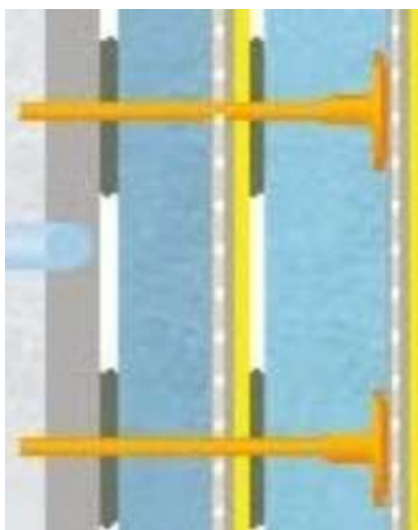
Návrh opatření varianty číslo 2 počítá s ponecháním stávajícího zateplení a přidání další vrstvy tepelné izolace. Jak je názorně ukázáno na obrázku č. 2., mechanické kotvení by mohlo být provedeno injektovanými hmoždinkami a to především z důvodu lepší přídržnosti celého zateplovacího systému k původnímu podkladu.





Obr. č. 2: Kotvení zdvojeného zateplovacího systému injektovanými hmoždinkami,  
(Stomix, 2014)

V případě stabilního podkladu včetně celého souvrství původního zateplovacího systému je možné použití standardních talířových hmoždinek s kovovým trnem, jak je patrné na níže uvedeném obrázku č. 3.



Obr. č. 3: Kotvení zdvojeného zateplovacího systému standardními talířovými hmoždinkami,  
(Weber, 2015)

### 7.3.1 Příprava

Před vlastním prováděním druhé vrstvy tepelné izolace musí stejně jako u varianty číslo 1 proběhnout důkladná příprava. Před vlastní realizací se provede vizuální prohlídka, při které je třeba se zaměřit především na zde uvedené body. U vizuálního posouzení se zjišťuje a ověřuje vzhled, rovinnost, čistota, napadení řasami, plísněmi, soudržnost omítky, trhliny, mechanické poškození. Dále se musí prověřit těsnost napojení zateplovacího systému na konstrukce ve fasádě, zejména otvorové výplně a klempířské konstrukce.

### 7.3.2 Postup provádění

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 a to 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 lepící 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 lepící stěrku v kombinaci s podkladním nátěrem (ČSN 73 2902/2011).

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

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 vhodné na dokotvení použít injektované hmoždinky, způsob provedení montáže je patrný na níže uvedeném obrázku č. 4.



Obr. č. 4: Dokotvení nestabilního zateplovacího systému injektovanými hmoždinkami, (Stomix, 2014)

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 prvního navrhovaného variantního řešení.

### 7.3.3 Kalkulace

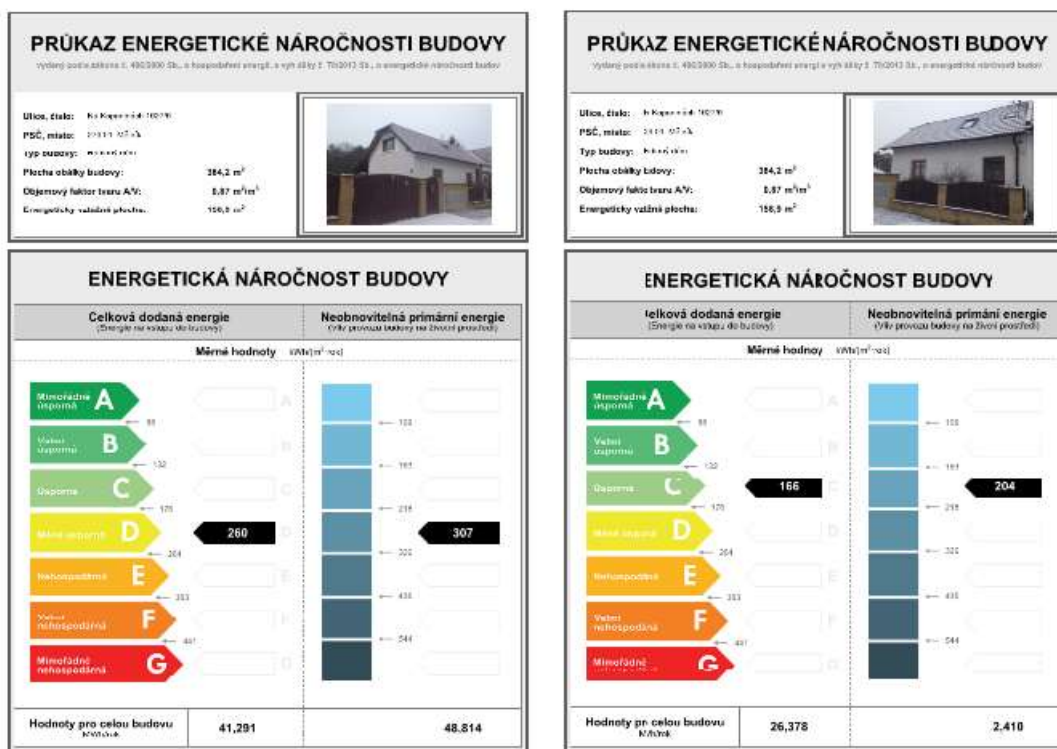
V tabulce č. 3 je znázorněna kalkulace nákladů na provedení kompletního provedení dodatečného zateplovacího systému, které spočívá v jeho zdvojení, na jejíž vypracování byl použit platný ceník stavebních prací, ceny uvedené zde jsou bez DPH (RTS 2014).

<b>ZDVOJENÍ ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU ETICS</b>					
PRACOVNÍ OPERACE	JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ	CENA / JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ m2	CENA CELKEM
Montáž lešení	m <sup>2</sup>	82	42		3 444 Kč
Pronájem lešení - jednotka Kč/den/m2	m <sup>2</sup>	82	1	15	1 230 Kč
Demontáž lešení	m2	82	28,7		2 353 Kč
Penetrační nátěr, očištění	kg	20,5	42	0,25	861 Kč
Lepící hmota	kg	369	6	4,5	2 214 Kč
Izolant EPS 140 mm	m <sup>2</sup>	86	140	1,05	12 040 Kč
Kotvy na zdvojení ETICS	ks	492	26	6	12 792 Kč
Výztužná tkanina	m <sup>2</sup>	16	95	1,15	1 520 Kč
Stěrková hmota	kg	328	9	4	2 952 Kč
Podkladní mezinátěr	kg	20,5	39	0,25	800 Kč
Finální silikonová omítka	kg	265	46	3,2	12 190 Kč
Montáž-celý systém KZS	m2	86	400	1	34 400 Kč
<b>CELKOVÁ CENA ZDVOJENÉHO ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU</b>					<b>86 796 Kč</b>

Tab. č. 3: Cenová kalkulace (Šohaj, 2015)

## 8. Výsledky

Z níže uvedených tabulek a grafických výstupů je jasný rozdíl mezi energetickou náročností rodinného domu před provedením zateplení a po jeho dodatečném zateplení. Z uvedeného grafického znázornění je přehledně vidět, že dodatečným zateplením fasády domu došlo k výraznému poklesu celkové spotřeby energie a to z původních 41,291 MWh/rok na 26,378 MWh/rok, což představuje pokles o 36 %, jak je patrné z níže uvedeného grafického výstupu na obrázku č. 5.



Obr. č. 5: Grafické výstupy z PENB před zateplením – vlevo, po provedení zateplení - vpravo, (Šohaj 2015; Energie, 2014)

Jak vyplývá z výše uvedeného obrázku č. 5, bylo v tomto případě dosaženo toho, že se z původně začleněné klasifikační třídy D, která se slovně vyjadřuje jako méně úsporná, dosáhlo na energetickou třídu s označením C, slovně úsporná.

<b>POROVNÁNÍ MĚRNÉ POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PŘED A PO ZATEPLENÍ</b>	
Stávající stav, údaje v kWh/(m <sup>2</sup> *a)	167
Po zateplení, údaje v kWh/(m <sup>2</sup> *a)	102
Rozdíl v měrné potřebě tepla před a po zateplení	65
Úspora v procentech	39%

Tab. č. 4: Porovnání měrné potřeby tepla na vytápění (Šohaj, 2015)

Z výše uvedené tabulky č. 4 je evidentní, že po provedení dodatečného zateplení fasády domu se měrná potřeba tepla na vytápění sníží téměř o 40 %. Části podrobných protokolů z výpočtového programu Energie 2014 jsou uvedeny v přílohách č. 10 a č. 12.

<b>POROVNÁNÍ EMISÍ CO<sub>2</sub> ZA ROK PŘI BĚŽNÉM PROVOZU BUDOVY</b>	
Stávající stav budovy - emise CO <sub>2</sub> v tunách	9,991
Po zateplení - emise CO <sub>2</sub> v tunách	7,008
Rozdíl v emisích CO <sub>2</sub> před a po zateplení	2,983
Snížení emisí CO <sub>2</sub> v procentech	30%

Tab. č. 5: Porovnání produkce emisí CO<sub>2</sub> před a po zateplení (Šohaj, 2015; Energie 2014)

Jak znázorňuje výše uvedená tabulka č. 5 je zřejmé, že dodatečným zateplením fasády rodinného domu se výše emisí CO<sub>2</sub>, které souvisí s provozem posuzovaného domu sníží téměř o 30 %. Části podrobných protokolů z výpočtového programu Energie 2014 jsou uvedeny v přílohách č. 11 a č. 13.

<b>POROVNÁNÍ OBOU VARIANT Z EKONOMICKÉHO HLEDISKA</b>	
Varianta 1 - celkové náklady	106 537,00 Kč
Varianta 2 - celkové náklady	86 796,00 Kč
Rozdíl v nákladech mezi variantou 1 a variantou 2	19 741,00 Kč
ÚSPORA INVESTICE	19%

Tab. č. 6: Porovnání varianty 1 a varianty 2 z ekonomického hlediska (Šohaj, 2015)

Jak vyplývá z výše uvedené tabulky č. 6, při zvolení varianty č. 2 by byla celková investice realizace zateplení o 19 % nižší než při volbě varianty č. 1.

## 9. Závěr a diskuze

Potřeba snižovat energetickou náročnost budov je dána zvláště díky neustálým změnám cen energií, ale i potřebou snižovat produkci emisí skleníkových plynů. Je logické, že se staršími, dnes již nevyhovujícími zateplovacími systémy, které neodpovídají současným požadavkům na tepelnou ochranu budov, je potřeba něco dělat. Je rozhodně ekologické i ekonomické stávající zateplovací systémy ponechat a namontovat na ně zateplovací systémy nové, jako doplnění další vrstvy izolantu na potřebnou tloušťku, která bude vyhovující nejen pro současné požadavky, ale bude splňovat i požadavky v blízké budoucnosti.

V úvodu práce byl uveden požadavek na celkové snížení energetických nároků a snižování emisí CO<sub>2</sub>. Jednou z dostupných oblastí snižování energetické náročnosti za přijatelné vložené náklady je i snižování energetické náročnosti budov pomocí zateplování obvodových plášťů. Úkolem této bakalářské práce bylo vybrat nejvhodnější způsob dodatečného zateplení fasády rodinného domu a porovnat pomocí průkazu energetické náročnosti budovy jeho energetickou spotřebu před zateplením a po realizaci zateplení. Z výpočtu a porovnání jednotlivých výsledků vyplývá, že dodatečným zateplením fasády objektu dosáhneme celkovou úsporu spotřeby energie ve výši 36 %. Což má za následek přeřazení objektu z původní hodnoty energetické třídy D do energetické třídy C. Po posouzení obou variant dodatečného zateplení jasně nejlépe vychází varianta číslo 2, kdy se použije injektované kotvení, které je inovativním způsobem v zateplování a zdvojování tepelně izolačních systémů.

Současně se jedná o ekonomický nejvýhodnější způsob řešení havarijních stavů nestabilních starších zateplovacích systémů, které mohou ohrozit bezpečnost obyvatelstva.

Z provedeného posouzení energetické náročnosti rodinného domu a výpočtů nákladů na realizaci jeho dodatečného zateplení fasády u obou variant, nemohu souhlasit s tvrzením, že v případě, že se provedenými sondami zjistí, že je stávající kontaktní zateplovací systém lepený pouze bodově, nebo je plocha lepení izolantu menší než 40 % celkové plochy izolační desky, je potřeba 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, 2014).

Dle mého názoru a jak vyplývá z provedených výpočtů, je druhá varianta dodatečného zateplení fasády domu řešená pomocí zdvojeného zateplení fasádního systému nejen ekonomicky výhodnější, ale, což je neméně důležité, šetrnější k životnímu prostředí.

## 10. 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 staveb.- Jaga, Bratislava, 256 s

BZDÚCH I. 1997: Komplexné hodnotenie efektívnosti obnovy, obnova budov. – ÚEOS – Komerčia, Bratislava 248 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. 2014: 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.

MAREK M. V. 2011: Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu. - Academia, Praha, 256 s.

MRLÍK F. 1985: Vlhkostné problémy stavebných materiálů a konstrukcí. – Alfa, Bratislava, 305 s.

MUSIL P. 2009: Globální energetický problém a hospodářská politika. - C. H. Beck, Praha, 201 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.
- ZMRHAL V. 2013: Větrání rodinných a bytových domů. – Grada Publishing, Praha, 96 s.
- VÖRÖS F., Experti pěnových plastů pro podporu tepelných izolací budov, Tepelná ochrana budov, 2009/12 č. 3, s. 5.

### **Ostatní zdroje**

- ENERGIE 2014: Verze 2014.6, výpočetní program pro stanovení energetické náročnosti budovy
- PALACKÝ A. 2008: Nárůst směsných stavebních odpadů vlivem zateplování, Sborník z konference - Recyc-ling 2008, Praha, 54 s.
- RTS 2014 – Ceník stavebních prací 2014
- MŽP A 2015: MŽP online – [http://www.mzp.cz/cz/zmena\\_klimatu](http://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu)
- MŽP B 2015: MŽP online – [http://mzp.cz/cz/mezivladni\\_panel\\_pro\\_zmenu\\_klimatu](http://mzp.cz/cz/mezivladni_panel_pro_zmenu_klimatu)
- MŽP C 2015: MŽP online – [http://www.mzp.cz/cz/emisni\\_obchodovani](http://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani)

## **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 (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů

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

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů

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

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, ve znění pozdějších předpisů

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

Vyhláška 381/2001 Sb., katalog odpadů

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb.

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



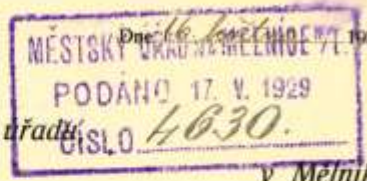
## 11. Přílohy

### Seznam příloh:

- Příloha č. 1 – Žádost o stavební povolení z roku 1929, (Šohaj, 2000)
- Příloha č. 2 – Původní pasport z roku 1929, (Šohaj, 2000)
- Příloha č. 3 – Kolaudační certifikát, (Šohaj, 2000)
- Příloha č. 4 – Dobová fotografie z roku 1931, (Šohaj, 2010)
- Příloha č. 5 – Pohled z ulice před rekonstrukcí, (Šohaj, 1999)
- Příloha č. 6 – Pohled z ulice po částečné rekonstrukci, (Šohaj, 2000)
- Příloha č. 7 – Pasport: Půdorys přízemí a podkroví, (Šohaj, 2014)
- Příloha č. 8 – Pasport: Pohled jihovýchodní a severovýchodní, (Šohaj, 2014)
- Příloha č. 9 – Pasport: Pohled jihovýchodní a severozápadní, (Šohaj, 2014)
- Příloha č. 10 – Část protokolu z výpočtu průkazu energetické náročnosti rodinného domu před provedením zateplení, (Šohaj, 2015; Energie 2014)
- Příloha č. 11 – Část protokolu z výpočtu průkazu energetické náročnosti rodinného domu před provedením zateplení, emise CO<sub>2</sub>, (Šohaj, 2015; Energie 2014)
- Příloha č. 12 – Část protokolu z výpočtu průkazu energetické náročnosti rodinného domu po provedení zateplení, (Šohaj, 2015; Energie 2014)
- Příloha č. 13 - Část protokolu z výpočtu průkazu energetické náročnosti rodinného domu po provedení zateplení, emise CO<sub>2</sub>, (Šohaj, 2015; Energie 2014)

Příloha č. 1 - Žádost o stavební povolení z roku 1929, (Šohaj, 2000)

Žádost o stavební povolení

Městskému úřadu

v Mělníku.

Podepsaný, František Chorouš zaměstnání potůpavce  
bytem v Mělníku č. 33 žádá o povolení ku stavbě, přístavbě, nástavbě  
přestavbě rodinného domku  
na pozemku č. kat. 1579/2 v Mělníku Uhlomok

K žádosti přikládá dvojmo plány celkem počet 2 a sděluje:  
Plány vypracoval: Leňka Pokorný  
Stavbu bude prováděti: stavitel Leňka Pokorný  
který provede tyto práce:


Ostatní práce budou prováděti tito živnostníci:

Tesařský mistr:	<u>Václav Šarj</u>	v <u>Malém Újezdě</u>	čp.
Truhlář:	<u>Antonín Zahradka</u>	v <u>Uhlomoku</u>	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 Pycha

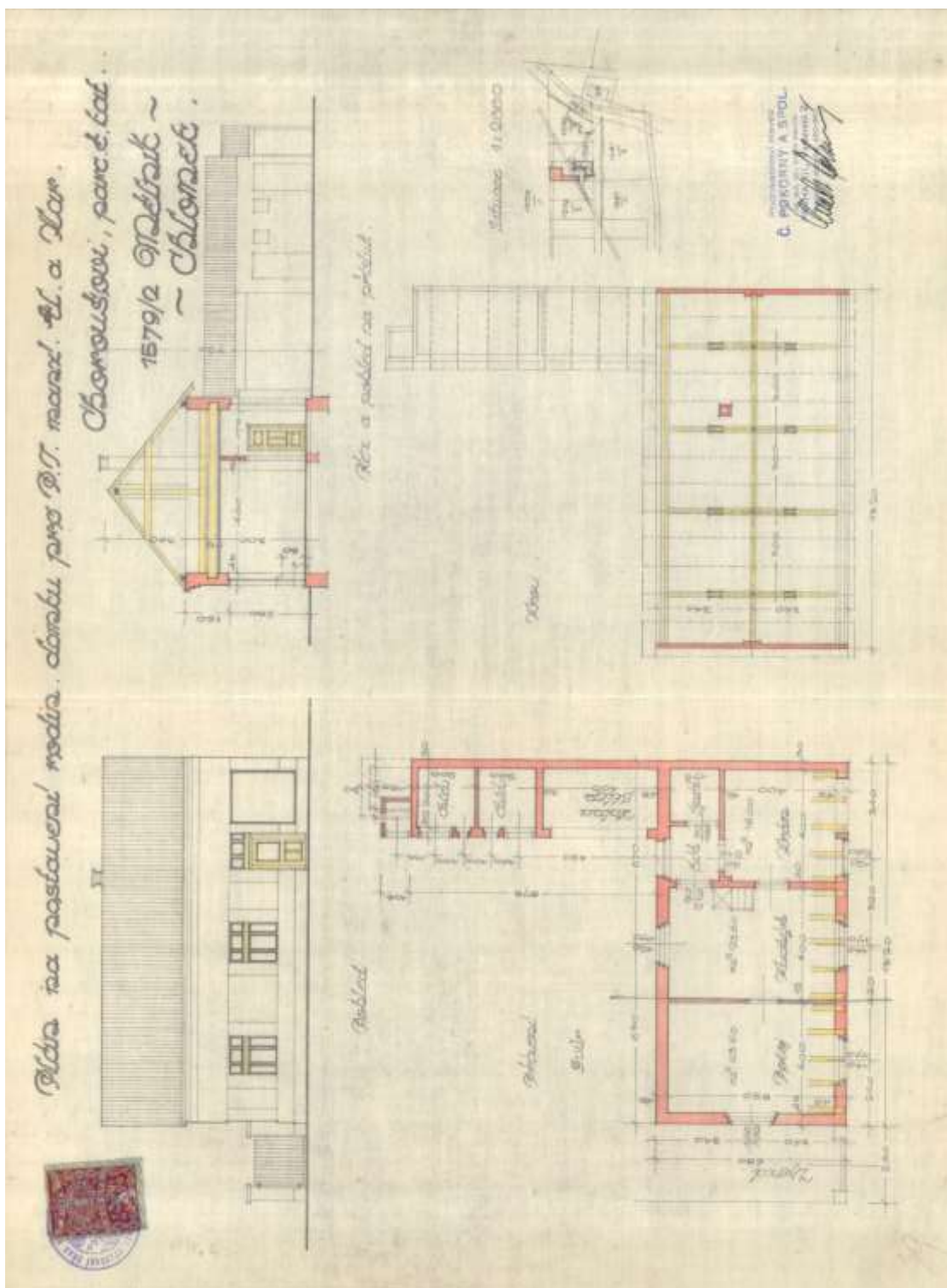
Opis této žádosti s označením jednotlivých stavebních živnostníků, kteří budou stavbu prováděti jsem doručil okresní nemocenské pojišťovně, což tato zde potvrzuje a dosvědčuje, že do 8 dnů oznámí městskému úřadu, zda bude žádati zálohu na pojistné.

Potvrzení od nem. pojišť.:  
 Dostal dne 16. 5. 1929  
L. Pokorný

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

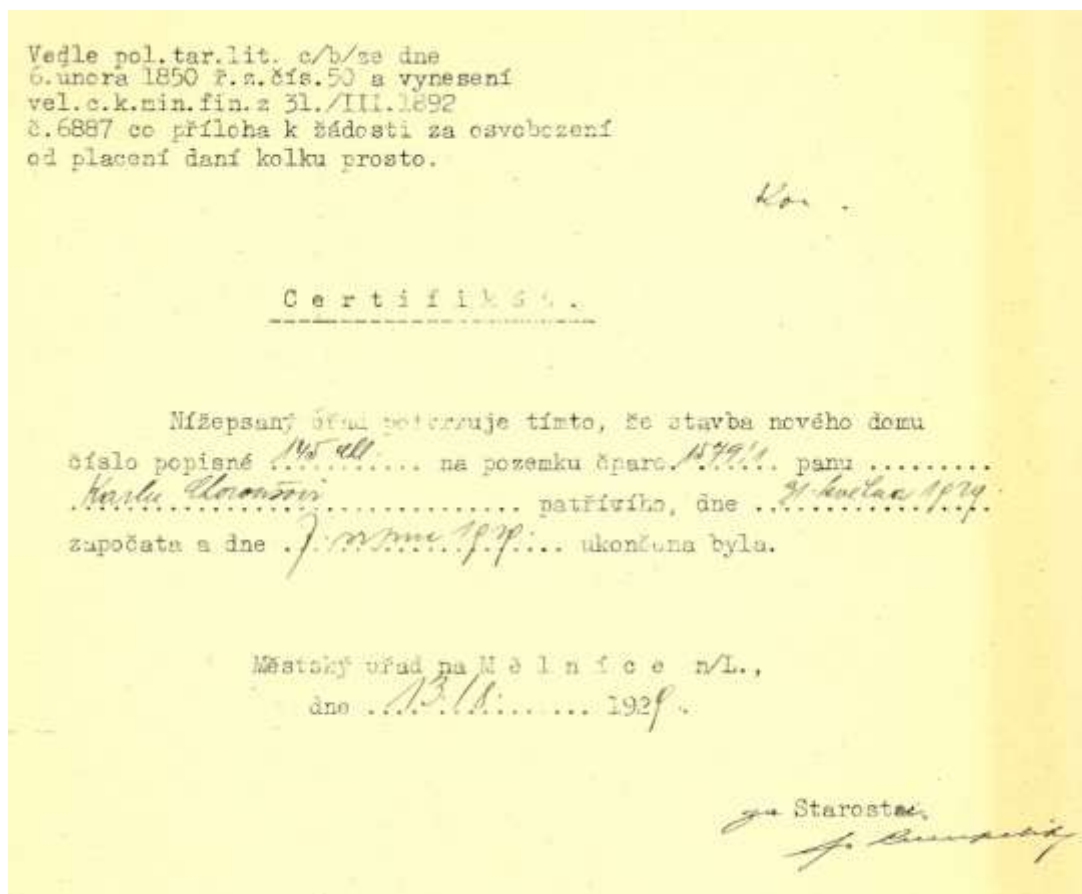
František Chorouš  
Podpis: František Chorouš

Příloha č. 2 – Původní pasport z roku 1929, (Šohaj, 2000)





Příloha č. 3 – Kolaudační certifikát (Šohaj, 2000)



Příloha č. 4 – Dobová fotografie z roku 1931, (Šohaj, 2010)



Příloha č. 5 – Pohled z ulice před rekonstrukcí, (Šohaj, 1999)

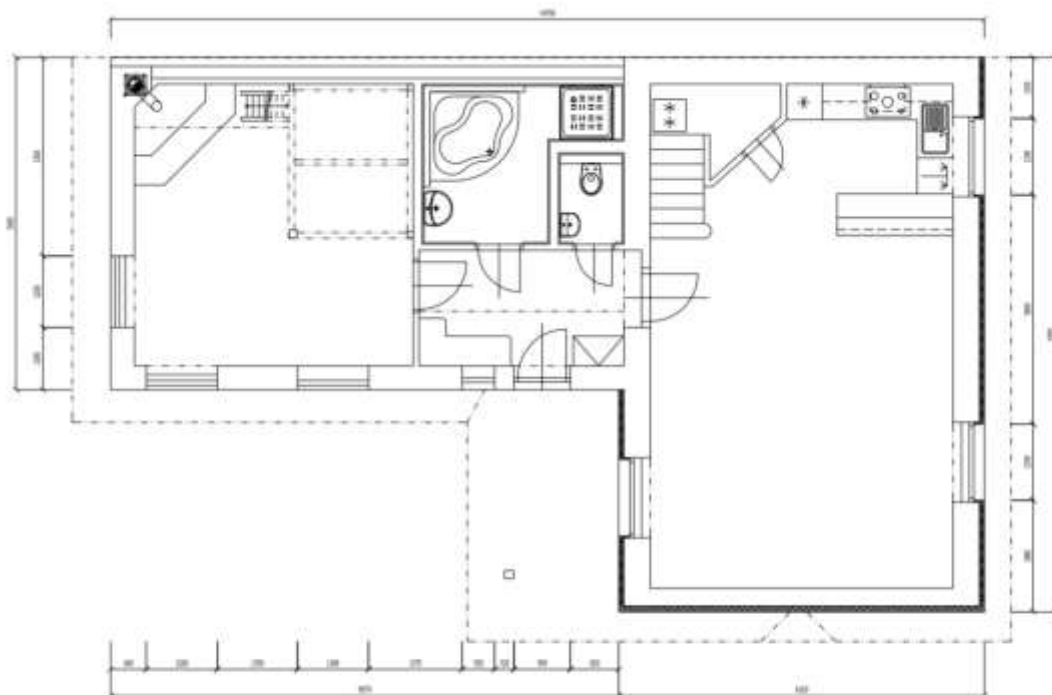


Příloha č. 6 – Pohled z ulice po částečné rekonstrukci, (Šohaj, 2000)



Příloha č. 7 – Pasport: Půdorys 1. a 2. nadzemního podlaží, (Šohaj, 2014)

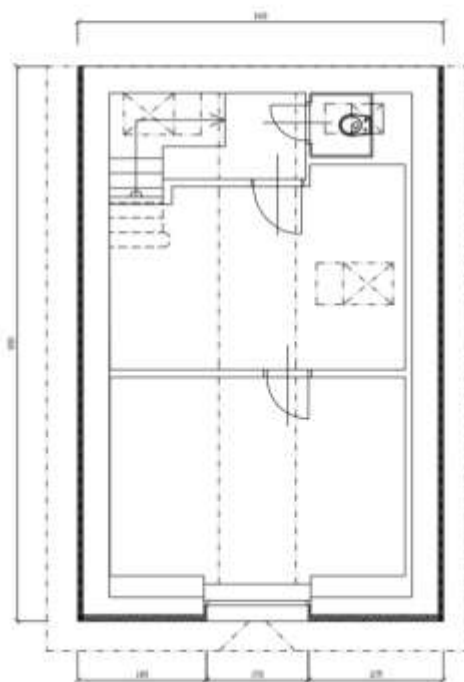
PŮDORYS 1.N.P.



PŮDORYS 2.N.P.

LEGENDA MATERIÁLŮ:

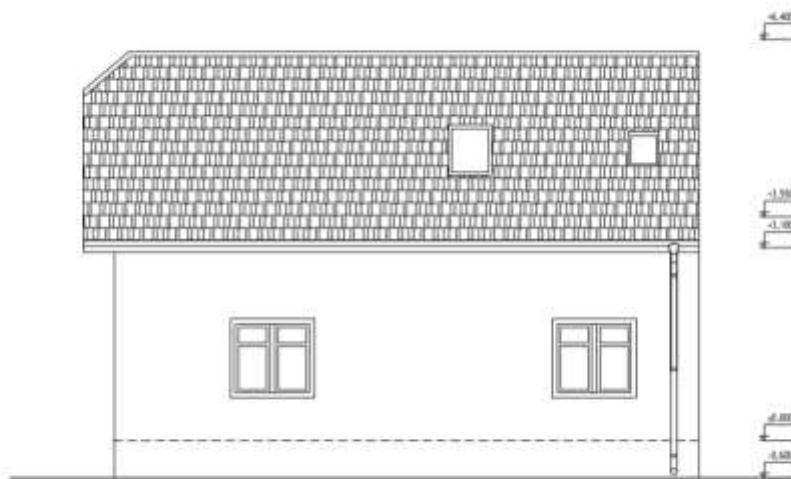
-  ZIMO 2 CHEL PUVCHI PILEVOCI
-  TITELNÍ VZKLACE Z EPANOVANÉHO POLYSTYRENU



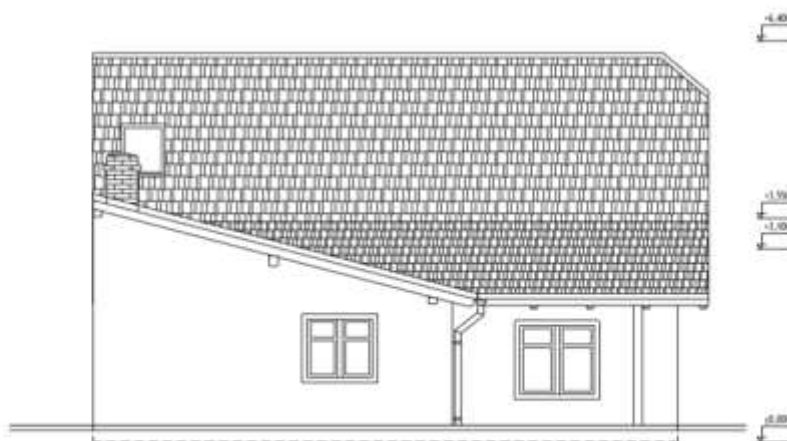


Příloha č. 8 – Pasport: Pohled jihovýchodní a severovýchodní, (Šohaj, 2014)

POHLED JIHOZÁPADNÍ

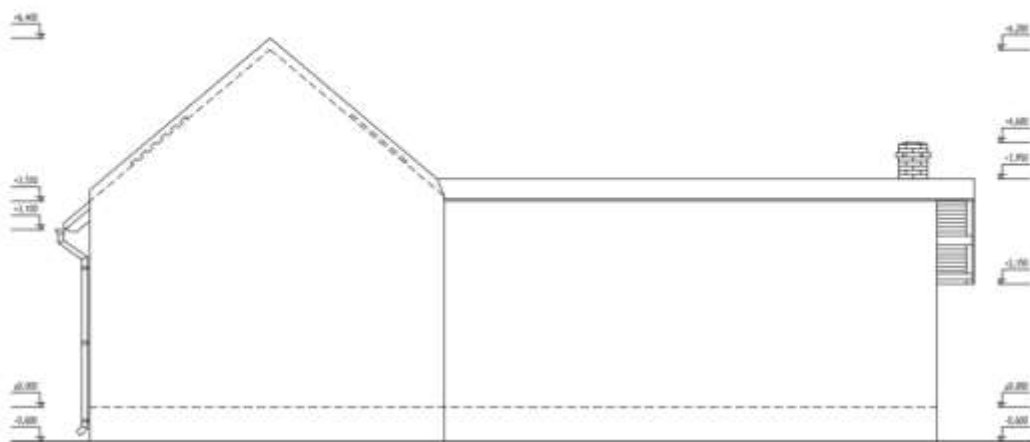


POHLED SEVEROVÝCHODNÍ



Příloha č. 9 – Pasport: Pohled jihovýchodní a severozápadní, (Šohaj, 2014)

POHLED JIHOVÝCHODNÍ



POHLED SEVEROZÁPADNÍ



Příloha č. 10 – Část protokolu z výpočtu průkazu energetické náročnosti rodinného domu před provedením zateplení, (Šohaj, 2015; Energie 2014)

**Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů**

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	289,418 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,65 W/m <sup>3</sup> K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	48,1 kWh/(m <sup>3</sup> .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

**Průměrný součinitel prostupu tepla budovy**

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	231,1 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	384,2 m <sup>2</sup>
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... Uem,N,20:	0,34 W/m <sup>2</sup> K
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U<sub>em</sub>:</b>	<b>0,60 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Celková a měrná potřeba tepla na vytápění**

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	95,630 GJ	26,564 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>	
Celková energeticky vztázná podlah. plocha budovy:	158,9 m <sup>2</sup>	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m <sup>3</sup> ):	60,1 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	

**Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 167 kWh/(m<sup>2</sup>.a)**

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 4568.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinnosti systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Příloha č. 11 – Část protokolu z výpočtu průkazu energetické náročnosti rodinného domu před provedením zateplení, emise CO<sub>2</sub>, (Šohaj, 2015; Energie 2014)

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

Emise CO <sub>2</sub> za rok:	9,991 t
Celková primární energie za rok:	49,171 MWh
<b>Neobnovitelná primární energie za rok:</b>	<b>48,814 MWh</b>
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>
Celková energeticky vztázná podlah. plocha budovy:	158,9 m <sup>2</sup>
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>3</sup> ):	22,6 kg/(m <sup>3</sup> .a)
Měrná celková primární energie E <sub>pC,V</sub> :	111,3 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Měrná neobnovitelná primární energie E <sub>pN,V</sub> :	110,5 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>2</sup> ):	63 kg/(m <sup>2</sup> .a)
<b>Měrná celková primární energie E<sub>pC,A</sub>:</b>	<b>309 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>
<b><u>Měrná neobnovitelná primární energie E<sub>pN,A</sub>:</u></b>	<b><u>307 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</u></b>

Příloha č. 12 – Část protokolu z výpočtu průkazu energetické náročnosti rodinného domu po provedení zateplení, (Šohaj, 2015; Energie 2014)

#### Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	193,572 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,44 W/m <sup>3</sup> K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	32,2 kWh/(m <sup>3</sup> .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón H<sub>c</sub> působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

#### Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	135,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	384,2 m <sup>2</sup>
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U <sub>em,N,20</sub> :	0,34 W/m <sup>2</sup> K
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U<sub>em</sub>:</b>	<b>0,35 W/m<sup>2</sup>K</b>

#### Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	58,283 GJ	16,190 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>	
Celková energeticky vztázná podlah. plocha budovy:	158,9 m <sup>2</sup>	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m <sup>3</sup> ):	36,6 kWh/(m <sup>3</sup> .a)	

**Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 102 kWh/(m<sup>2</sup>.a)**

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 4568.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinnosti systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Příloha č. 13 – Část protokolu z výpočtu průkazu energetické náročnosti rodinného domu po provedení zateplení, emise CO<sub>2</sub>, (Šohaj, 2015; Energie 2014)

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

Emise CO <sub>2</sub> za rok:	7,008 t
Celková primární energie za rok:	32,767 MWh
<b>Neobnovitelná primární energie za rok:</b>	<b>32,410 MWh</b>
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	441,9 m <sup>3</sup>
Celková energeticky vztázná podlah. plocha budovy:	158,9 m <sup>2</sup>
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>3</sup> ):	15,9 kg/(m <sup>3</sup> .a)
Měrná celková primární energie E <sub>pC,V</sub> :	74,1 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Měrná neobnovitelná primární energie E <sub>pN,V</sub> :	73,3 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Měrné emise CO <sub>2</sub> za rok (na 1 m <sup>2</sup> ):	44 kg/(m <sup>2</sup> .a)
<b>Měrná celková primární energie E<sub>pC,A</sub>:</b>	<b>206 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>
<b>Měrná neobnovitelná primární energie E<sub>pN,A</sub>:</b>	<b>204 kWh/(m<sup>2</sup>.a)</b>