Česká zemědělská univerzita v Praze
Provozně ekonomická fakulta
Katedra ekonomiky

Diplomová práce

Ekonomické aspekty užívání pasivních a nízkoenergetických domů

Bc. Petr Vostřez

© 2017 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petr Vostřez

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Ekonomické aspekty užívání pasivních a nízkoenergetických domů

Název anglicky

Economic aspects of the use of passive and low-energy houses

Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je porovnání vybraných nákladů souvisejících s technologicko-ekonomickými vlastnostmi domu. Tyto náklady budou analyzovány ve třech technologicky rozdílných skupinách domů situovaných ve zvolené lokalitě.

Metodika

Analýza nákladů je založena na vlastním šetření a sběru dat. Za účelem získání podkladových údajů je nutné nejprve definovat základní předpoklady pro zařazení respondentů do výběrového souboru z hlediska regionálního, uživatelského, velikostního atd. Na základě výše definovaných předpokladů pak budou stanovena technologicko-ekonomická kritéria umožňující určení tří hlavních skupin domů, jež budou předmětem další analýzy. Jedná se o klasické stavby, nízkoenergetické stavby a pasivní stavby sledované z hlediska technologické vybavenosti a energetické náročnosti promítající se do výše nákladů domácnosti.

Doporučený rozsah práce

60 stran

Klíčová slova

nízkoenergetický dům, pasivní dům, zelená úsporám, součinitel propustnosti tepla, průkaz energetické náročnosti budovy

---

Doporučené zdroje informací

BROTÁNKOVÁ, K.; BROTÁNEK, A. Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech. Praha : Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-3936-4

KISLINGEROVÁ, E. *Manažerské finance.* V Praze: C.H. Beck, 2010. ISBN 978-80-7400-194-9.

SMOLA, J. *Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů.* Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-2995-4.

SYNEK, M. – KISLINGEROVÁ, E. *Podniková ekonomika.* Praha: C.H. Beck, 2010. ISBN 978-80-7400-336-3.

ŠUBRT R. a kol. Tepelné mosty pro nízkoenergetické a pasivní domy. Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-4059-1.

www.tzb-info.cz

www.zelenausporam.cz

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Ludmila Pánková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2017

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2017

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Ekonomické aspekty užívání pasivních a nízkoenergetických domů“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Ličně dne 29. 03. 2017

_____

Poděkování:

Mé poděkování patří především vedoucí práce Ing. Ludmile Pánkové, Ph.D. za ochotu ujmout se předloženého tématu, za cenné připomínky při realizaci mé práce a v neposlední řadě za trpělivost.

Velký dík patří rovněž všem blízkým, kteří mi byli oporou.

Anotace

Diplomová práce se zaměřuje na seznámení se základními pojmy z oblasti výstavby nízkoenergetických a pasivních domů. Přibližuje a objasňuje stěžejní pojmy z oblasti zásad návrhu těchto domů, energetických vlastností a případných vlivů na výsledné užívání staveb. V poslední části práce je představeno několik domů z každé oblasti. Domy jsou mezi sebou porovnány a z výsledků stanovena výsledná doporučení pro jednotlivé druhy staveb. Doporučení jsou mířena především do fáze příprav a návrhů domů a posléze i jejich realizací.

Klíčová slova

nízkoenergetický dům, pasivní dům, zelená úsporám, součinitel propustnosti tepla, průkaz energetické náročnosti budovy

Annotation

This master thesis is focused on getting to know basic terms of low-energy and passive houses sphere. It approaches and explains fundamental concepts of the principles of the house design scheme, energy qualities and potencial impacts on the final use of the buildings. The last part of the thesis presents couple of houses in each area. Houses are compared with each other and from the results is qualified final set of recommendations for particular types of the buildings. Those recommendations are aimed especially into the phase of preparation and house design and then their realisation.

Key words

low-energy house, passive house, Green savings, heat transmission coefficient, building energy performance certificat

Obsah

1. ÚVOD 9

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE 10

2.1. Vymezení druhů staveb a důležitých pojmů 10

2.2. Vymezení základních pojmů 10

2.3. Charakteristika jednotlivých staveb 13

2.3.1. Nízkoenergetický dům……. 13

2.3.2. Pasivní dům……..…… 14

2.3.3. Projekty v oblasti nízkoenergetických a pasivních domů……... 15

2.3.4. Devatero nízkoenergetického a pasivního domu……..…….. 16

2.3.5. Průkaz energetické náročnosti budovy……..……...21

2.3.6. Spotřeba neobnovitelné primární energie NPE…….…….. 22

2.4. Materiály pro výstavbu a zdroje energie nízkoenergetických a pasivních budov …….....26

2.4.1. Materiály pro výstavbu 26

2.4.2. Zdroje energie 28

2.4.3. Možnosti energií 31

2.4.4. Dotační možnosti pro stavebníky 34

3. CÍL A METODIKA 36

3.1. CÍL PRÁCE 36

4. EKONOMICKÉ ASPEKTY UŽÍVÁNÍ/VÝSTAVBY JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ STAVEB 38

4.1. Standardní domy 38

4.2. Nízkoenergetické domy 45

4.3. Pasivní domy 52

5. ZÁVĚR 68

6. POUŽITÉ ZDROJE 70

7. Seznam obrázků 73

8. Seznam tabulek 73

1. ÚVOD

Tato diplomová práce s názvem Ekonomické aspekty užívání pasivních a nízkoenergetických domů se zabývá porovnáním nákladů na energie pro provoz domácností v různých typech domů a hledáním ideální kombinace technologií.

Stavebnictví je v dnešní době velmi rychle se rozvíjející obor. Svá specifika do něho vnáší ekologie, rozvoj nových materiálů a technologií. Vzhledem ke stoupajícím cenám energií je snaha celé společnosti snížit spotřebu energie potřebnou k provozu domácnosti. Vzhledem k tomu, že žiji v novostavbě rodinného domu, je pro mne toto téma vysoce aktuální.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části se věnuji objasněním základních pojmů (nízkoenergetický dům, pasivní dům, součinitel prostupu tepla). Vymezení rozdílů mezi nízkoenergetickým a pasivním domem, historií výstavby těchto staveb, představení možných zdrojů energií, konstrukčních prvků, možnostmi zisku dotací a příspěvků.

V praktické části se zabývám porovnáváním ekonomických nákladů na provoz domácností v technologicky rozdílných domech, ale ve stejné lokalitě (okolí městyse Častolovice v okrese Rychnov nad Kněžnou). Práce se blíže zabývá jednotlivými rizikovými místy (stavební výplně, tepelné mosty, izolace podlah, střech) rodinných domů a snaží se stanovit ideální kombinaci stavebních prvků pro zajištění nejekonomičtějšího provozu stavby. Poslední část je rozdělena na tři bloky, kde každý blok se věnuje jednomu druhu domů, tedy klasickým výstavbám, nízkoenergetickým domům a pasivním domům. U jednotlivých skupin byly stanoveny tři referenční domy. Na nich byly představeny základních parametry, které poté poslouží k vzájemnému porovnání domů mezi sebou a mezi jednotlivými skupinami navzájem. Diplomová práce hledá odpovědi na otázku, je-li bydlení v pasivním domě ekonomicky výhodnější než bydlení v domech nízkoenergetických a klasické výstavby. Otázku řeší s ohledem na vstupní investice, finanční návratnost a provozních náklady.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1. Vymezení druhů staveb a důležitých pojmů

Úvodní kapitola je vyhrazena k seznámení a definování nejdůležitějších pojmů a informací z oboru stavebnictví, energetiky a výstavby nízkoenergetických a pasivních domů. Vymezené pojmy jsou stěžejní pro pochopení problematiky řešené v diplomové práci. Vymezení druhů staveb je důležité pro uvědomění si rozdílu mezi stavbou v nízkoenergetickém a pasivním standardu.

2.2. Vymezení základních pojmů

Důležité pojmy jsou vybrány z oboru stavebnictví, energetiky, fyziky, apod. Uvedeny zde budou převážně nejrůznější součinitele určující kvalitu realizované stavby

Prostup tepla stavební konstrukcí – základními ukazateli prostupu tepla jsou tepelný odpor **R** a součinitel prostupu tepla **U.** Chceme-li správně určit R a U je nutné znát skladbu konkrétní konstrukce ve směru tepelného toku. Skladbou se rozumí informace o materiálové a geometrické charakteristice jednotlivých vrstev dané konstrukce. Tyto informace jsou dány údaji o tloušťce a součinitelem tepelné vodivosti **λ** jednotlivých materiálů ve vrstvách. **[17]**

Součinitel tepelné vodivosti λ – součinitel lze definovat jako schopnost stejnorodého či izotropního materiálu vést teplo za předpokladu dané střední teploty. Tento faktor je závislý na okolním prostředí a je ovlivňován např. vlhkostí, objemovou hmotností, tloušťkou materiálu apod.

K výpočtu součinitele postačí pouze krátká informace, že při výčtu se vychází z deklarovaných hodnot součinitele. Deklarované hodnoty se stanovují za normou stanovených podmínek v laboratořích či zkušebnách a při výpočtu je třeba s nimi nakládat s určitými znalostmi a zkušenostmi.

Navrhovaná hodnota součinitele se odvozuje od daných teplotních a vlhkostních podmínek, způsobu mechanického namáhání, apod. Dále návrh specifikuje způsob zpracování a zabudování materiálu do stavby. **[20]**

Tepelný odpor R – veličina vyjadřuje velikost plochy konstrukce a v jakém rozptylu teplot na jejím povrch dojde k přenesení 1 Wattu či 1 J za 1 sekundu.

Tepelný odpor je definován při daných podmínkách, kdy se předpokládá, že součinitel tepelné vodivosti materiálu je konstantní v celé ploše vrstvy a povrchy kolmé na směr te-

pelného toku jsou vzájemné rovnoběžné, pak můžeme předpokládat rovnoměrný tepelný tok a vyjít z definovaného vztahu.

Tepelný odpor se stanovuje pro každou vrstvu, ze které je konstrukce složena vždy dle pevně daného vztahu. R je tedy dán jako podíl tloušťky vrstvy a součinitele teplené vodivosti λ.

Výsledný odpor konstrukce je výsledkem součtu odporu při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, součtu odporů jednotlivých vrstev konstrukce a odporu při přestupu tepla na vnější straně konstrukce. **[21]**

Odpor při přestupu tepla – tato veličina se dělí na odpor při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce. Obě veličiny jsou definovány stejným vztahem.

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce je definován podílem jedné a součinitele přestupu na vnitřní straně konstrukce. Součinitel je vypočítán jako podíl hustoty tepelného toku a rozdílu teploty vnitřního vzduchu a vnitřní povrchové teploty konstrukce.

Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce je definován obdobným podílem jedné a součinitelem přestupu na vnější straně konstrukce. Součinitel je vypočítán jako podíl hustoty tepelného toku a rozdílu teploty venkovního vzduchu a vnější povrchové teploty konstrukce.

S odporem při přestupu tepla se setkáme hlavně u izolačních materiálů jako je polystyrén a izolační vata. **[16]**

Součinitel prostupu tepla - pro běžného smrtelníka možná nejznámější veličina, kterou každý zahlédl u reklam na okna, dveře apod. Jde o součinitel, který uvádí, kolik tepla unikne konstrukcí o ploše $1m^2$ při změně teploty povrchů konstrukce o 1 K. Označuje se písmenem λ.

Součinitel definuje jedna lomeno odpor konstrukce při prostupu tepla R_T. Lze ho tedy vysvětlit jako celkovou výměnu tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími, vzájemně oddělenými stavebními konstrukcemi o tepelném odporu R. Součástí odporu R jsou i vzduchové vrstvy, všechny tepelné mosty včetně hmoždinek a kotev, jež jsou součástí konstrukcí.

Při výpočtu a stanovení tohoto součinitele je třeba brát ohled na druh konstrukce, protože je důležité výpočet provést pro konstrukce standardní svislé, či vodorovné a nebo pro konstrukce se zkosenými hranami. **[19]**

Korekce součinitele prostupu tepla – korekce je možné využít u vytápěných budov, nelze u budov chlazených a korigovat lze pouze izolace zhotovena z extrudovaného poly-

styrenu. Při postupu přípravy korekcí je třeba brát v potaz určité zkušenosti a znalosti. Korekcí lze provést tři druhy.

Korekce vzduchové dutiny vyjadřuje míru ovlivnění vzduchovými prostory mezi tepelnou izolací a přilehlou konstrukcí, které existují v realizovaných stavebních konstrukcích, ale nenalezneme je ve výkresech.

Korekce pro mechanicky kotvící prvky vyjadřuje vliv prvků sloužících ke kotvení a nezohledněných ve výpočtech jiným způsobem. Norma stanoví bodový činitel prostupu tepla jedním prvkem a poté se provede pouze pronásobení s počtem prvků v konstrukci.

Korekce pro obrácené střechy vyjadřuje o kolik je potřeba zvýšit součinitel prostupu tepla tak, aby bylo zohledněno proudění vody mezi tepelnou izolací a hydroizolací v souladu s přílohou uvedenou v normě ČSN EN ISO 6946 **[14]**

Topný faktor

Topný faktor je jedním ze základních parametrů určujících a poukazujících na účinnost tepelného čerpadla. Jde o poměr mezi teplem vyrobeným a energií k tomu potřebnou. Čím vyšší faktor nám vyjde, tím levnější a ekonomicky úspornější provoz čerpadla je. Výši faktoru můžeme také ovlivnit teplotou topné vody, čím je teplota vody nižší tím je faktor vyšší. **[4]**

Blower-door test

Jde o test prováděný u pasivních staveb a slouží k ověřování průvzdušnosti vnější obálky domu. Test lze interpretovat velmi jednoduše, čím menší průvzdušnost stavby, tím menší energetické nároky na provoz domu. Příprava testu ve standardním domě trvá něco kolem jedné hodiny, kdy jsou utěsněny a zacpány všechny otvoru v domě, jako odpadní a vodovodní otvory, apod. Poté se do jednoho z otvorů, okno či dveře, umístí plachta s větrákem a měřící sondy. Následně se do domu tlačí vzduch a vyhodnocuje se rozdíl tlaku vzduchu mezi vnitřním a vnějším prostředím až se dosáhne rozdílu 50 Pa. Tlak má tuto hodnotu z důvodu rovnosti náporu větru o rychlosti 10 m/s. Závěrem je snižován rozdíl po 10 Pa, je měřeno množství, které je potřebné do domu dodat či odebrat a z výsledků je sestavena regresní křivka z dat. Výsledek je znám ihned a nízkoenergetický dům s měrnou spotřebou tepla do 50 kWh/ m^2 a výsledkem okolo hodnoty 1,5, maximálně však do 1, je vyhovující a testem projde. U pasivních domů je hranicí přísnější a požadovaná hodnota je 0,6. Pro lepší představu a porovnání s běžným domem z typické zástavby, tak pro ně je naměřená hranice někde v rozmezí 7 až 12. Na závěr je možné pomocí termokamer a kouřových testů zjistit přesná a konkrétní problémová místa v domech. **[11]**

2.3. Charakteristika jednotlivých staveb

Kapitola je věnována charakteristikám jednotlivých budov, od jejich historie až po současné trendy v odvětví. Dále zde budou popsány standardy náležící k jednotlivým druhům staveb. Doporučení odborníků, zásady, které je nutné dodržet při výstavbě apod.

2.3.1. Nízkoenergetický dům

Historie nízkoenergetických staveb v České Republice

O nízkoenergetických stavbách jsou první zmínky již ve středověku, kdy se lidé zhotovovali v kamenných hradech dřevěné vestavby u obytných místností, které tepelně izolovali kožešinami a koberci. V době baroka se za účelem zaizolování přidávalo ještě jedno křídlo k oknu z vnější strany, čímž vzniklo dříve velmi populární špaletové okno. Poválečné období bylo charakteristické velkým rozvojem v oblasti technologií na vytápění a přípravu teplé užitkové vody. Tento pokrok vedl k představě dostupnosti energie a tento nešvar zůstal obyvatelům dodnes.

V období do listopadu 1989 se na našem území objevilo několik staveb, které bylo na svou dobu pozoruhodné a v nízkoenergetickém standardu. V letech 1979 – 1989 byl postaven ve Zlíně –Ostratě nízkoenergetický dům, jež využíval pasivních solárních zisků prosklených stěn, okenních kolektorů, Trombeho stěny a akumulačních zásobních. Druhou takovou stavbou byl dům zasazen do vrcholku homole v Hamrech u Jablonce nad Nisou. Dům vznikl v letech 1980 – 2000.

V letech 1983 – 1990 se také podařila realizace městského koupaliště v Hustopečích a Břeclavi, obě v nízkoenergetickém standardu. Stavby byly jedinečné prvním použitím tepelně zónované dispozice velké stavby u nás díky užití zimních zahrad orientovaných na jih a užitím solárních kolektorů.

Změna nastala až po listopadu 1989, kdy přišel přechod na tržní hospodářství a s ním spojené narovnání cen energií. V tomto období vzniká celá řada firem věnujícím se tomuto směru a s tím i celá řada staveb. Největší stavbou v nízkoenergetickém standardu byla stavba Slunečního penzionu ve Svitavách v roce 1993. Projektem bylo 115 malometrážních bytů, kde bylo využito technologie rekuperace a tepelných čerpadel. **[2]**

Standard nízkoenergetického domu

Za dům v nízkoenergetickém standardu lze považovat budovu, stavbu, která splní několik kritérií. Jedním z nejdůležitějších a nejzákladnějších je spotřeba tepla na vytápění, aby dům splňoval toto kritérium, musí jeho spotřeba tepla být do 50kWh/m^2 za rok. Touto spo-

třebou se nízkoenergetické domy stávají středem mezi běžnou stavbou a pasivním domem. O prostředcích dosažení nízkoenergetického standardu více v kapitole 2.3. **[15]**

2.3.2. Pasivní dům

Historie pasivních staveb

Velkou zajímavostí v historii pasivních staveb je, že první pasivní stavbou nabyla budova, ale plavidlo. Jednalo se o dřevěný trojstěžník Fram polárního badatele Fritjofa Nansena již z roku 1883. Své plavidlo popisuje ve své knize, kde také uvádí konstrukční prvky s podrobným popisem a je na nich vidět velká podobnost s dnešními konstrukcemi právě pasivních staveb. Mezi prvky patří například stěny pokryty dehtovanou plstí s korkovou výplní, vzduchotěsné linoleum, cca 40cm silné stropy, okna s trojsklem a plavidlo bylo také vybavenou větrnou elektrárnou.

Dalším velkým mezníkem ve vývoji byla druhá světová válka, která přinesla významný technický rozvoj s přínosem například extrudovaného polystyrénu. V tomto období vznikly první budovy s využitím solární energie. V roce 1939 v Bostonu dřevěný rodinný dům s ambicemi nulového domu, v roce 1956 v Novém Mexiku administrativní budova s komerčním využitím solárním energie pomocí pěti tepelných čerpadel.

V tomto období tak proběhl velmi důležitý experiment pro vývoj pasivních a soběstačných budov. Experiment spočíval v pokusu o stavbu autonomního domu s následujícími prvky: částečné či úplné zakrytí budovy terénem, jižní strana budovy řešena jako skleník s vlastní produkcí potravin a hlavně jako součást uzavřeného oběhu látek a energií, využívala větrné a solární energie s pokusy o jejich akumulaci a „uskladnění“ na delší časový úsek, budova uměla recyklovat teplo, vodu a odpady a měla energeticky využívat bio odpad. Výsledkem byla do určité míry soběstačná budova, ovšem s tak vysokou technickou náročností, že byla pro běžného člověka nepoužitelná. Experiment se nestal marně vynaloženou energií, ale naopak posloužil jako prostředek k určení cesty dalšího vývoje pasivních a soběstačných budov. Díky experimentu vznikla pravidla pro individuální přístup ke stavbě každé budovy.

Země západně od států bývalého „východního bloku“ prošly velkými významnými změnami, například v roce 1975 byla přijata norma ve Švédsku, která ukládala součinitele prostupu tepla velmi blízko dnešní úrovní pasivních domů, což vedlo ke značnému náskoku severní Evropy nad zbytkem Evropy.

Nejvýznamnější evropské středisko podporující rozvoj a výstavbu pasivních domů Passivhaus Institut v Darmstadtu byl založeno v roce 1996 Dr. Wolfgangem Feistem.

První stavby pasivních typů, které v průběhu svých užívání přispěly řadou cenných informací vznikaly postupně po celé Evropě. V roce 1976 to bylo v Kodani, v roce 1990 v Německu, německé pasivní domy fungují dodnes bez rekonstrukce se spotřebou cca 10kWh/m^2 a daly důležitou informaci, že dům nemůže fungovat bez teplovzdušného vytápění.

Velmi významným mezníkem byl vznik evropského projektu CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards), který proběhl v letech 1998 až 2001. V jeho průběhu vzniklo 221 bytových jednotek v pěti zemích. Projekt přinesl opět spousty dalších zjištění, jako například, že pasivní dům může být dražší pouze o 7 – 8 % oproti běžné stavbě. Největší rozmach těchto staveb nastal v Rakousku, kde od roku 2008 se postavilo téměř 1500 budov.

Na našem území můžeme jev energetických úspor objevit od období středověku, kdy vznikaly dřevěné vestavby pokryté kožešinami do hradů, které měly odizolovat místnosti od chladného zdiva. V dalších érách je možno najít mnohá řešení, kdy se lidé pokoušeli zabránit chladu ve svých obydlích. Nejvýznamnějším prvkem byla přidaná křídla na oknech pražských paláců v období baroka. Tato křídla dala za vznik dokonalému stavebnímu prvku našich babiček a to špaletovému oknu, které nebylo dodnes překonáno.

Domy v pasivním standardu na našem území začaly vznikat až ve velmi pozdní době oproti příkladům ze zbytku Evropy. Prvními stavbami byl rodinný dům v Rychnově u Jablonce nad Nisou realizovaný firmou RD Rýmařov v roce 2005. Dále poté „vesnička“ Koberovy na Jablonecku. Tuto osadu vytvořilo 13 pasivních rodinných domů. Projekt byl ojedinělý ještě také v požadavcích na domy, protože se nacházejí v CHKO. Domy realizovala společnost Atrea. Jeden z těchto 13 domů byl také realizován ve standardu nulového domu. Projekty domů z Koberovy jsou v současné době nabízeny jako standardní projekty.

V roce 2005 v České Republice, konkrétně v Brně, vzniklo občanské sdružení Centrum pasivního domu. Cílem sdružení je prosazování principů pasivního stavění novostaveb, rekonstrukce domů do pasivního standardu. Podpora výroby kvalitních komponentů pro výstavbu a jako dlouhodobý cíl mají vytvoření systému certifikace pasivních domů. Dále certifikace výrobků a služeb s nimi spojených. **[2]**

2.3.3. Projekty v oblasti nízkoenergetických a pasivních domů

Projektů v této oblasti stavebnictví vznikla celá řada, některé již zde byly zmíněny a další významné budou představeny v následujících odstavcích.

CEPHEUS – šlo o první projekt v oblasti pasivní výstavby v Evropě. Vznikl v letech 1998 až 2001 a jeho cílem byla podpora a prosazování pasivních staveb.

PEP (Promotion of European Passive Houses) – vznikl v letech 2005 až 2007 a cílem byla propagace pasivních staveb v západní a severní Evropě. Druhým cílem bylo vytvoření jednotných kritérií pro oblast navrhování pasivních domů. **[13]**

PASS-NET – jde o jeden z posledních projektů, vznikl v roce 2007 a zahrnoval svoji účastí již i nové členské země EU. Projekt vznikl za účelem prosazení cíle, kterým bylo vytvořit celoevropskou síť organizací, které prosazují a budou prosazovat pasivní domy na regionální úrovni. **[12]**

CEPH (Certified European Passive House Designer) – projekt vzniklý v letech 2008 až 2010 se zaměřením na vzdělávání odborníků, v první řadě z oblasti architektů a inženýrů. **[8]**

2.3.4. Devatero nízkoenergetického a pasivního domu

Devaterem se v tomto případě rozumí 9 základních zásad a pravidel, která je třeba dodržet při výstavbě nízkoenergetické a pasivního domu. Tato pravidla je třeba dodržet a zohlednit, aby dům splňoval potřebné parametry a mohl zároveň nabídnout svým obyvatelům patřičný komfort. Toto devatero je velmi důležité ve fázi již samotné myšlenky stavby a mělo by být zahrnuto do architektonického návrhu ve fázi návrhu dokumentace.

a) Komplexní přístup s logikou

Základním principem u domu je, že teplo, které z domu unikne, je třeba do domu dodat, ale pasivních budov je tomu naopak, tedy pokud z domu nic neunikne, nemusí se nic doplňovat. Zde je nutné se zamyslet nad budovou jako nad komplexem, protože to že má dům zaizolované stěny nebo solární panely na střeše z něho ještě nedělá nízkoenergetický. Jsou to stavební prvky, které výrazně ušetří energii a teplo, ale nízkoenergetický dům nevytvoří. V úvahu a zřetel je třeba vzít nejrůznější faktory, počínaje výběrem vhodného pozemku, orientace domu vzhledem k světovým stranám, stavební materiály a mnoho dalších, které jsou uvedeny dále v této kapitole. Velmi důležité je také vše naplánovat sladit již před začátkem stavby, protože se může stát, že dodatečně přidané zařízení může stavbu dosti prodražit a ve výsledku nemusí spolupracovat se zbytkem stavby, ale naopak. A hlavně velmi důležitým prvkem je pečlivost samotné realizace. Pokud firmy či stavebníci svoji práci neodvedou na maximální úrovni, nemusí vše fungovat, jak by mělo.

b) Respektování lokálních klimatických podmínek a orientace

Lokalita je velmi důležitým faktorem, jehož přehlédnutí může mít velmi neblahý vliv na samotnou stavbu. Mezi nízkoenergetickým domem v severních lokalitách s nižším počtem slunných dní a nižšími venkovními teplotami, než-li domem, v jižní části země, kde lze

využít výrazného slunečního zisku. Klimatické podmínky nejsou jediným faktorem, velmi důležitá je také orientace domu na pozemku. Správnou orientací můžeme velmi významně ovlivnit energetickou bilanci celého domu. Za tímto účelem je třeba dodržet, aby orientace obytných prostor, tedy prostor, kde se pohybujeme nejvíce, směřovala jižním, jihovýchodním anebo jihozápadním směrem. Sluneční paprsky a jejich energie nám do takovýchto prostor přinesou nejvíce tepla přímým světlem přes transparentní konstrukce případně akumulací v konstrukcích. Obslužné prostory jako technické místnosti, garáže apod. je vhodné severní orientací použít jako přirozenou bariéru proti chladu ze severu a tím ochránit obytnou část od prochládání. Ovšem orientací stavby a místností ke světovým stranám není vše vyřešeno, neboť velký a opomíjený význam do energetických výpočtů vnáší okolní zástavba a vysoká zeleň svým zastíněním.

c) Faktor tvaru

Zdánlivě nevýznamný faktor, ale v důsledku jeden z nejdůležitějších. Nízkoenergetické a pasivní domy jsou tvarově velmi prosté, bez zbytečných výklenků, balkonků, arkýřů apod. Tvar domu zastupuje důležitý faktor v posuzování energetické náročnosti budovy. Zjednoduším-li faktor tvaru, čím je tvar domu složitější, tím je jeho ochlazovaná plocha v poměru k obestavěnému prostoru větší a tím roste i spotřeba energie potřebná k jeho vytápění. U složitých konstrukčních prvků hrozí riziko tepelných mostů v kontaktních plochách a zvyšují se i pořizovací náklady. Faktor tvaru by neměl být podceňován, pokud chce stavebník spotřebu energie na vytápění domu opravdu dostat pod hranici 50 kWh/m^2, je nutné faktor tvaru udržet pod hodnotou 0,7. Může nastat případ, kdy i přes nízké hodnoty součinitele prostupu tepla U všemi použitými materiály a konstrukcemi se může energetická náročnost zvýšit a příčinou může být právě nedodržený poměr a velké ochlazované plochy. Faktor tvaru poztrácí významu u silně izolovaných konstrukcí, kde je podíl ztrát prostupem obvodovými konstrukcemi minimální.

Klimatické podmínky na území České Republiky jsou vhodné pro výstavbu, jak nízkoenergetických tak pasivních budov. Je to dáno mírnějšími zimními teplotami oproti severní Evropě, což umožňuje méně intenzivní metody vytápění. Letní období je také mírnější oproti naopak jižní Evropě, zde odpadá potřeba v dobře izolovaných domech využívat aktivního chlazení. V našem mírném klima si tedy provoz domu nevyžaduje velkých zdrojů tepla.

d) Tepelnotechnické podmínky

Obvodový plášť domu, tvoří ho stěny, okna, střecha, dveře, ale i podlahy a vliv je stejný jako u našeho oblečení, jde o takový šat domu. Vynikající tepelně technické vlastnosti pláště by měly zaručovat zanedbatelné ztráty tepla. Nezateplená fasáda domu může dům připravit až o 35% tepla úniky skrze sebe. Naopak kvalitním zateplením lze snížit spotřebu energie na vytopení budovy až o 50%. Nabídka je v tomto případě velmi bohatá a je opravdu z čeho vybírat. Lze užít zděnou výstavbu s kontaktním zateplením, masivní nosnou konstrukci v kombinaci s lehkými obvodovými prvky, v nabídce jsou, ale i lehké stavební systémy obsahující hrubou tepelnou izolaci. Dnes je nejvyužívanějším systémem pro izolaci obvodových zdí kontaktní zateplení. Důležité při výběru kontaktního zateplení je užití certifikovaného systému a hlavně užití celého systému od jednoho výrobce. Dnešním nešvarem ve snaze ušetřit je kombinování několika systémů a výrobců, ale výsledek je kontraproduktivní. Po první zimě se mohou objevit praskliny, navlhnutá místa a někdy i může dojít i k opadání.

Jedním z nejnamáhavějších částí pláště je střecha. Střecha musí odolávat přímým klimatickým jevům a za dosažení tepelně technických parametrů. Proto je u konstrukce střechy nutné pamatovat na důležité zásady a to například, že čím má střecha nižší sklon své roviny, tím musí být izolační vrstva silnější. Kupříkladu střecha se sklonem 10° by neměla mít slabší izolační vrstvu jak 30cm a u pasivního domu by měla mít vrstvu o minimální tloušťce 40cm. Jedná-li se o pasivní stavbu je zde je nutnost dodržení vzduchotěsnosti obalu. Těsnost snižuje tepelné ztráty a vytváří optimální podmínky pro využívání systému teplovzdušného vytápění s nuceným větrání a rekuperací vzduchu. Tato těsnost musí odolat podmínkám, které simulují nastalou vichřici. Ke změření tohoto parametru se využívá tzv. „Blower door test“. Test je v pořádku za předpokladu, že výměnu vzduchu netěsnostmi budovy nepřekročí 0,6 objemu vzduchu domu za hodinu.

e) Nepodcenit detaily a kvality zhotovení konstrukcí

Detaily. Jde často o věci, které si při výstavbě ani neuvědomujeme a mnohdy slepě důvěřujeme řemeslníkům a firmám v jejich dodržení. Nízkoenergetické a pasivní domy musí být postaveny bez netěsností v konstrukcích a hlavně bez teplotních mostů. Podmínkou pro fungován takových to domů je kvalitní a důsledně provedené tepelné zaizolování v místech konstrukčních spojení a napojení, zde je velmi důležitý výběr firmy. Detaily jsou důležité, protože ani nejdokonalejší a nejinovativnější materiály a konstrukce pro výstavbu energeticky nenáročných budov nesplní svůj účel, pokud nebudou použity správně a tak jak mají

být použity. Nekvalitní aplikace se může přinést pouze negativní efekt v podobě vynaložených investic a hlavně nefungujícího domu.

f) Vytápěcí systém je potřebné ušít na míru

Vytápění je srdcem každého domu a proto je třeba toto srdce navrhnut a vytvořit dle potřeb konkrétního domu a konkrétního uživatele. Z důvodu individuálních potřeb uživatelů domu nelze stanovit všeobecný systém pro standardní vybavení nízkoenergetického či pasivního domu. Vytápěcí systém a způsoby ohřevu jednotlivých medií by se měl stanovit jako souhrn zhodnocených možností a ty se liší případ od případu. Základem každého návrhu musí být racionální hospodaření s energií, která je potřebná jak na vytápění tak na přípravu teplé vody a zároveň provoz elektrospotřebičů. U domů nízkoenergetických a pasivních řešíme zásobování teplem z jiného pohledu než v běžných domech, a proto řešíme spíše pokrytí zbytkové potřeby tepla v domě, než-li jeho trvalé zásobování teplem. V těchto případech bývá vhodné zkombinování pasivních a aktivních využití sluneční energie, vhodně zvolený vytápěcí systém. Vytápěcí systém by měl být nízkoteplotní nebo ideálně teplovzdušný a měl by hlavně obsahovat regulované větrání se zpětným ziskem tepla. V těchto případech by se měly také přednostně volit systémy, které využívají obnovitelných zdrojů energie. U výběru odborníka či firmy na sestavení srdce domu je třeba brát velký pozor, protože důležité je navržení systému, který není přeplněný předraženými technologiemi, protože se tam dávají, případně potřebuje firma trochu vydělat a stavebník tomu nerozumí, ale systém bude obsahovat technologie i drahé ovšem spolu vzájemně kompatibilní a vytvářející jeden skvěle fungující celek. Jako příklad využití technologie lze uvést dnes velmi oblíbené solární kolektory na ohřev teplé vody, tuto technologii využijí spíše větší domácnosti s větší spotřebou teplé vody případně s využitím pro ohřev bazénu. Dají se samozřejmě použít i jako podpora vytápění, ale je zde třeba zrealizovat přizpůsobení topného systému a tím se začne ztrácet konečný ekonomický efekt systému. Představa energeticky nezávislého rodinného domu je v dnešní době pro lidi velmi lákavá hned z několika hledisek. Prvním je hledisko finanční, které určitě není zanedbatelné a dalším hlediskem je dnes velmi populární ekologie a citlivý přístup k přírodě, protože spousta lidí si dnes uvědomuje ekologickou a zátěž na přírodu a ekologii.

g) Větrání je potřebné mít pod kontrolou

Název následujícího odstavce se jeví, že nepotřebuje dalšího komentáře. Opak je ovšem pravdou. Vzduchotechnika je plícemi domu a v žádném případě, ani v úsporném se nesmí vynechat či podcenit ani v nízkoenergetickém a ani v pasivním domě. V případě rozhodnu-

tí investovat do perfektní neprodyšné izolace vnějšího pláště domu je nucené větrání samozřejmostí a nemělo by být opomenuto. Větrání okny je energeticky neefektivní a hodí se spíše pro běžné domy, kde je teplo stále dodáváno otopnou soustavou a nejsou u něho kladeny požadavky na spotřebu tepla na metr za rok. Dalším důvodem pro řízený systém větrání je spojení málo větraného prostoru s dokonale utěsněným obvodovým pláštěm domu, který může přinášet velké nesnáze a problémy s různými plísněmi a dalšími parazity libujícími si v málo větraném a vlhkém prostředí. Dalšími důvody pro realizaci systému řízeného větrání je standard domu. Postaveny dům, který je počítaný a navržený a realizovaný v pasivním standardu, splňuje sice výpočtové požadavky na pasivní stavbu, ale nerealizovaný větrací systém dům automaticky řadí mezi stavby nízkoenergetického standardu. Stejným způsobem u domu nízkoenergetického nelze zaručit nízkoenergetický standard, zaručující větrací systém, a dům se nemůže zařadit mezi nízkoenergetické stavby. Systém řízeného větrání nepřináší svým uživatelům a domu, ve kterém je nainstalován pouze řízené větrání, ale systém také zkvalitňuje vzduch v domě. Provoz systému je tichý a hygienický což ocení nejen alergici. Nejefektivnějším systémem řízeného větrání je v dnešní době větrání se zpětným ziskem tepla. Zpětný zisk tepla velmi podpoří myšlenku pouhého doplnění úbytku tepla v domě namísto trvalého dodávání energie do domu.

h) Součinnost uživatele a domu

Dalším důležitým aspektem už ne tak v návrhu jako spíše poté v samotné realizaci je součinnost obyvatel s domem. Nízkoenergetický či pasivní dům je stavba, jejíž smysl bude naplněn pouze v případě, že lidé, jež ho obývají, znají očekávání od domu a to nejhlavnější, umějí dům používat se všemi technologiemi v domě nainstalovanými. Plné využití všech vymožeností, které takovýto dům nabízí je možné pouze v případě dodržení následujících podmínek. Kvalifikovaná obsluha domu, která ví a zná, jak dům ovládat a jak s ním zacházet. Správné ovládání technických zařízení a součinnost s nimi, která je opět na obsluze domu, tedy na jeho obyvatelích. Respektování jednotlivých ročních období a střídání dne a noci je dalším důležitým prvkem. V součinnosti s domem je také obsažené určité přizpůsobení se obyvatel domu. Je-li někdo zvyklý na přetopený byt a v něm se pohybovat v lehkém oblečení, bude pro něho velkou změnou pobyt v nízkoenergetickém či pasivním domě. Důvodem je teplota v takovém to domě, která je koncipována na zdravé teplotní pásmo a tím jsou teploty od cca 20°C do cca 22°C. Dalším nešvar, který nízkoenergeticky náročná budova svým obyvatelům zakáže je spaní při otevřeném okně. Otevřené okno neumožňuje řízenému větrání správně fungovat, spíše mu to nedovoluje, proto je důležité v takovémto domě nechat větrání na řízeném systému. Ovšem systém dokáže při zavře-

ných oknech udržovat ložnici plnou čerstvého, příjemného vzduchu s teplotou okolo 20°C. V případě, že by obyvatelé chtěli svou teplotní pohodu posunout do vyšších stupňů, je třeba s tímto počítat již při konstrukci, návrhu domu. Velmi důležité je si uvědomit, že udržování teploty interiéru okolo 20°C je daleko méně nákladné než udržování vyšších teplot, protože nám stačí méně energie. Výpočty bylo dokázáno, že zvednutí teploty o 1°C zvýší spotřebu vytápěcího tepla o 6%. Chce-li mít doma někdo teplotu 26°C tam musí počítat se spotřebou vyšší o cca 500%.

Rozdílné teploty v jednotlivých místnostech je třeba ošetřit již ve fázi projektu, protože systém řízeného větrání udržuje ve všech místnostech bytu stejnou teplotu. Rozdílných teplot lze dosáhnout například pomocí lokálních vytápěcích těles, různými topnými zónami apod.

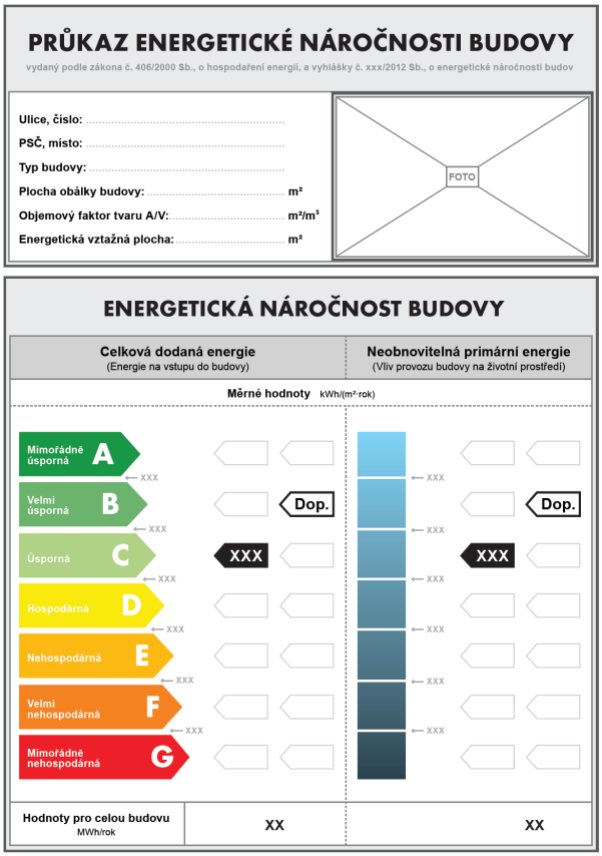
Další a velmi významné ušetření energie může ovlivnit sám obyvatel domu vhodnou volbou druhů zdrojů osvětlení, úsporných spotřebičů apod.

i) Ruku v ruce s ekologií

Možná zde zní spojení výstavby a ekologie jako nepříliš společné téma, ale vy výsledku je to téma téměř identické. Nejen provoz domu svoji nízkou spotřebou je ekologicky šetrný, ale i samotná výstavba doma by měla být provedena v co největším měřítku za použití materiálů šetřících životní prostředí a hlavně vyrobených z obnovitelných zdrojů. **[3]**

2.3.5. Průkaz energetické náročnosti budovy

Tento průkaz slouží k vyhodnocení energetické náročnosti budovy a tím kvantifikuje veškeré energie, které jsou spotřebovávané při standardizovaném provozu hodnocené budovy. Takto kvantifikovaná energie zařazuje budovu do příslušné třídy od A po G obdobně jako je tomu u elektrospotřebičů. Hodnocena je spotřeba veškerých energií vynalože-



Obrázek 1 - Průkaz energetické náročnosti budovy; Zdroj: [18]

ných na provoz budovy, jedná se o energii na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, úpravu vzduchu větráním, klimatizací a energií na osvětlení budovy a jejich přilehlých prostor.

Průkaz není žádná novinka posledních let, kritéria energetické náročnosti je stavebník je povinen dodržovat od 1.1. 2009 dle zákona č.406/2000 Sb. o hospodaření s energií. Průkaz je možné zhotovit pro jakoukoliv budovu nebo její ucelenou část. Zákon se zpřísnil od 1. 1. 2013, kdy došlo k bližší specifikaci naplnění. Zároveň vešlo v platnost, že stavebník je povinen zajistit zpracování štítku v případě výstavby nové budovy nebo při větších změnách již dokončených budov, nebo budovy užívané orgánem veřejné moci. Dále platí povinnost od 1. července 2013 pro budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 500m^2 a od 1. července 2015 s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 250m^2. Další změny zákona se týkají prodeje či pronájmu bytových domů či administrativních celků, kde je nutnost štítku od 1. ledna 2013 dodat PENB u prodeje budovy nebo její ucelené části případně pronájmu. Od 1. ledna 2016 i při pronájmu ucelené části budovy.

Průkaz pro budovu či její ucelenou část je platný 10let ode dne jeho vydání nebo větších stavebních úprav objektu. Nejdůležitější informací je, že štítek může vydat pouze energetický specialista s oprávněním ministerstva ke zpracování náročnosti budov. **[25]**

Průkaz energetické náročnosti budovy vstoupil v platnost 1. 4. 2013 vyhláškou 78/2013, která je aplikací evropské směrnice z roku 2010. Vyhláška upřesňuje a specifikuje kritéria, která napomáhají při porovnání či kategorizaci staveb z hlediska tepelně technických vlastností a zařazení budovy dl energetické náročnosti do příslušné třídy. Paradoxem dnešní doby je vznik imaginárního kritéria, které s realitou nemá nic společného a působí spíše zavádějícím a matoucím dojmem.

Jako novinka se provádí výpočet spotřeby neobnovitelné primární energie, dále NPE. Hodnota se získá pomocí přepočtových koeficientů. Toto kritérium má zásadní slovo ve výsledném hodnocení a ovlivňuje především stavby s elektrickými topidly, tak kritéria rozepíši blíže v následující podkapitole. **[25]**

2.3.6. Spotřeba neobnovitelné primární energie NPE

Hodnocených parametrů pro novostavby je velká řada, u novostaveb se berou ke stanovení tři kritéria, která jsou výchozí pro finální výpočet PENB.

a) Průměrný součinitel tepla

O tomto parametru jsem se již zmínil dost výše, tak tedy pouze krátce. Jde o souhrn hodnotící tepelně technické vlastnosti vnější obálky domu. Součinitele nemá žádnou vazbu na druh použitého topidla ani topného systému a můžeme ho zařadit mezi parametry objektivní pro výpočet.

b) Celková spotřeba energie

Celkovou spotřebou se rozumí veškeré energie v domě spotřebovaná k jeho provozu, tedy energie na vytápění, chlazení, přípravu TUV, osvětlení, vaření, … Ze všech spotřeb má asi nejvýznamnější podíl na celkové spotřebě vytápění. Z toho důvodu jsou patrné významné rozdíly u domů s elektrickým vytápěním, protože u elektrických topných systémů je dosaženo daleko vyšší účinnosti ve všech třech hodnocených stupních a to jak zdrojích, tak sdílení a ve finále i distribuci. Zajímavostí je, že dokonce předčí svou účinností i tepelná čerpadla. Za tento paradox může metodika výpočtu, protože nebere v potaz energii získanou z okolí systému. Vyhláška určující metodiku výpočtu celkové spotřeby neřeší, kde objekt energii získal, ale klik jí spotřeboval. Tento parametr je námětem pro diskuzi, neboť dle vyhlášky 78/2013 Sb. Takovýto výpočet naprosto neodpovídá realitě.

c) Celková spotřeba neobnovitelné primární energie

Jen těžko odhadnout, co si pod tímto názvem představit. Parametr sám o sobě nemá se stavbou a jejími vlastnostmi nic společného. Ve finále jde koeficienty, které byly v rámci EU stanoveny pro jednotlivé energetické zdroje. Tyto parametry poté „přepočítají“ či řekněme převedou množství dílčí energie potřebné k vyrovnání rozdílů na množství primární či prvotní energie. Elektrická energie je v tomto výpočtu řazena mezi nejméně efektivní zdroje a v obecném měřítku nejen pro vytápění. Množství a druh energií použitých v hodnocení stavby hrají velkou rolí a mají zásadní vliv na zařazení budovy. Paradoxem této parametrizaci a následného zařazení je, že domy s elektrickým vytápěním navzdory jedné z nejnižších celkových spotřeb energií jsou zařazovány do nejhorších kategorií a jejich parametry vycházejí nejhůře.

Pro názorný příklad nereálnosti parametrizace a výpočtu NPE zde uvedu tabulku číslo, kde je porovnání výpočtových hodnot s reálně naměřenými hodnotami u stavby s elektrickým přímotopným vytápěním a elektrickým ohřevem TUV. Z tabulky je patrné, jak významně se liší hodnoty výpočtové od reálných. Pro porovnání vezměme řádek první, kde je výpočtová hodnota pro modelový dům a porovnejme si údaje z řádku pátým. Zarážející je rozdíl v Celkové roční spotřebě. Kdy mezi výpočtem a skutečnou hodnotou je

rozdíl 5 MWk/rok a u měrné spotřeby energie je rozdíl téměř 32 kWh/m^{2}rok. V údajích týkajících se vytápění se došlo k také k významným rozdílům. U vytápění činil rozdíl téměř 7 MWh/rok a u měrné spotřeby pro vytápění dosáhl rozdíl necelých 44,5 kWh/m^{2}rok. Dle porovnání v této tabulce je patrné, že přepočet není nastaven úplně optimálně.

d) Faktory neobnovitelné primární energie

NPE byl stanoven a jeho výše určena příslušným orgánem EU na hodnotu 2,55 při 14% podílu elektřiny vyrobené z jádra v celé EU. Každá ze členských zemí má možnost si tento koeficient pozměnit dle podílu vlastní výroby elektřiny (tepelná, jaderná elektrárna, obnovitelné zdroje). Česká Republika stanovila hodnotu NPE na 3,0, což je nejvyšší hodnota NPE v rámci EU při podílu 33% elektrické energie vyrobené z jádra.

Koeficient je počítán na základě energetického mixu 2010, který ale bohužel nezahrnuje stále stoupající rozvoj fotovoltaiky. Účinnost elektráren je brána 30%, číslo pochází z výpočtu, kdy je pára z parních generátorů k pohonu turbín ochlazena a ztráta vložené energie do procesu v okolí je 70%. Výpočet zahrnutý do koeficientu již dnes není úplně správný, protože tyto ztráty jsou v případě uhelných či plynových elektráren, ale dnešní elektrárny jaderné, svoji technologií dosahují téměř 100% účinnosti.

Dalším faktem je hodnota NPE 1,1 pro hnědé a černé uhlí. NPE tím novostavbu s kotlem na tuhá paliva více preferuje, než-li budovu s tepelným čerpadlem. Způsobuje to opomíjení zřetele na malé zdroje znečištění, které jsou svým způsobem nekontrolovatelné, a vyhláška ekologický dopad neřeší. NPE pro kusové dřevo má hodnotu 0,1. Pro vysvětlení přepočtu NPE u dřeva uvedu malý příklad. V domě je za rok spáleno 10m^3 dřeva a dle koeficientu NPE je spotřeba neobnovitelné primární energie 10%. Výpočet nám tedy říká, že v tomto domě bylo spotřebováno 10% zdrojů energie a zbylých 90% zdrojů energie se obnoví v průběhu období, kdy se zdroj energie nevyužívá.

Dalším úskalím NPE je jeho časová omezenost. Vyhláška ustavující hodnotu NPE se může změnit každých 3-5 let a platnost PENB je v trvání deseti let, bohužel vlastnosti domu jsou neměnné v čase. Tím může dojít k případu, kdy stejný dům bude mít o 5 let déle horší vlastnosti a tím i nižší cenu dané nemovitosti.

e) Praktický dopad NPE na PENB

Spotřeba neobnovitelné primární energie, která je jako jeden ze závazných ukazatelů, součástí PENB je určována za použití koeficientů, které nelze nikdy objektivně stanovit z celkové spotřeby energie. V tomto případě jde o velmi citelný zásah do trhu, kdy jsou spotřebitelé nuceni hledat alternativy a obcházet pomocí virtuálních opatření ukazatel, který jim brání ve stavbě domů, který si vysnily. Nejjednodušším řešením pro domy s elektrickým vytápěním je instalace krbu či krbových kamen do domu. Instalací se do výpočtu

Podlahová plocha [m^2]	Zatřídění obálky	Celková spotřeba energie [MWh/rok]	Měrná spotřeba energie [kWh/m^2rok]	Vytápění [MWh/rok]	Měrná spotřeba vytápění [kWh/m^2rok]	Zdroj údajů
158	C	13,7	86,7	**10,05**	**63,6**	**Modelový výpočet**
207,7	C	20,5	98,7	15,3	73,7	Modelový výpočet
122,8	C	8,5	69,2	2,9	24,2	Údaje z faktur
119,5	C	8,1	67,8	2,8	23,7	Údaje z faktur
158,4	C	8,7	54,9	**3,1**	**19,2**	**Údaje z faktur, podružný elektroměr pro vytápění**
186,7	C	9,2	49,4	3,3	17,7	Údaje z faktur
88,3	C	6,6	74,7	2,4	26,2	Údaje z faktur

Obrázek 2 - Přehled spotřeb energií [18]

dostane zdroj energie na tuhá paliva a NPE pro dřevo je 0,1, což velmi citelně zasáhne do výpočtu a tím ve většině případů dojde ke splnění podmínek a schválení projektu.

f) Předpokládaný vývoj PENB

Předpokládaný vývoj přinesl změny v metodice výpočtu a úkolem odpovědných osob byla změna podílu jednotlivých způsobů výroby elektřiny, kdy by se energetický mix neměl brát zpětně, ale naopak s výhledem 3-5 let do budoucnosti. Náhled do budoucna by měl také zohlednit energetickou koncepci státu a případně již odsouhlasených investic. Další změnou je stanovení účinnosti výroby elektřiny, kdy by se měla brát v úvahu tzv. BAT, tedy The best available technology, neboli reálně dosažitelná účinnost daného energetického zdroje. Dále je na úvaze zohlednění vyrobené elektřiny v kogeneračních jednotkách v tvorbě NPE pro elektřinu. Koeficient NPE byl změněn a zapracován do vyhlášky 78/2013 Sb. **[18]**

2.4. Materiály pro výstavbu a zdroje energie nízkoenergetických a pasivních budov

Kapitola věnována materiálům na výstavbu a druhům zařízení a vybavení nízkoenergetických a pasivních domů. Zvolené materiály hrají velmi významnou roli v kvalitě a funkčnosti stavěné budovy. Správnost výstavby neovlivňuje pouze výše zmíněných 9 zásad výstavby, ale i druh a kvalita použitých materiálů a technologií.

2.4.1. Materiály pro výstavbu

Nosné konstrukce mají zásadní dopad do energetické náročnosti budov. Nosné konstrukce mimo vlivu na energetickou stránku budov nesou také ekologickou stopu, která je zahrnována do hodnocení kvality stavěné budovy. U pasivních domů je předpoklad, že bude užito stavebních materiálů, u kterých je nejen ekologická výroba, ale i energetické úspory při výrobě těchto materiálů.

Moderní stavební konstrukce a jejich velmi bohatý výběr přinesly nejen optimální tepelnou pohodu a vlhkost v domech. Moderní izolace dnes mimo významných úspor kilowatthodin nabízejí úsporu přírodních zdrojů, a energií potřebných k jejich výrobě. Vzhledem k nárůstu stavebníků, kteří zastávají životní styl spjatý s přírodou a životním prostředím. **[23]**

a) Masivní zděná stavba s vnější tepelnou izolací

Jde o stavby s nosnou konstrukcí, která má velmi dobré akumulační vlastnosti, co se tepla týče, ale stavba vůbec neizoluje. Stavby s masivními zdmi je nutné z vnější strany obvodových zdí dostatečně izolovat kvalitní a hlavně dobře zvolenou izolací. Výhodou těchto staveb je schopnost značné akumulace tepla. Největší předností těchto staveb je nekomplikovanost a snadnost výstavby. Z konstrukčních předností bych uvedl hlavně možnost opomenutí provedení parozábran či parobrzd jako u jiných staveb. Nevýhodou staveb s masivním zdivem je nižší šetrnost k životnímu prostředí. Nízká šetrnost je zapříčiněna velkou spotřebou energie při výstavbě. Pórobetonové tvárnice či pórovité cihly jsou nevhodným stavebním materiálem pro nízkoenergetické a pasivní domy z důvodu spojení technických vlastností od nosné funkce přes tepelně akumulační až po tepelně izolační. Mohlo by se zdát, že je to ideální stavební materiál, ale opak je pravdou, protože materiál má sice všechny vlastnosti, ale ty jsou ve výsledku proti sobě a výsledný efekt je, že materiál vlastně neplní ani jednu funkci naplno a ideálně. Ovšem s vynalézavostí dnešních stavebníků, lze s pomocí výpočtů zkombinovat stavivo s nejen moderními izolačními materiály. Dnes lze použít i tradiční izolační materiály jako sláma, vlna apod.

Stavební materiály, které je možné užít pro výstavbu tohoto typu stavby, mohou být například: nepálené i pálené plné cihly, betonové tvarovky případně železobeton nebo vápenopískové cihly.

Izolační materiály, které lze užít pro zaizolování konstrukcí jsou například: tuhé desky z konopí, vlákna ze dřeva, rákos, korek, minerální vlna, polystyren, polyuretan, slaměné balíky, měkké desky z konopí, lnu či dřevěných vláken, minerální vlny, lze užít i drcenou celulózu. Při izolování vnějších konstrukcí měkkou izolací je třeba izolaci doplnit o odvětrávací mezeru, případně doplnit difúzní propustný záklop. **[24]**

b) Lehká dřevostavba

Lehká dřevostavba je jedním z nejpoužívanějších konstrukčních systémů při stavbě domu ze dřeva. Nosná konstrukce takovýchto staveb je tvořena dřevěnými trámky a dřevěnými profily. Vláknitá tepelná izolace vyplňuje u lehkých dřevostaveb prostory mezi jednotlivými nosnými prvky. Stavební systém je velmi podobný klasické střeše s dřevěnými krovy. Konstrukce nosných částí domů je tvořena identickou skladbou materiálu, kdy se u střechy mezi krovy umisťuje tepelná izolace. Stěny by měly být navrženy difúzně z důvodu prostupu vodní páry a vlhkosti. Vnitřní interiérové stěny se vybavují parobrzdou, která je obvykle realizována OSB deskami. Tyto desky jsou poté pokryty tepelnou izolací a z vnější strany difúzně propustným záklopem případně odvětrávanou fasádou. Již několikrát jsem zde zmínil onu parobrzdu, jde o vrstvu zajišťující vzduchotěsnost domu a brání průniku vodních par do stěn, kde by mohla zkondenzovat a způsobit výskyt plísní či jiných závad. Zde je velmi důležité dodržení jednoho z devíti výše zmíněných bodů a to kvalita zpracování, protože ve spojích musí být spoje pečlivě spojeny a velmi těsně zalepeny. Stavba se může realizovat buď celá na místě, kdy je konstrukce z trámků a profilů na místě doplněna izolací. Druhou variantou výstavby je stavba domů z prefabrikovaných bloků, které se na míru zhotoví u stavitele a poté se z bloků zkompletuje dům na místě realizace. Velkou výhodou oproti předchozímu typu budov je šetrnost k životnímu prostředí. Šetrnost je zajištěna především nejmenší spotřebou energie na výstavbu. Mezi nevýhody tohoto typu patří náročnost na utěsnění spojů mezi konstrukcemi a hlavní nevýhodou je velmi malá schopnost akumulovat teplo.

Materiál užívaný pro stavbu nosných konstrukcí jsou: dřevěné trámky a dřevěné profily.

Materiál užívaný pro izolování těchto staveb je: měkké desky z konopí, lnu, dřevěných vláken, výplně z drcené celulózy a slaměné balíky. **[24]**

c) Masivní dřevostavba

Masivní dřevostavba je budova jejíž nosnou konstrukci tvoří panely ze dřeva. Jednotlivé panely jsou vyrobeny z prken, které jsou k sobě lepeny ve vrstvách. Takto vyrobené panely jsou následně řezány dle potřebných rozměrů, dopravovány na místo stavby, kde se z nich poté skládá nosná konstrukce stavby. Nosnou konstrukci už poté stačí z vnější strany pouze zakrýt tepelnou izolací. Obdobně jako u lehkých dřevostaveb je zde velká výhoda v jednoduchosti provedení nosné konstrukce a možnost skládání dřevěných panelů na místě stavby. Dalšími výhodami je usnadnění realizace parobrzd, kdy se u takových staveb přelepují pouze místa spojů jednotlivých panelů, namísto celoplošných parozábran. Masivní stavby také oplývají lepší schopnosti tepelné akumulace, než-li lehké dřevostavby, ale zdaleka nedosahuje na kapacity masivních zděných budov.

Materiál pro výstavbu nosné konstrukce je dřevo ve formě prken, z kterých jsou vytvářeny panely a z nich následně řezány jednotlivé části domu.

Materiálem vhodným pro tepelnou izolaci jsou materiály obdobné jako u předchozích druhů budov. Jde o materiály jako tuhé desky z konopí, dřevěných vláken, rákosu, korku či minerální vlny, možné je i využití balíků slámy. V případě užití měkkých izolací je nutné vytvoření provětrávané mezery, případně difúzně propustného záklopu. Mezi měkké izolace řadíme měkké desky z konopí, lnu, dřevěných vláken, minerální vlny či výplní z drcené celulózy. **[24]**

2.4.2. Zdroje energie

Zdroje energie můžeme rozdělit na dva druhy a to energie využívané pro provoz domu a energie potřebné k zisku tepla. Zdroje využívané pro provoz domu jsou dané, protože elektřina je ve většině případů do domu přivedena páteřními sítě. Domy, které v dnešní době disponují solárními panely, které vyrábějí určitou část spotřeby elektrické energie, sice přibývá, ale nemůžeme je prozatím počítat mezi soběstačné domy, z důvodu nočních procesů. Zdrojem tepla rozumíme jakýkoliv zdroj, který ohřeje libovolné medium na požadovanou teplotu a zajistí tím tepelnou pohodu uvnitř domu. **[22]**

a) Biomasa

Biomasa je široký pojem, který zastřešuje „přírodní“ tuhá paliva. Biomasa je má nejčastěji formu lisovaných briket, peletek, štěpek či jiné těmto podobné formě. Materiály pro lisování briket jsou různé od odpadní suroviny jako například dřevěná kůra, dřevěné štěpky, piliny, sláma případně suché části rostlin, které jsou pěstovány za účelem zpracování na biomasu. Biomasou se rozumí také kusové dřevo. Asi největší výhodou, kterou biomasu

má a získává si díky ní velkou oblibu je její zařazení mezi obnovitelné zdroje energie s minimálními účinky negativně působícími na životní prostředí. Negativní účinky ovšem nevznikají za předpokladu dodržení zásad správného spalování. Velmi zajímavá u biomasy je produkce CO_2, který je u biomasy nulový. Nulový koeficient vzniká sečtením výsledků při spalování a za dobu růstu a života jednotlivých rostlin. U biomasy je velmi ekonomicky lákavé spojení obnovitelných zdrojů z lokálních produkcí s vysoce energeticky úsporným pasivním domem. U pasivních domů je nejčastěji využívaná varianta peletek pro jejich malé rozměry, nízkou cenu a hlavně možnost využití automatického provozu vytápění a regulace. Je-li regulace ještě navíc podpořena vodním tepelným výměníkem a zásobníkem, lze docílit velmi kvalitního a funkčního systému. Zdroje tepla využívající biomasu mají vysokou úroveň účinnosti, která se pohybuje mezi 84 – 90% a poměrně nízkou spotřeba paliva. Díky vydatnosti cca 5kW z 1kg biomasy je možné prodloužit dávkovací intervaly až na jednou za týden a při spojení s termostaty a časovačem lze nastavit i dobu a délku topení obdobně jako například u elektrického vytápění. Biomasa není zdrojem tepla pouze pro menší rodinné domy, ale lze jí vytápět i velké stavby jakými jsou bytové domy, školy a jiné nejen komerční budovy s velkými užitnými plochami. U velkých budov je možné spojení zdroje tepla na biomasu použít i k výrobě elektrické energie a takovýmto spojení vzniká tzv. kogenerační jednotka. Pro takovéto velké zdroje jakými jsou kogenerační jednotky je nejvhodnějším palivem brikety či pelety z lisovaného dřevního odpadu či štěpek, ale možné je využití slaměných balíků. V České Republice se očekává do budoucnosti velký nárůst využívání biomasy z důvodu významného potenciálu ve výrobě biomasy na energetické účely a díky tomu i cenové výhodnosti. **[1]**

b) Elektřina

Vytápění elektrickou energií patří mezi zdroje tepla s nejnižšími pořizovacími náklady a možností dosažení velkého komfortu. Elektřina jako zdroj nemá pouze výhody, ale má jednu velkou nevýhodu a tou jsou vysoké provozní náklady s nejistou prognózou cen do budoucnosti. Dalšími strašáky v podobě navýšení nákladů je přechod mezi jednotlivými druhy vytápění. V případě přechodu z topných fólií či přímotopů na teplovodní systém se jedná v důsledku o vytvoření nového systému nikoliv pouze rozšíření stávajícího řešení. Další nevýhodou je zde nemožnost rozlišení mezi primární a dodávanou elektřinou. Zde je patrná neefektivita v podobě plýtvání elektřinou vyrobenou z velmi cenných neobnovitelných zdrojů. Tomuto plýtvání lze samozřejmě zabránit, jinak by ani elektřina neměla mnoho šancí uspět na trhu konkurence se zdroji tepla. Nabízeným řešením jsou tepelná čerpadla. O tepelných čerpadlech se podrobněji zmíním v dalším odstavci. **[26]**

c) Tepelná čerpadla

Teplená čerpadla se jako zdroj tepla využívají převážně z důvodu jejich miniaturních rozměrů a velmi efektivní účinnosti. Dalším velkým plusem hovořícím v jejich prospěch jsou také nízké provozní náklady, které se promítnou do provozu celého domu, protože při instalaci tepelného čerpadla dům automaticky získá výhodnější tarif na spotřebu elektřiny. Malým prostorovými nároky, ovšem klady nekončí, dále je tu jednoduchost regulovatelnosti, není třeba v domě budovat komín a v neposlední řadě odpadá starost o zajištění a uskladnění paliva.

Pro pasivní domy se doporučují tepelná čerpadla spíše s menšími topnými výkony, která i přes svůj menší výkon dostatečně pokrývají potřeby tepla a ohřevu užitkové vody. Topný faktor těchto zařízení se pohybuje mezi 2 až 4 s ročním průměrem pohybujícím se okolo 3,5.

U samostatných pasivních domů se nejčastěji realizují tepelná čerpadla typu vzduch - voda případně země - voda. Tepelná čerpadla voda – voda se u nás spíše nevyužívají, a když tak jenom ve velmi výjimečných případech. Jaké má který druh výhody a využití.**[1]**

První druh tepelného čerpadla vzduch voda funguje na principu práce se vzduchem získaným z okolního prostředí skrze primární okruh, což je ventilační jednotka umístěná vně domu, sloužící ke vhánění vzduchu do topného sekundárního okruhu. Následuje vytápění domu prostřednictvím sekundárního okruh, kterým rozumíme vlastní topnou soustavu domu. **[3]**

Druhým druhem tepelných čerpadel jsou země – voda. Princip je velmi podobným prvním druhu, pouze s rozdílem primárního okruhu, kde místo ventilátoru vhánějícího vzduch je čerpadlo, které pohání nemrznoucí kapalinu okruhem zemního kolektoru, který je natažen pod povrchem zahrady. U tohoto druhu čerpadel se můžeme setkat ještě s variantou zemního vrtu. Jde o velmi nákladnou variantu, která je využívána spíše u větších staveb nebo staveb s požadavkem chlazení budovy v letních měsících. Spojením tepelného čerpadla s větrací jednotkou můžeme získat tzv. kompaktní jednotku, která umí využít přebytečného tepla a uložit v externím zásobníku, z kterého později umí dotápět celý systém. Kompaktní jednotky mají bohužel omezený výkon a možnosti. Kompaktní jednotky oplývají vysokou účinností, které je dosaženo díky regulaci jednotlivých prvků systému. Takováto jednotka u běžného domu s obytnou plochou okolo 140 m^2 se umí pohybovat se spotřebou energie okolo 2500 kWh ročně na vytápění objektu a i ohřev teplé vody. Velmi jednoduchá je i instalace těchto systémů, protože vyžadují pouhé napojení spotřebičů na jednotku. **[26]**

d) Solární energie

Solární kolektory paří mezi nejznámější a nejrozšířenější způsob jak využít sluneční energii. Minimální provozní náklady kolektorů jsou vyváženy vyšší pořizovací cenou kolektorů. Jsou velmi vhodný doplňkem systémů pro ohřev teplé vody, kde se navrhuje jejich kooperace pro pokrytí mezi 60 až 70% potřeby teplé vody. Kolektory jako topné systémy jsou nákladnější a jejich využití není tak časté. Nevýhodou je zimní období, kdy je malo slunečných dní. Předimenzování plochy se spíše obtíže přidělají, protože se prodraží investice a tím se prodlouží dobá návratnosti. Dalším velkým problémem při předimenzování je přebytečné teplo v letních měsících. Účinnost a zisky tepla se dají velmi ovlivnit polohou a natočením panelů, ideální je jižní orientace se skonem 40 – 45°.

Solárních kolektorů podobně jako tepelných čerpadel je několik druhů. Největší odlišnosti jsou ve tvaru a uložení absorbéru, použité absorpční vrstvě a tím i účinnosti. Na trh se dodává mnoho druhů kolektorů, ale nejúčinnější jsou vakuové ploché či vakuové trubicové kolektory, které jsou dražší ovšem účinnější. Roční zisk z kolektorů v ideálním roce s ideálním počtem slunečných dní je v rozmezí od 500 do 800 kWh/m^2 kolektorové plochy. Účinnost každého kolektorového systému závisí mimo jiné i na navrženém zásobníku teplé vody.

Solární energii, ale v dnešní době nemusíme přeměňovat pouze na teplo. Využitím fotovoltaických článků jsme schopni sluneční energii přeměnit na elektřinu. Opět s předpokladem ideálního počtu slunečných dní se zde můžeme bavit o zisku od 800 do 1100 kWh elektrické energie na 10m^2 instalovaných článků, což není zanedbatelný počet. Vezmeme-li v potaz pasivní dům o užitné ploše cca 100m^2 a celkové roční měrné spotřebě energie cca 5MWh, můžeme uvažovat o většinovém pokrytí spotřeby. V případě instalace větších ploch fotovoltaiky můžeme docílit nulového až plusového domu. Dům nulový je v rámci výsledných celoročních spotřeb, aby se stal nezávislým, musel by být odpojen od sítě a energii pro období neslunečných dní schraňovat v akumulátorech či případně doplňovat energii ze své větrné elektrárny. **[26]**

2.4.3. Možnosti energií

Elektrická energie

Elektrická energie je hojně využívanou energií. Dnešní doba nabízí možnost volby mezi dvěma druhy elektřiny. Prvním druhem je klasická elektřina získávána tradičními způsoby z neobnovitelných zdrojů, tedy uhlí, apod. Druhým druhem, který je dnes nabízen

spotřebitelům je tzv. „zelená energie“. Zelenou energií je zde chápána elektřina získána z obnovitelných zdrojů jako např. solární, větrná či vodní energie. **[22]**

Distribuční soustava elektrické energie je tvořena vzájemně propojeným systémem zařízení pro přenos elektřiny ke koncovým zákazníkům. Systém musí mít řídící, ochranné, informační a hlavně bezpečnostní podsystémy, které jsou schopny pracovny s napětím kolem 110 kV, systémy domácnosti pracují s napětím 230 V. Provozovatelem takovéto soustavy se může stát fyzická osoba s držením licence na distribuci elektrické energie. Na území ČR dnes operují tři distributoři. Na území hlavního města Prahy je distributorem PRE Distribuce a.s.. Jihočeský kraj, Jihomoravský kraj s Prostějovskem, Zlínský kraj bez Vsetínska a Kraj Vysočina bez oblasti Havlíčkobrodska distribuci zajišťuje E.ON Distribuce a.s.. Na zbývajícím území České Republiky, včetně oblasti zkoumané v praktické části, je distribuce zajišťována společností ČEZ Distribuce a.s. **[22]**

Elektřina se distribuuje dle jednotlivých distribučních sazeb, které specifikují daného odběratele a zvýhodňují odběratele s vyšším odběrem. Sazby plní dále ochranou funkci pro odběratelem, protože jasně kategorizují odběratele a jasně definují pravidla pro stanovení poplatků za odběr elektřiny. V České Republice je využíváno celkem 9 sazeb distribuce.

Sazba D01d – jde o jednotarifní sazbu, která je určena ke svícení a napájení malých elektrospotřebičů v domácnosti. Domácnosti nevyužívají elektřinu ani k ohřevu vody ani k vytápění. Sazba je vhodnou volbou pro malé domácnosti a rekreační chaty s malou spotřebou.

Sazba D02d – je také jednotarifní sazbou s využitím stejným jako u sazby D01d, ale určena pro domácnosti s vyšší spotřebou.

Sazba D25d – je dvoutarifní sazbou využívanou k běžnému provozu domácností, které využívají elektřinu k ohřevu vody. Podmínkou pro využívání tohoto tarifu je nainstalovaný bojler pro ohřev vody. Sazba je rozdělena na nízký tarif běžící 8 hodin denně a vysoký tarif, který vyplňuje zbytek dne. U tarifu je také nutné technicky zařídit vysazení bojleru v období vysokého tarifu, např. pomocí HDO a doložit revizí zprávu.

Sazba D26d – jde opět o dvoutarifní sazbu určenou pro větší domácnosti. Nízký a vysoký tarif je rozdělen stejně jako u sazby D25d, tedy 8:16. Nutností pro užívání tarifu je používání akumulačního topení a elektrického ohřevu vody. Také tato sazba vyžaduje revizi, blokaci vysokého tarifu pomocí HDO a navíc je zde podmínka, kdy domácnost je povinna prokázat, že příkon všech spotřebičů na vytápění a ohřev vody se min. 55% z příkonu hlavního jističe. Pokud ne, pak musí domácnost prokázat rovnost výše teplených ztrát a příkonu spotřebičů. Sazba D35d – Zde je dvoutarifní sazba již výhodnější v poměru

nízkého ku vysokému tarifu 16:8. Podmínkou pro využívání je instalace hybridního elektrospotřebiče pro vytápění v podobě přímotopu či akumulačních kamen. I zde je nutná podmínka minimálně 50% příkonu hlavního jističe případně rovnost tepelným ztrátám. Revize a instalace HDO je u těchto tarifů již samozřejmostí.

Sazba D45d – Sazba vhodná pro domácnosti vybavené přímotopem, protože poměr nízkého ku vysokému tarifu je 20:4. Podmínkou tarifu je instalace přímotopu v budově, instalace HDO, revizní zpráva a prokázání minimálně 40% podílu příkonu hlavního jističe vytápěním nebo součet všech příkonů hybridních spotřebičů souhlasí s tepelnými ztrátami domu.

Sazba D55d a **D56d** – jde o speciální dvoutarifní sazbu určenou pro domácnosti, vytápěné tepleným čerpadlem. Sazby se liší datem uvedení do provozu, kdy u D55d jsou to čerpadla do 31.3. 2005 a D56d čerpadla od 1.4. 2005. Podmínkou je rovnost výkonu tepelného čerpadla s tepelnými ztrátami domu. Podmínky jsou stejné s předchozími sazbami, tedy revize a HDO.

Sazba D61d – speciální sazba určená pro rekreační objekty, jako například chaty a chalupy. Cena vysokého tarifu je velmi vysoká a nízky tarif je zde aktivní od pátku 12:00 do nedělní 22. hodiny. Podmínky zde nejsou stanoveny žádné a tarifem je možno hýbat jednou za 12 měsíců.

Sazba D27d – jde o novou speciální sazbu, která je určena na nabíjení elektromobilů. Sazbu nelze užít na jiný účel a nízký tarif je zde minimálně 8 hodin **[30]**

Zemní plyn

Zemní plyn je druhým nejrozšířenějším zdroje energie v nízkoenergetických stavbách. Distribuční soustava pro zemní plyn je tvořena systémem pro vedení plynu mezi předávacími stanicemi a koncovými uživateli. Systém se skládá z plynovodu a dalších příslušných technických zařízení. Provozovatelem distribuční soustavy plynu se může v České Republice obdobně jako u elektřiny, každá fyzická osoba s držením licence na distribuci plynu. Na území České Republiky operují tři distributoři plynu. Jihočeský kraj ovládá E.ON Distribuce s.r.o., území hlavního města Prahy zásobuje Česká plynárenská Distribuce a.s.. Ostatní území republiky distribučně pokrývá společnost RWE GasNet s.r.o. **[7]**

U zemního plynu je situace jednodušší v otázce tarifů. Tarify jsou zde využívány 4 základní.

Tarif D1 – vaření – tento tarif je vhodný pro domácnosti, kteří využívají zemního plynu spíše sporadicky a v převážné míře k vaření. Zde je předpoklad odběru domácnosti v ob-

dobí po sobě jdoucích 12 měsíců od 0 do 2110 kWh, což odpovídá přibližně množství 200 m^3 odebraného plynu.

Tarif D2 – Ohřev – tarif je využíván převážně domácnostmi v menších rodinných domech, kde je plyn využíváno k vaření a ohřevu TUV. Předpokládaný odběr plynu ve stejném období je od 2110 kWh do 17935 kWh, což opět po přepočtení odpovídá rozmezí 200 až 1700 m^3 odebraného plynu.

Tarif D3 – Topení – tarif je určen domácnostem s vyšší spotřebou plynu, z důvodu využití k ohřevu TUV, vaření a vytápění domácnosti. U tohoto tarifu je předpoklad odběru za sledované období od 17935 kWh do 68575 kWh, což je množství odpovídající od 1700 do 6500m^3 odebraného plynu.

Tarif D4 – Maxitopení – Tarif je určen domácnostem s velmi velkým odběrem zemního plynu až přes 6500m^3. Jedná se převážně o velké domy, které mimo vaření, ohřevu TUV a topení plynem vytápí např. garáže, bazény, apod.

Tarifu plynu pokračují dále až po tarif D8, ale liší se pouze množstvím odebraných m^3 za rok. Množství jsou již tak obrovská, že běžná domácnost takovéto spotřeby nedosáhne. **[25]**

2.4.4. Dotační možnosti pro stavebníky

Dnes jej již možnost využití dotačních programů na výstavbu nízkoenergetických a pasivních domů. Velké dotace lze získat nejen na novostavby, ale i rekonstrukce starších domů. Pro zisk takovéto dotace je vcelku trnitá cesta, ovšem v mnoha případech s tučným koncem. Pro zisk dotace je třeba vypracovat a předložit projekt, který musí být vypracován autorizovaným inženýrem v oboru pozemních staveb, projektantem, autorizovaným architektem, případně energetickým auditorem, který vše vypracuje na základě projektové dokumentace. **[26]**

Energetickou dotaci lze čerpat ve třech oblastech, které jsou označeny písmeny A, B a C. Oblast A se zabývá snižováním energetické náročnosti stávajících rodinných domů. Oblast B zastřešuje výstavbu nových rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností na provoz. Oblast C se věnuje podpoře využití efektivních zdrojů energie.

V podmínkách není nijak specifikováno, co konkrétně se musí na domě vyměnit, opravit, či zrealizovat v tom a tom duchu. Dotaci je tím pádem možné využít na výměnu, či ohrazení nových oken, dveří, zateplení domu, jak fasády, tak interiérových prostor, změna zdroje tepla za tepelné čerpadlo, či přechod na solární zdroj. Dokonce je možné požádat o více dotace na více věcí naráz, protože platí pravidlo, že o čím více je požádáno, tím více

je vyplaceno. Je tedy možné vyměnit okna, dveře, provést zateplení podkroví, zateplení fasády, výměnu zdroje za čerpadlo, nainstalovat fotovoltaiku a o vše naráz požádat.

Při splnění podmínek v oblasti B, že spotřeba tepla domu nepřesahuje 15 kWh/m^2 za rok, a součinitel prostupu tepla obálkou je nižší než 0,22 W/m^2K. Dále má dům nainstalován větrací systém s rekuperací tepla a majitel domu doloží protokol o blower door testu s úspěšným výsledkem (002) Může majitel, vždy pouze první, získat dotaci až ve výši 550.000kč na dům a až 400.000kč na dům se spotřebou maximálně 20 kWh/m^2 za rok. Oblast C zahrnuje úpravy týkající se výměn kotlů spalujících neekologická paliva (uhlí, koks, …) za např. kotle na biomasu, plynové kondenzační kotle, apod. Případně výměnu elektrického kotle za tepelné čerpadlo. Do této kategorie spadají i solární systémy, kde je možné získat dotaci až 100.000kč na dům Podmínkami u solárních systémů je pokrytí potřeb tepla z 50%, vybavení topného systému vyrovnávací nádrží o minimální objemu 80l na 1 kWp instalovaného topného výkonu. Dají se získat i vyšší částky z dotací, ale zde už se jedná o systémy propojené s distribuční soustavou a tam jsou podmínky složitější. **[8]**

Příklady některých dotačních programů, které lze dnes využít jsou například Zelená úsporám, kotlíková dotace, apod.

3. CÍL A METODIKA

Kapitola se věnuje vymezení cílů a hlavního cíle práce. Dále je zde popsána metodika postupu posouzení jednotlivých parametrů, vedoucích k naplnění cílů a postupu k získání informacím pro celkový cíl práce.

3.1. CÍL PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je porovnání vybraných nákladů souvisejících s provozem domácnosti. Tyto náklady byly analyzovány ve třech technologicky rozdílných skupinách domů situovaných ve stejné lokalitě.

Metodika pro porovnání jednotlivých domů mezi sebou má společná omezení a před samotným srovnáním je třeba ověření kritérií. Kritéria jsou zvolena tak, aby domy bylo možné lépe porovnat a hlavně, aby jejich porovnání bylo realizovatelné.

Kritéria stanovena pro vstup do porovnání:

- Lokalita okolí městyse Častolovice v okr. Rychnov nad Kněžnou do 15km
- Minimálně 3 roky v užívání
- Minimální podlahová plocha 100 m^2
- Využití ke každodennímu obývání
- Minimálně dvě dospělé osoby a minimálně jedno dítě v domácnosti

Po splnění zadaných kritérií byly pro domy definovány tři skupiny:

- Skupina 1 - klasické stavby
- Skupina 2 – nízkoenergetické stavby
- Skupina 3 - pasivní stavby

Domy byly nejprve porovnány mezi sebou v rámci každé skupiny, dle níže uvedených kritérií. NA základě tohoto srovnání získáme přehled o domech v jednotlivých skupinách (1 - A, B, C; 2 – A, B, C; 3 – A, B, C). Tento výsledek bude použit jako vstupní data v dalším srovnání, kdy porovnáme všechny domy mezi sebou navzájem. Srovnání domů navzájem má stejná kritéria jako porovnaní domů v rámci skupiny.

Použitá kritéria hodnocení staveb:

- Použitý stavební materiál
- Izolace vnějšího obalu budovy
- Izolace podlah
- Nezávislost zdroje energií
- Náklady na 1 m^2 výstavby budovy

- Náklady na spotřebu energií pro chod domu
- Celkové náklady na provoz domácnosti

Na základě technologických vlastností jsou domy porovnávány z hlediska technologické vybavenosti a vybavenosti zdroji energie. Srovnání technologických vlastností je omezeno na použitý stavební materiál, kde je porovnávána λ jednotlivých materiálů. Izolace vnějšího obalu domu a izolace podlah s nezávislostí zdrojů energií jsou dalšími vlastnostmi za technologickou část.

Ekonomické vlastnosti jednotlivých domů jsou posuzovány především na základě nákladů ze jednotlivé energie na provoz domu. Náklady jsou brány jako součet několika vstupujících prvků. Elektrická energie je zde brána globálně, to znamená, že není dělena na energii na vytápění, ohřev TUV, svícení, vaření apod. Takto rozdělit energii dnes 99,9% domácností rozdělit nedokáže. Náklady za energie jsou tedy součtem nákladů za elektřinu, plyn a případná tuhá paliva. Do celkových nákladů jsou také zahrnuty ostatní náklady pod, kterými jsou zahrnuty nutné náklady k provozu domácnosti jako např. poplatek za revizi a čištění komínu u tuhých, plynných paliv, apod. Údaje o spotřebách energií jsou stanoveny aritmetickým průměrem za uplynulé tři roky.

Náklady na provoz domácnosti jsou také porovnány s daty ze statistického úřadu o průměrných nákladech na provoz domácnosti obývané dvěma dospělými osobami a dvěma dětmi v Královehradeckém kraji.

Údaje o technologické vybavenosti a dalších parametrech domů byly získány z projektové dokumentace, poskytnuté samotnými majiteli. Doplňující informace byly získány prostřednictvím řízeného rozhovoru s majiteli domu. Data o spotřebách energií byla poté získána z vyúčtování od poskytovatelů, které měli doma majitelé budov. Data pro porovnání průměrné spotřeby v Královehradeckém kraji byla poté získána z Českého statistického úřadu.

4. EKONOMICKÉ ASPEKTY UŽÍVÁNÍ/VÝSTAVBY JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ STAVEB

V kapitole věnované praktickému naplnění cílů dojde ke srovnání několika domů, které jsou rozděleny do tří skupin. První skupinou budou domy standardní, které jsou stavěné před 15 a více lety, kdy se teprve začínalo s nízkoenergetickými stavbami. Druhou skupinu budou tvořit domy nízkoenergetické, tedy domy v dnešní době běžné a v nejnižším standardu, který je možné postavit. Třetí, poslední skupinu budou tvořit domy pasivní, tedy domy s velmi nízkými náklady na provoz a postaveny z kvalitních materiálů, pečlivými postupy.

4.1. Standardní domy

Standardními domy jsou myšleny běžné domy s výstavbou v 90. letech a dříve. V těchto domech se zpravidla nenalézá žádné ze současných vybavení a konstrukčních prvků. Nejčastějšími stavebními materiály byly plné cihly a plynosilikát, který se dnes již nepoužívá. Izolace domů je žádná nebo velmi nízká. Tepelné mosty se v té době neřešily více méně vůbec.

1A

a) Stručný popis stavby

Zděný rodinný dům je zasazen do řádového domu postaveného na periferii městyse Častolovice. Řadový domek je v podsklepeném dvoupodlažním provedení. Dům je využíván ke každodennímu bydlení. Dům je obýván třemi dospělými osobami a psem menší rasy. Dům není nijak zvlášť modernizován, pouze vybavení domácnosti je průběžně obměňováno dle možností vlastníků. Pro dnešní trend ve stavebnictví má velké plus v podobě ploché střechy.

b) Orientace domu na světové strany, teplené zóny

Dům má vzhledem k orientaci na světové strany velmi příznivé umístění. Dům je orientován rohem na sever a v tomto rohu se nachází kuchyň v přízemí a ložnice v patře. Ostatní místnosti mají východo-jižní orientaci. Ze západní strany je dům zastíněn sousedním řadovým domkem, se kterým sdílí jednu stěnu.

Dům je rozdělen do tří zón, ale v reálném dopadu pouze do zón dvou. První zónou, která je pouze temperována je sklepení s garáží. Druhou zónu tvoří obytné prostory

v přízemí a prvním nadzemním patře, kde je teplota udržována ústředním topením s termostatickými hlavicemi v každém pokoji.

c) Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály

Vzhledem ke staršímu roku výstavby okolo roku 1980 je materiálů použitých na domě velká spousta. Podsklepení je vystavěno z příčně děrovaných cihel. Obvodové stěny přízemí a 1. nadzemního patra jsou vystavěny z plynosilikátu, který byl pro výstavbu v této době velmi oblíbený pro svoji dostupnost. Okenní výplně jsou standardní dvousklá šroubovaná okna. Lodžie u obývacího pokoje je zastřena plastovým systémem s plexisklovými výplněmi a ručním ovládáním. Fasáda je bez jakýchkoliv tepelných izolací. V té době se dělaly pouze cementové fasády. Střecha je šikmá. Povrch střechy tvoří písková lepenka, která je upevněná na heraklitové desky. Izolační vrstvu zde tvoří pouze 100mm minerální plsti. Posledním místem v domě, kde je řešena izolace je podlaha v přízemí, kde je pod betonovou podlahou 30mm polystyrénu.

d) Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií

Rodinný dům je napojen na obecní rozvod vody. Na pozemku u domu není studna ani žádný jiný zdroj vody. Odpadní voda je svedena do městské kanalizace a odváděna do obecní čistírny odpadních vod. Dešťová voda ze střechy domu je odváděná rovněž do městské kanalizace. Jediným externím zdrojem vody je 1000l nádrž, která zachytává vodu ze zahradního domku na zahradě a slouží k zalévání zahrádky.

Dům má přípojku na plyn zhotovenou, ale plynu již v dnešní době využíváno v domácnosti není. Vaření přešlo na elektřinu a k jinému účelu není plynu v domácnosti zapotřebí.

S elektrickou energií je v tomto domě složitější. Využívána je zde ke svícení, kde většina svítidel ještě využívá klasických vláknových žárovek. Dále je elektřina využívána na přípravu TUV v 160l bojleru s elektrickým ohřevem a příkonem 2 kW. V domě je také nainstalován elektrokotel o výkonu 12 kW. Vytápění domu je zajištěno centrálně radiátory. Z důvodu modernizace domu před mnoha lety není známo výpočtové množství elektřiny potřebné k zajištění chodu domu. Původní dokumentace domu uváděla jako zdroj tepla kotel na tuhá paliva, který byl dimenzován pro tři bytové jednotky v řadovém domě. Později se obyvatelé dohodli, že budou mít topení každé své, ale dokumentace od nového provedení se nedochovala. Spotřebu elektřiny lze tedy zjistit pouze dle vyúčtování od společnosti poskytující energie. Domácnost díky nainstalovanému elektrokotli využívá sazbu D45d a spotřeba za poslední 3 roky je 19,2;

19,7 a 19,5 MWh/rok. Průměrná spotřeba domácnosti je tedy cca 19,46 MWh/rok. Vyjádřeno ve finančních prostředcích jde o 39.000 kč/rok. Dům nevyužívá žádnou z možností fotovoltaických či solárních systémů.

e) Shrnutí stavby

Dispozice domu: 5+1+G

Zastavěná plocha: 78,85m^2

Podlahová plocha: 230,55 m^2

Povrch zdí: 175,71 m^2

Povrch skleněných ploch: 32,94 m^2

Poměr prosklení: 18,74 %

Stěny: Plynosilikát a dutá cihla cca 300 mm

λ stěn: 0,520

Izolace fasády: 300 mm polystyrenu

Izolace podlah: polystyren vata Ø tloušťka 30mm

Izolace stropů: 100 mm čedičové vaty

Okna: Dřevěná okna

λ oken: ---

Primární zdroj tepla: Elektrokotel 12 kW

Programovatelný chod: NE

Sekundární zdroj tepla: Ne

Primární zdroj TUV: Elektrobojler

Spotřebiče v domácnosti: cca 90% spotřebičů v třídě min. A

Osvětlení domácnosti a domu: cca 85% vláknových

Rekuperace: NE

Solární systém a fotovoltaika: Ne

Orientační náklady na výstavbu: 234.000 Kč → 2.810.000 Kč

1B

a) Stručný popis stavby

Rodinný dům je vystaven v kopci na samém konci obce. Lokalita je zde přívětivá, protože dům obklopují ze dvou třetin kopce a z další strany se pod ním rozprostírá obec. Dům je vystaven z kombinace cihel a plynosilikátu v jednopatrovém provedení. Dům i podsklepní, ale bez obytných místností, zde se nachází pouze technické místnosti a garáž. V podkroví je příprava pro možnost rozšířit dům na dvougenerační stavení, přistavěním obytného patra. V domě žijí momentálně tři dospělé osoby a dům využívají dvě ke každodennímu bydlení. Třetí osoba bude opět na stálo bydlet od června 2017, do té doby v domě přebývá pouze o víkendech.

b) Orientace domu na světové strany, teplené zóny

Dům má na severní stranu situované dětské pokoje, na východní stranu předsíň. Jižní strana je zastoupena kuchyní s jídelnou a obývacím pokojem. Na západní stranu

se poté nachází ložnice. Dle slov obyvatel jim trochu chladnější ložnice nedělá problém, ale špatné jsou chladné dětské pokoje, které navíc zastiňuje kopec za domem. Vzhledem ke světovým stranám není dům situován nejlépe.

Tepelné zóny, zde nejsou opět nijak řešeny jako u předchozího domu. U domů stavěných v těchto letech se tyto detaily neřešily. Dům má tedy jednu teplotní zónu a tou je celé obytné patro. Druhou teplenou zónou je podsklepení, které je v tomto případě z cca 30% také vytápěno. Třetí zónou, bychom mohly nazvat trochu problémové podkroví, které není izolováno ani vytápěno, jak píši v další kapitole.

c) <u>Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály</u>

Skladby stavebních konstrukcí u domů v 80. letech byly velmi jednotvárné. Použité materiály jsou až na detaily shodné s předchozím domem. Obvodové zdi jsou vystavěny z plynosilikátu, který je obezděn plnými cihlami a mezi ně je umístěno 20 mm čedičové vaty. Vnitřní příčné zdi jednotlivých místností jsou vystavěny z dutých příčkových cihel o síle 100 a 150 mm. Okna na domě jsou již vyměněna a tradiční dvojsklá šroubovaná okna byla vyměněna před cca deseti lety za plastová 5ti komorová okna s dvojsklem. Jejich počty a rozměry byly ponechány. Na podsklepení a podkroví jsou stále okna původní, ale vzhledem k nebytové povaze prostor je neuvažujeme. Dveře do domu jsou dřevěné, klasické bez jakýchkoliv izolačních či bezpečnostních prvků. Fasáda domu je stejně jako u předchozí stavby břízolitová bez zateplovacího systému. Střecha na domě je klasická tvaru A, jako krytina byly použity eternitové desky. Vnitřní zdi po celém domě jsou vystavěny z dutých cihel a omítnuty štukovými omítkami. Jelikož v domě nejsou řešeny zóny, tak mají všechny zdi jednotnou sílu. Strop a podlaha mezi podsklepením a prvním podlažím je zhotoven z hurd, které jsou vyplněny betonem a pod podlahovým betonem v patře odizolovány 20 mm čedičové vaty. Stejně konstrukčně řešený strop a podlahu má první patro s podkrovím, kde ještě navíc na podlaze ze strany podkroví je cca 150 mm škváry a na ní betonová podlaha. Ze strany izolací domu zde bylo vše řečeno a nic dalšího není k doplnění, neboť dům nemá izolovanou ani střechu ani strop nad obytnou částí.

d) <u>Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií</u>

Budova pro zajištění dostatku vody pro chod domácnosti využívá klasické napojení na obecní řád. Svůj soukromý zdroj vody v podobě studny či jiného zdroje nevlastní. Odpadní voda odchází skrze septik s přepadem do obecní kanalizace. Dešťová voda je v případě tohoto domu řešena vsaky. Voda je svedena na jednu stranu střechy a odtud

je odváděna na vedlejší louku, kde se přirozeně vsakuje. Dům disponuje možnosti mechanického zadržení dešťové vody odkloněním jednoho ze svodů do cca 1000l nádrže. Voda z této nádrže je poté využívána na zalévání zahrádky a dřevin na zahradě.

Dům má přípojky plynu přivedenou pouze na hranici pozemku do HUP, ale do domu plyn zaveden není, protože není v domě žádného plynového spotřebiče.

Elektřina v domě je odebírána klasickým způsobem z veřejného řádu. Domácnost využívá elektřinu na vaření, svícení. V domě je také 200l bojler, který ohřívá TUV pomocí elektřiny. Vzhledem k instalaci elektrického ohřívače vody domácnost využívá sazbu D25d. Výhodou je zde poskytnutí 8 hodin levného proudu právě na ohřev vody. Roční spotřeba elektřiny za poslední 3 roky byla 9,12; 9,19 a 8,17 MWh. Průměrná roční spotřeba domácnosti je tedy 8,82 MWh/rok. Při využívané sazbě D25d jde o finanční náklady ve výši cca 19.500 kč/rok. Dům nedisponuje žádnou variantou fotovoltaiky ani solárního systému.

Teplo v domě je zajištěno kotlem na tuhá paliva značky DAKON o výkonu 26kW. V kotli je spalováno černé uhlí cca 30 q/rok a cca 15 m^3 dřeva. Při předpokladu průměrné ceny černého uhlí za poslední roky, cca 520 Kč/q, jsou náklady na vytápění cca 16000 Kč. Náklady na dřevo jsou rozdílné dle druhu a kvality dřeva. Cena dřeva za m^3, což je považováno dřevo již dodané ve formě polen, tedy pořezané a naštípané, se pohybuje od 1470 do 1900 Kč/m^3. Je možné získat dřevo v kládách, které se musí doma dále zpracovat, ale tuto možnost nemá každý, ale zde náklady na 1 m^3 dřeva jsou od 800 – 1500 Kč/m^3. V našem případě lze tedy uvažovat o nákladech za dřevo štípané kolem 1685 Kč a celkových ročních kolem 25.500 Kč/rok.

e) <u>Shrnutí stavby</u>

Dispozice domu: 5+1+G
Zastavěná plocha: 151,0m^2
Podlahová plocha: 286,0 m^2
Povrch zdí: 242,4 m^2
Povrch skleněných ploch: 44,7 m^2
Poměr prosklení: 18,4 %
Stěny: Plynosilikát a dutá cihla cca 300 mm
λ stěn: 0,520
Izolace fasády: 300 mm polystyrenu
Izolace podlah: čedičová vata Ø tloušťka 20mm
Izolace stropů: NE
Okna: Plastová s trojsklem
λ oken: 0,9
Primární zdroj tepla: Kotel na tuhá paliva DAKON o výkonu 26 kW
Programovatelný chod: NE
Sekundární zdroj tepla: Ne
Primární zdroj TUV: Elektrobojler

Spotřebiče v domácnosti: cca 90% spotřebičů v třídě min. A

Osvětlení domácnosti a domu: cca 85% vláknových

Rekuperace: NE

Solární systém a fotovoltaika: Ne

Orientační náklady na výstavbu: 302.600 Kč → 3.630.000 Kč

1C

a) Stručný popis stavby

Jedná se o zděný dům s výstavbou z 60. let. Dům je vystavěn ve tvaru kostky s plochou střechou. Dům je také podsklepen jako většina domů z tohoto období. Dům je využíván ke každodennímu obývání. V současné době v domě žijí tři dospělé osoby a tři dospělé osoby nahodile dojíždí a přebývají různou dobu. Dům nedisponuje vzhledem ke svému datu výstavby žádnou z moderních a nových technologií. Vybavení domácnosti je ovšem úměrné dnešní době a odpovídající dnešnímu standardu. Ovšem velkým plusem tohoto domu je jeho plochá střecha.

b) Orientace domu na světové strany, teplené zóny

Dům disponuje velmi neobvyklou orientací obytných místností. Ložnice a obývací pokoj s jídelnou jsou orientované na východ. Jižní orientaci zabírá pouze kuchyň a částí jídelny. Na západní stranu jsou situovány dětské pokoje a na severní stranu je orientována koupelna. Rozdělení domu na zóny je zde velmi zajímavé, neboť v domě se vyskytuje pouze zóna vytápěná a temperovaná. Chladná zóna v domácnosti není. Teploty v obývací části domu zajišťují radiátory s termohlavicemi v každém pokoji.

c) Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály

Starší datum výstavby s sebou přináší i velmi nezvyklé kombinace stavebních materiálů, které jsou použity na domě. Obvodové stěny domu jsou vystavěny z plných cihel v kombinaci s plynosilikátovými bloky. Vnitřní stěny domu se skládají z plných cihel. Okna na domě jsou již kombinovaná ze špaletových oken v přízemí a skládaných šroubovaných oken v patře. Fasáda je zhotovena z břízolitu bez jakékoliv izolace. Střecha je plochá, pokrytá pískovou lepenkou. Izolace domu není nijak silně řešená. V podlaze není izolace žádná, betonová podlaha je zhotovena přímo na udusané hlíně v základech. Izolace stropu v patře je zhotovena minerální vatou, bohužel její sílu se nepodařilo nikde zjistit. Podlahy jsou betonové a pokryty dlažbou a koberci. Podlahy nemají žádnou tepelnou izolaci, protože dříve se neprováděla.

d) Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií

Rodinný dům potřeby vody pro domácnost čerpá z obecního vodovodního řádu. Ale pro technické účely jako zalévání zahrady, případné napouštění bazénu apod. využívá jako zdroj vody vlastní studnu, která je na zahradě domu. Odpadní voda je svedena do obecní kanalizace bez použití jakékoliv jímky či čističky, protože městys odvádí odpadní vodu do čistírny odpadních vod do Kostelce nad Orlicí. Dešťová voda s ohledem na studnu není nijak zadržována a je svedena do kanalizace.

Přípojka plynu je v tomto případě zavedena až do domu, protože dům je z 80% plynofikován. Plyn zde byl do loňského roku využíván na topení, ohřev TUV a vaření. V současné době je plynu využíváno k ohřevu TUV a k vytápění domu za pomocí plynového kondenzačního kotle. Vzhledem k vyššímu využívání plynu je domácnosti přiřazen tarif D3. Spotřeba plynu za poslední tři roky v této domácnosti byla 19,99; 19,85 a 18,94 MWh/rok. Průměrná spotřeba za poslední tři roky je tedy cca 19,59 MWh/rok. Tato spotřeba odpovídá průměrné spotřebě 1805,7 m^3/rok zemního plynu. Toto množství plynu odpovídá průměrné roční platbě okolo 26.000 Kč/rok.

Elektrická energie je v domácnosti využívána především na svícení a napájení drobných domácích spotřebičů. V současné době je elektřina využívána k vaření. Z důvodu chybějícího velkého spotřebiče na vytápění či ohřev vody domácnost využívá sazbu D02d. Roční spotřeba za poslední tři roky zpět je 4,2; 4,3 a 4,3 MWh/rok. Průměrná roční spotřeba za tyto tři roky je tedy 4,27 MWh/rok. Za rok rodina vynaloží 15.500 Kč/rok. Dům nevyužívá žádného řešení alternativních zdrojů v podobě fotovoltaiky či solárních systémů.

e) Shrnutí stavby

Dispozice domu: 5+1

Zastavěná plocha: 77,65m^2

Podlahová plocha: 155,3 m^2

Povrch zdí: 187,51 m^2

Povrch skleněných ploch: 28,64 m^2

Poměr prosklení: 15,27 %

Stěny: Plynosilikát a plná cihla cca 300 mm

λ stěn: 0,520

Izolace fasády: 30mm polystyrenu

Izolace podlah: Polystyrénové desky Ø tloušťka 20 mm

Izolace stropů: Čedičová vata o síle 100 mm

Okna: Dřevěná šroubovaná

λ oken: ---

Primární zdroj tepla: Kondenzační plynový kotel

Programovatelný chod: ANO

Sekundární zdroj tepla: NE

Primární zdroj TUV: Plynový kotel

Spotřebiče v domácnosti: cca 90% spotřebičů v třídě min. A

Osvětlení domácnosti a domu: cca 65% vláknových

Rekuperace: NE

Solární systém a fotovoltaika: Ne

Orientační náklady na výstavbu: 242.000 Kč → 2.905.000 Kč

4.2. Nízkoenergetické domy

2A

a) Stručný popis stavby

Jde o zděný, rodinný dvoupodlažní dům umístěný v satelitní zástavbě na okraji obce. Satelitní zástavba se nachází na bývalém poli na kopci na okraji obce. Dům je využíván ke každodennímu obývání dvěma dospělými osobami a jedním dítětem.
V domácnosti také s rodinou žije pes střední velikosti. Po technické stránce je dům vybaven standardními spotřebiči a zdroji na dnešní dobu. Pouze drobně vyčnívající je akumulační krb pro temperování obytných prostor stavby.

b) Orientace domu na světové strany, tepelné zóny

Dům má vcelku dobré umístění v rámci světových stran, protože většina obytných prostor je orientována od východojižního po jihozápadní směr. Na sever jsou umístěny pouze garáž, technická místnost a předsíň. Obytných místností se severní orientací je v domě minimum, jde pouze o dětský pokoj a pracovnu v patře a jedno okno zasahující do kuchyně v přízemí. Ovšem zde je vliv severní stěny minimální, protože kuchyň je součástí obývacího pokoje, který má ve své zadní části velké portálové okno, které je orientováno na jih.

Dům jako celek je rozdělen do tří teplotních zón, vytápěných několika teplotními zónami s různými teplotními spády.

c) Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály

Hlavním stavebním materiálem domu jsou pálené cihly Wienerberger o síle 440 mm Eko Dryfix, které jsou spojovány speciální pěnou. Tento stavební systém je velmi vhodný pro nízkoenergetické domy, protože pojivo v podobě pěny zajišťuje zachování vzduchových dutin. Dutiny vznikají dodržením jedinečného postupu tohoto systému a při správném zhotovení dolní hrany a věnce mají velmi významný izolační vliv.
V pásmu mírného klima dokonce takovéto domy nevyžadují doplňkovou izolační vrstvu, aby dosáhly nízkoenergetického standardu. Okna na domě jsou vyrobeny ze

dřeva s europrofilem 72 mm a vyplněna trojsklem. Všechny dveře na domě jsou vyrobeny ze speciální vrstvené desky, která je tvořena ocelovým rámem s výplní z polystyrenu a dřevotřísky. Vnější obal domu je zhotoven z termoizolační omítky zakryté silikonovou barevnou omítkou od firmy Weber. Střecha je zhotovena z pálených tašek firmy Tondach. Vnitřní konstrukce jsou v rámci tepelných mostů ošetřeny speciálně položenými stropními panely, které nezasahují do věnce domu, kde by mohly prochládat. Vnitřní odizolování domu je zhotoveno ze stříkané izolace. Vlastnosti 1 cm stříkané izolace jsou stejné jako 3cm izolační vaty. Stříkanou izolací jsou odizolovány stropy obytné části domu, zbytek střešních ploch je odizolována klasickou izolační vatou. Podlahy domu jsou v každém patře tepelně odizolovány a zhotoveny jsou z betonu z důvodu akumulace tepla. Jejich akumulační perioda je 2 hodiny. Dvě hodiny se nahřívají a 2 hodiny chladnou po ukončení natápění.

d) Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií

Dům je napojen pouze na veřejný rozvod vody a odpadů. Na pozemku u domu není studna. Ovšem u domu je vytvořen vodní rezervoár o kapacitě 4 m^3. Zásobník je plněn dešťovou vodou z celé plochy střechy. Další možností jak rezervoár naplnit je přepnutí odtoků v revizní šachtě a vodu, která odtéká z DČOV do obecní kanalizace odklonit do rezervoáru.

Dům není připojen k rozvodu plynu. Na hranici pozemku, na kterém dům stojí je HUP, ale bez plynoměru.

Dům plně využívá elektrickou energii, kterou bere v plné výši z rozvodné sítě. Dům nevyužívá žádný z alternativních zdrojů. Není vybaven ani fotovoltaikou a ani žádným jiným zařízením. Dům je osazen třemi 25A jističi. Všechna zařízení a vybavení používaná v domě svými příkony nepřesahují stanovené jističe. Obytná část domu je vytápěna vodním podlahovým topením. Technické prostory v obytné části jsou také vytápěny vodním podlahovým topením. Podlahové topení pracuje na teplotním spádu 30/25 °C O temperování prostoru garáže se starají dva deskové radiátory s teplotním spádem 40/25 °C. Veškeré teplo do systému dodává elektrokotel o výkonu 12 kW. Kotel je rozdělen na 2x3 kW a 1x 6kW topných patron, z důvodu lepší regulovatelnosti spotřeby elektřiny a potřeby tepla. Elektrokotel také zajišťuje přípravu TUV skrze externí zásobník vody o objemu 80l, který je schopen natopit za cca 20 minut. Při průběžném dotápění uživatel nepozná, že teplá voda dochází. Zhruba 95 % svítidel v domácnosti je tvořena LED svítidly, která minimalizují spotřebu elektrické energie. Dle průvodní dokumentace je měrná spotřeba elektrické energie na vytápění na rok

stanovena na 14.423 kWh/rok. Ovšem dosavadní spotřeba domácnosti za poslední tři roky zpět byla 5,35; 5,57 a 5,46 MWh. Průměrná spotřeba domácnosti je tedy 5,46 MWh/rok. Roční průměrná spotřeba vyjádřená v korunách je 11.000 Kč/rok. Dle dokumentace a projektu se měla spotřeba pohybovat okolo 14,4 MWh/rok. Jako sekundární zdroj tepla je v domácnosti krb s akumulační obestavbou, který je schopen vytopit přízemí na 22 °C a po dobu cca 16 h ji temperovat na tuto teplotu. Doba temperování je odvislá od venkovních teplotních podmínek, tento čas je dodržen pouze v rozpětí teplot +5 °C – 15 °C. Za poslední tři roky byla průměrná spotřeba dřeva kolem 6 m^3/rok. V peněžních nákladech pro domácnost to znamená výdaj cca 10.500 Kč/rok.

e) Shrnutí údajů

Dispozice domu: 5+1+G
Zastavěná plocha: 165,75m^2
Podlahová plocha: 168,0 m^2
Povrch zdí: 217,60 m^2
Povrch skleněných ploch: 21,7 m^2
Poměr prosklení: 9,97 %
Stěny: Porotherm 450mm
λ stěn: 0,150
Izolace fasády: Izolační omítka
Izolace podlah: Polystyrénové desky Ø tloušťka 200mm
Izolace stropů: Stříkaná izolace o síle 350mm
Okna: Dřevěná s trojsklem
λ oken: 0,7
Primární zdroj tepla: Elektrokotel Protherm REY 12 kW
Programovatelný chod: ANO
Sekundární zdroj tepla: Krbová vložka Ortner s akumulační obestavbou o výkonu 56,4kW (předpoklad 12 hodin akumulace + vytápění sousední místnosti)
Primární zdroj TUV: Elektrokotel kotel
Spotřebiče v domácnosti: cca 90% spotřebičů v třídě min. A+
Osvětlení domácnosti a domu: cca 95% LED
Rekuperace: NE
Solární systém a fotovoltaika: Ne
Orientační náklady na výstavbu: 3.750.000 Kč

2B

a) Stručný popis stavby

Nízkoenergetický dům postavený v nové satelitní zástavbě uprostřed vesnice na bývalém poli, je vystavěn v klasickém stylu patrového domu s garáží. Dům je vysta-

věn z klasického zdiva, tedy pálených cihel. Dům je využíván ke každodennímu obývání střední rodinou. V současné době v něm bydlí pouze dvě dospělé osoby. Z hlediska technologií je dům vybaven standardním zařízením, které odpovídá současným trendům. Většina zařízení a vybavení domu je v energetické třídě A. Dům nedisponuje ani žádným zvláštním zařízením či vybavením, není zde užito ani fotovoltaiky ani jiného solárního využití.

b) <u>Orientace domu na světové strany, teplené zóny</u>

Rodinný dům je velmi dobře orientován ke světovým stranám. Na severní stranu je orientována čelní strana domu s vchodem a garáží, pracovnou a koupelnou. Na severní stranu je také orientována přední okno kuchyně, která je propojena a obývacím pokojem. Obývací pokoj je přes celý dům a tím využívá i východní a jižní světovou stranu. Ostatní obytné místnosti domu jsou orientovány na všechny světové strany.

Tepelné zóny domu zde nejsou rozděleny, prostor domu je tvořen obytným přízemím s garáží a obytným patrem, ale celý dům je vytápěn na jednotnou teplotu. Tudíž rozdělení na zóny tu není.

c) <u>Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály</u>

Rodinný dům je vystavěn z pálených cihel Porotherm o síle 400 mm spojených systémem DryFix, tedy izolační pěnou. Zdivo je pro tuto lokalitu dle odborníků zvoleno dobře i s volbou nevyužití dodatečné vrstvy izolace. Přesto se stavebníci rozhodli pro dodatečnou vrstvu izolace mezi zdivo a silikonovou barvu. Tloušťka izolační vrstvy tvořené polystyrénem je 120 mm a je po celé ploše domu. Tuto izolační vrstvu uzavírá silikonová fasádní barva od WEBERa. Výplně otvorů jsou realizovány plastovými okny s 5ti komorovými systémem a výplní z trojskla. Vnější trojskla jsou ještě doplněna pokovenou vrstvou pro ještě lepší izolační účinek. Vchodové dveře v hlavním vchodě a zadním vchodě jsou též plastové izolační. Garážová vrata realizovala firma s termoizolačních sendvičů. Střecha je realizována v klasickém valbovém provedení. Krytinou je betonová taška BRAMAC. Vnitřní zdi jsou vystavěny z dutých cihel a ošetřeny štukovou omítkou. Podlahy tvoří anhydrit, který je zakryt dle druhu místnosti kobercem, plovoucí podlahou či dlažbou. Izolace podlahy je řešena, pouze pod anhydridem o síle 80mm polystyrenu. V patře není podlaha izolována vůbec. Stropy a šikminy v patře jsou odizolovány cca 350 mm minerální vaty. 350 mm minerální vaty je odizolován i vrchlík střechy na půdě.

d) Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií.

Napojení domu na veřejný vodovod je řešeno klasickým napojení na páteřní rozvod v satelitu. Odpadní voda odchází z domu přes ekologický septik s filtrem do obecní kanalizace. Dešťová voda z plochy střechy odtéká z dešťových svodů do obecní kanalizace a není nikde zachytávána.

Dům je napojen na páteřní rozvod plynu, který přes HUP odebírá pro provoz domu. Dům je plně vytápěn plynovým kotlem JUNKERS o výkonu 22 kW. Plynový kotel je využíván na 100 % potřeby TUV pro domácnost. Vzhledem k odběru zemního plynu pro účely ohřevu vody a topení má domácnost tarif D3. Předpokládaná spotřeba zemního plynu na rok pro dům je navržena na 29,8 kWh/m^3/rok. Skutečné odebrané množství za poslední tři roky je 8,1; 8,3 a 8,1 MWh/rok. Průměrná spotřeba je tedy 8,2 MWh/rok, což odpovídá odběru cca 775 m^3 ročně. Spotřeba je tedy u tohoto domu výrazně nižší, než byla spotřeba navrhovaná. Finanční vyjádření spotřeby zemního plynu domácnosti je cca 10.500 Kč/rok.

Elektrická energie je v domě využívána pouze na svícení a vaření. Dle nízkého využití odpovídá i její nízká spotřeba, která byla za poslední tři roky 3,58; 3,45 a 3,72 MWh/rok. Průměrná roční spotřeba elektřiny je tedy cca 3,58 MWh/rok, což odpovídá v přepočtu nákladu cca 13.000 Kč.

e) Shrnutí stavby

Dispozice domu: 5+1+G
Zastavěná plocha: 125,36 m^2
Podlahová plocha: 147,40 m^2
Povrch zdí: 183,88 m^2
Povrch skleněných ploch: 9,39 m^2
Poměr prosklení: 5,1 %
Stěny: Porotherm 300 mm
λ stěn: 0,230
Izolace fasády: 120mm polystyrenu
Izolace podlah: Polystyrénové desky Ø tloušťka 80mm
Izolace stropů: Minerální vata o síle 350mm
Okna: Plastová s trojsklem
λ oken: 0,9
Primární zdroj tepla: Plynový kotel JUNKERS 22 kW
Programovatelný chod: ANO
Sekundární zdroj tepla: NE
Primární zdroj TUV: Plynový kotel
Spotřebiče v domácnosti: cca 90% spotřebičů v třídě min. A+
Osvětlení domácnosti a domu: cca 95% LED
Rekuperace: NE
Solární systém a fotovoltaika: Ne
Orientační náklady na výstavbu: 2.500.000 Kč

2C

a) Stručný popis stavby

Rodinný dům typu bungalov je vystavěn v satelitní zástavbě na periferii města Solnice. Dům se nachází na původní louce u hlavní silnice hned za odhlučňovacím tarasem. Rodinný dům je realizován jako dřevostavba na klíč. Rodina tento dům užívá ke každodennímu bydlení. Dům obývají čtyř lidé, dva dospělí a dvě děti. Rodina má také malého psa. Jde o klasický dům ve standardu novostavby, tedy nízkoenergetický, ale bez nějakých sofistikovaných technických řešení. Dům je zařízen průměrnými spotřebiči a technologiemi.

b) Orientace domu na světové strany, teplené zóny

Orientace domu ke světovým stranám je velmi příznivá a splňuje základní pravidlo orientace domu na pozemku. Dům má na chladnou severní stranu, která je zároveň i jedinou otevřenou stranou krajiny, orientovanou technickou místnost a koupelnu. Na východní stranu je poté orientován dětský pokoj. Teplé klima jižní strany poté využívá ložnice a obývací pokoj, které mají možnost vyjití na terasu. Na západní stranu je poté orientován zbytek velké místnosti, kterou společně s obývacím pokojem sdílí jídelna a kuchyň. Co se týká tepelných zón je to v domě řešeno velmi jednoduše k faktu, že jde o bungalov. První zónou je obytný prostor domu, který obsahuje všechny pokoje. Druhou zónou je technická místnost, která je pouze temperována.

c) Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály

Rodinný dům je zhotoven jako dřevostavba. Obvodové zdi domu jsou sendvičového skládaného typu. Obvodové stěny mají tloušťku 165 mm. Skladba vypadá následovně. Základem jsou dřevěné trámky o rozměru 140x60 mm doplněné o izolaci minerální vatou a zavřené dřevoštěpovými deskami. Ze stejného materiálu jsou zhotoveny i vnitřní příčné zdi, které neplní nosnou konstrukci. Výplně otvorů tvoří plastové okna zasklena izolačním trojsklem. Vchodové dveře jsou vyrobeny z plastového profilu s izolací. Fasáda je zateplena v celém obvodu domu polystyrenem o síle 80mm. A následně zakryta lepidlem a barvou od firmy WEBER. Střechu tvoří systém skládaných vazníků, který zároveň tvoří základ stropu nad celým domem. Na střeše jsou betonové tašky od Bramacu v černé barvě. Vnitřní stěny jsou tvořeny stejným sendvičovým způsobem jako obvodové zdivo, pouze s rozdílem tloušťky zdi. Uprostřed domu je jedna zeď vystavěna z plných cihel z důvodu akumulace tepelné energie. U této zdi

se nacházejí krbová kamna. Izolace domu je zajištěna 80 mm polystyrenu pod fasádou, dále vrstvou minerální vaty ve zdech. Dále je dům izolován 80mm polystyrenu v podlaze pod podkladovým betonem. Posledním místem s potřebou izolace jsou stropy. Zde je využito minerální vaty o síle 60 mm mezi vazníky a stropem ze sádrokartonu. Další vrstva má sílu 160 mm a je umístěna nad vazníky a zaklopena OSB deskami. Podlahy v domě jsou betonové, zakryté dlažbou v koupelně, WC a technické místnosti. Ostatní místnosti mají pokryty podlahy laminátovou plovoucí podlahou.

d) Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií

Rodinný dům díky svému umístění v satelitní zástavbě využívá připojení k veřejnému vodovodnímu řádu. Z tohoto připojení pokrývá 100% potřeb domácnosti a jejího zařízení. Dům není napojen na studnu ani jiný soukromý zdroj vody, takovýto zdroj vody se ani nevyskytuje na pozemku domu ani v jeho blízkosti. Odpadní voda není nikde zadržována, ale je svedena z odpadního trativodu přímo do obecní kanalizace, protože město Solnice vlastní svoji čistírnu odpadních vod. Dešťová voda ze střechy je sváděna dešťovými svody také do kanalizace a není nikde na pozemku zadržována. Jediná zadržená dešťová voda je cca 1000 l, která je sváděna do nádrže ze zastřešení terasy.

Dům je napojen na obecní rozvod plynu pouze HUP. Propojení domu s HUP již nebylo realizováno, protože v domácnosti se nenachází žádný spotřebič na plyn.

Elektrická energie je prioritním zdrojem tepla a TUV. Dům je vybaven elektrokotlem, který ohřívá vodu a tím vytápí celý dům za pomocí radiátorů. V domácnosti je dále nainstalován bojler s elektrickým ohřevem TUV. Výkon elektrokotle je 10 kW a k němu výkon topného tělesa bojleru je 2 kW. Roční spotřeba elektrické energie za poslední tři roky je 5,05; 4,73 a 7,16 MWh/rok. Průměrná spotřeba za poslední tři roky je 5,65 MWh/rok. Při tarifu D45d je roční průměr rodiny za elektřinu 11.500 Kč/rok.

Sekundárním zdrojem tepla v domě jsou krbová kamna o výkonu 9 kW. Tato kamna jsou umístěna v hlavní místnosti, odkud vytápí cca 70 % domu. V krbových kamnech se topí pouze dřevem a jeho roční průměrná spotřeba je okolo 3,5 m^3. Finanční náklady domácnosti na dřevo tedy činí cca 6.000 Kč/rok.

e) Shrnutí stavby

Dispozice domu: 4+1

Zastavěná plocha: 111,35 m^2

Podlahová plocha: 101,35 m^2

Povrch zdí: 106,44 m^2

Povrch skleněných ploch: 8,38 m^2

Poměr prosklení: 7,87 %

Stěny: Dřevěný sendvič

λ stěn: 0,410

Izolace fasády: 80mm polystyrenu

Izolace podlah: Polystyrénové desky Ø tloušťka 80 mm

Izolace stropů: Minerální vata o síle 60mm

Okna: Plastová s trojsklem

λ oken: 0,9

Primární zdroj tepla: Elektrokotel 9 kW

Programovatelný chod: ANO

Sekundární zdroj tepla: Krbová kamna 9 kW

Primární zdroj TUV: 250 l Elektro

Spotřebiče v domácnosti: cca 90% spotřebičů v třídě min. A+

Osvětlení domácnosti a domu: cca 95% LED

Rekuperace: NE

Solární systém a fotovoltaika: Ne

Orientační náklady na výstavbu: 1.850.000 Kč

4.3. Pasivní domy

3A

a) Stručný popis stavby

Rodinný dům klasického tvaru je vystavěn na konci městyse Častolovice, na konci nové satelitní výstavby. Dům je umístěn na bývalé pole a je z jedné části obklopen sousední zástavbou a z druhé strany malým remízkem. Dům je realizován jako pasivní dům, vystavěn byl firmou STATING na klíč. Dům je každodenně obýván dvěma dospělými lidmi a dvěma staršími dětmi. Dům je vybaven veškerou technologií, kterou by měl pasivní dům disponovat.

b) Orientace domu na světové strany, teplené zóny

Rodinný dům je na pozemek zasazen dle stanovených pravidel a možností zástavby. Orientace místností je řešena následovně. NA severní stranu je orientována garáž, technická místnost, koupelna a WC se schodištěm v přízemí. V patře je pak na sever směrována koupelna a schodišťová šachta. Na východní stranu směřuje rohem obývací pokoj a dětský pokoj v patře. Na jižní stranu je orientován obývací pokoj s výstupem na terasu a druhý dětský pokoj v patře. Na západ je situována kuchyně v přízemí a ložnice v patře. Dům je rozdělen do dvou zón a jedné teplotní hladiny. První zónou je přízemí a druhou zónu tvoří patro. U pasivních domů je nastavení teplotních zón trochu složitější, protože všechny místnosti jsou propojeny rekuperaci, která se stará o

rovnoměrné rozšíření tepla po domě. Teploty je tak třeba řešit skrze průtoky vzduchovými ventily.

c) Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály

Ač jde o pasivní dům, je základním kamenem domu pálená cihla. Zde u tohoto domu je použita cihla Porotherm o síle 300 mm. Jako pojivo těchto cihel byla použita pěna DryFix. Vnitřní stěny domu jsou realizovány z dutých cihel o síle 80 mm. Pro vyplnění otvorů domu byla použita plastová okna s trojsklem a pokovením pro lepší izolační vlastnosti. Fasáda domu je zateplena 300 mm polystyrenu, zatažena lepidlem a přetažena barvou od firmy Caparol. Dům je přikryt klasickou sedlovou střechou do tvaru A. Střešní krytina v tomto jsou betonové tašky černé barvy. Stropy v domě jsou zhotoveny z panelových bloků. Podlahy v přízemí a patře jsou odizolovány 200mm polystyrenu. Strop mezi půdou a obytným patrem je odizolován 300 mm minerální vaty. Z důvodu výstavby domu, stavební firmou se zkušenostmi ve výstavbě, byla dokumentace velmi strohá a obyvatelé domu si moc technických informací nezapamatovali.

d) Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií

Po energetické stránce není dům ničím neobvyklým. Vodu odebírá z klasického vodovodního řádu, na který je připojen. Odpadní voda odchází přes septik s filtrem do obecní kanalizace a dále odchází do Kostelce nad Orlicí na vyčištění. Dešťová voda je usměrňována a z celé střechy sváděna do kanalizace. Dům nedisponuje žádnou zadrženou vodou.

Dům je plynofikován pouze na hranici pozemku a přípojka zemního plynu končí v HUP na hranici pozemku.

Elektrická energie je v tomto domě hlavním a nejdůležitějším mediem. V domě je využívána ke svícení, vaření a hlavně k topení. Dům disponuje rekuperační jednotkou s předehřevem od firmy Atrea. Rekuperace je navíc doplněna o zemní výměník, který zvyšuje její účinnost. Rekuperační jednotka je dále doplňována podlahovým topením v podobě rohoží. Jejich výkon nelze určit, protože rohože topí nahodile a pokaždé jiným výkonem, dle stavu teploty v domě. Roční spotřeba elektrické energie za poslední tři roky v tomto domě byla 14,5; 15,6 a 14,8 MWh/rok. Průměrná roční spotřeba elektřiny tedy byla 14,96 MWh/rok. Vyjádří-li se tato spotřeba v penězích, dojdeme k částce 30.000 Kč/rok.

Jako sekundární zdroj tepla v domě slouží krbová kamna o výkonu 4 kW. V těchto kamnech je za rok spáleno průměrně cca 2,5 m^3 dřeva. Náklady na dřevo jsou v tomto případě okolo 4.000 Kč/rok.

Teplá voda v domě je zajišťována solárním ohřevem, který pokrývá plně potřeby obyvatel domu po celý rok.

e) Shrnutí stavby

Dispozice domu: 5+1+G
Zastavěná plocha: 73,35m^2
Podlahová plocha: 160,5 m^2
Povrch zdí: 127,95 m^2
Povrch skleněných ploch: 18,15 m^2
Poměr prosklení: 14,19 %
Stěny: Porotherm 300 mm
λ stěn: 0,230
Izolace fasády: 300 mm polystyrenu
Izolace podlah: Polystyrénové desky Ø tloušťka 200 mm
Izolace stropů: Minerální vata o síle 300 mm
Okna: Plastová s trojsklem
λ oken: 0,6
Primární zdroj tepla: Rekuperace s čerpadlem a zemním výměníkem
Programovatelný chod: ANO
Sekundární zdroj tepla: Krbová kamna 4 kW
Primární zdroj TUV: 250 l – Solární systém
Spotřebiče v domácnosti: cca 95 % spotřebičů v třídě min. A+
Osvětlení domácnosti a domu: cca 90 % LED
Rekuperace: ANO
Solární systém a fotovoltaika: ANO - ohřev vody
Orientační náklady na výstavbu: 3.800.000 Kč (-370.000 Kč zelená úsporám)

3B

a) Stručný popis stavby

Rodinný dům je postaven jako pasivní stavba. Dům je situován na kopec s velkým výhledem na konci obce Paseky u Častolovic. Budova je na konci satelitní zástavby. Dům je postaven v jednoduché architektuře, jako klasická kostka s šikmou střechou. Dům je pasivní, ale majitelé si ho stavěli sami svépomocí. Nyní je dům každodenně obýván dvěma dospělými osobami a třemi dětmi.

b) Orientace domu na světové strany, teplené zóny

Orientace domu na světové strany je vynikající. Dům má obdélníkový tvar a po je ho delší straně je umístěn obývací pokoj s jídelnou, kuchyní a dětský pokoj, které jsou orientovány na jih. Na severní stranu směřuje technická místnost koupelna a vstupní hala. Na západní stranu je umístěn dětský pokoj a na východní stranu je situována ložnice. Tepelné zóny jsou i navzdory rekuperaci dvě. První teplou zónou jsou obytné prostory a druhou chladnější zónou je vstupní hala s technickou místností.

c) Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály

Dům je vystavěn ve velmi speciálním duchu. Základová deska je vytvořena klasicky, ale základ obvodových zdí je uložen na základu z pěnového skla. Obvodové stěny jsou vystavěny z keramzitových cihel plněných polystyrénovou náplní. Síla použitých cihel je 300mm. Vnitřní stěny domu jsou vystavěny z akumulačních důvodů z plných cihel. Vnitřní omítky domu jsou zhotoveny z cementového štuku, který má dobré izolační vlastnosti a odpuzuje vodu. Otvory domu nejsou v tomto případě vyplněny, ale zakryty hliníkokompozitovými okny. Okna jsou zakotvena do obvodových zdí a svými rámy překrývají otvor pro okna, čímž velmi zásadně minimalizují tepelný most. Fasáda domu je izolována 240 mm grafitového polystyrenu. Polystyren je zatažen lepidlem a pokryt barvou. Střecha je šikmá a pokrytá plechovými pásy. Strop domu je izolován na několik vrstev, protože stropy jsou měkké a provětrávané. Celková síla izolace z minerální vaty je 1200 mm. Podlahy jsou ze speciálního betonu Cemfloor. Izolace podlah je polystyrénem o síle 290 mm. Krytina podlah je kombinací dřeva a dlažby.

d) Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií

Dům je napojen na obecní vodovodní řád. Nevlastní ani nevyužívá žádného neveřejného zdroje vody. Odpadní voda je svedena do DČOV a následně odtéká do obecní kanalizace. Dešťová voda je zadržována z celé plochy střechy do vodních rezervoárů o celkovém objemu 8.000 l. Rezervoáry jsou umístěny v zemi a slouží k zalévání rozlehlé zahrady.

Dům je plynofikován pouze na okraj stavebního pozemku, kde je HUP připojen k páteřní síti.

Elektřina je jedinou a prioritní energií, která ovládá tento dům. Elektřina je zde využívána ke svícení, vařením ohřevu TUV a topení. O ohřev TUV a topení se v domě stará rekuperační jednotka. Jednotka má ve svém systému 250 l zásobník vody a s jeho

pomocí vytápí místnosti podlahovým topením. O rovnoměrné rozšíření teploty po domě se stará rekuperace a soustava ventilů, které jsou nastaveny dle aktuální potřeby tepla. Roční spotřeba elektřiny za poslední tři roky byla 8,8; 9,2 a 9,1 MWh/rok. Průměrná spotřeba elektrické energie za rok tedy vychází 9 MWh/rok. Převedeme-li tuto spotřeba na finanční prostředky při využívané sazbě D56d, jsou náklady 14.500 Kč/rok. Dům prozatím není vybaven ani solárním systémem ani fotovoltaikou.

e) Shrnutí stavby

Dispozice domu: 5+1
Zastavěná plocha: 255 m^2
Podlahová plocha: 225 m^2
Povrch zdí: 240,25 m^2
Povrch skleněných ploch: 20,98 m^2
Poměr prosklení: 8,73 %
Stěny: Keramzitové tvárnice 300 mm
λ stěn: 0,280
Izolace fasády: 240 mm polystyrenu
Izolace podlah: Polystyrénové desky Ø tloušťka 290 mm
Izolace stropů: Minerální vata o síle 1200 mm
Okna: Kompozitová s trojsklem
λ oken: 0,5
Primární zdroj tepla: Rekuperace s tepelným čerpadlem Viessman
Programovatelný chod: ANO
Sekundární zdroj tepla: ---
Primární zdroj TUV: 250 l - Rekuperace s tepelným čerpadlem Viessman
Spotřebiče v domácnosti: cca 95 % spotřebičů v třídě min. A+
Osvětlení domácnosti a domu: cca 95 % LED
Rekuperace: ANO
Solární systém a fotovoltaika: ---
Orientační náklady na výstavbu: 7.800.000 Kč

3C

a) Stručný popis stavby

Zděný rodinný dům je vystavěn v husté zástavbě rodinných domů v městysu Častolovice. Dům je tvaru kostky s plochou střechou, na které je umístěna fotovoltaika a solární systém. Domácnost je obývána dvěma dospělými lidmi a jedním dospělým dítětem.

b) Orientace domu na světové strany, teplené zóny

Orientace domu je zde řešena dle zásad a na severní straně domu jsou koupelny, chodba a technická místnost. Orientace zbytku místnosti v domě je východo-jižně-

západní. Tepelné zóny jsou v domě řešeny pouze v rámci pater, protože rekuperace nemá možnost chlazení vzduchu.

c) Stavební konstrukce, skladby konstrukcí a materiály

Obvodové stěny domu jsou vystavěny ze speciálních betonových tvárnic s přerušeným tepelným mostem. Interiérové stěny jsou poté zhotoveny z klasických dutých cihel. Uprostřed domu je komín obstavěn plnými cihlami jako akumulační jádro. Podlahy jsou zhotoveny z betonu a zakryty dlažbou a kobercem. Venkovní obal domu tvoří kombinované zateplení 60 mm polystyrenu a na něm 180 mm minerální vaty s odvětráním. Izolace podlahy je zajištěna polystyrenem o síle 150 mm. Izolace stropu mezi patry není realizována. Izolace stropu mezi obytnými pokoji a střechou je zajištěna 700 mm minerální vaty. Výplně otvorů jsou standartního provedení v plastovém profilu vyplněném izolací. Vchodové dveře jsou v dřevěném provedení s izolací.

d) Energetická stránka domu, spotřeby energií a druhy zdrojů energií

Vodovodní hospodářství u tohoto domu je řešeno standardní cestou přes napojení na veřejný rozvod vody. Odpadní voda z celého domu je svedena do obecní kanalizace. Dešťová voda ze střech zadržována není a je odváděna do obecní kanalizace.

Dům není plynofikován, protože nevyužívá žádný spotřebič na plyn. HUP je na hranici pozemku.

Elektrická energie je primární, zdrojem v domácnosti. Dům je vytápěn tepelným čerpadlem a teplo po domě je rozváděno pomocí rekuperace. Rekuperační jednotka nemá možnost ochlazování vzduchu v domě, umí rozdíl teplot pouze do 5 °C. Tento fakt je dle majitele v létě nevýhodou. Sekundární zdroj tepla dům nevyžaduje, protože potřebuje velmi malé množství tepla na udržení tepelné pohody. I přesto je v domě umístěn krb, který ale není používán. Roční spotřeba elektrické energie v domácnosti je za poslední tři roky 7,3; 7,03 a 6,91 MWh/rok. Průměrná spotřeba elektřiny za poslední tři roky je tedy 7,08 MWh/rok.

Dům také disponuje fotovoltaikou a solárním systémem. Oba systémy jsou na domě k výrobě elektřiny, ale ta není spotřebovávána, ale je prodávána do sítě.

e) Shrnutí stavby

Dispozice domu: 5+1+G

Zastavěná plocha: 165,75 m^2

Podlahová plocha: 180 m^2

Povrch zdí: 216 m^2

Povrch skleněných ploch: 28,44 m^2

Poměr prosklení: 13,17 %

Stěny: Betonová tvárnice s přerušeným tepelným mostem
λ stěn: 0,31
Izolace fasády: 60mm polystyrenu + 180mm minerální vaty
Izolace podlah: Polystyrénové desky Ø tloušťka 150 mm
Izolace stropů: Minerální vata o síle 700 mm
Okna: Plastová okna s izolačními rámy
λ oken: 0,8
Primární zdroj tepla: Rekuperace s tepelným čerpadlem Viessman
Programovatelný chod: ANO
Sekundární zdroj tepla: Krbová vložka
Primární zdroj TUV: 200 l - Rekuperace s tepelným čerpadlem Viessman
Spotřebiče v domácnosti: cca 95 % spotřebičů v třídě min. A+
Osvětlení domácnosti a domu: cca 75 % LED
Rekuperace: ANO
Solární systém a fotovoltaika: výroba elektřiny do systému
Orientační náklady na výstavbu: 3.000.000 Kč (2005)

Zjištěné výsledky technologických parametrů lze souhrnně uvést v následující tabulce č. 1

Dům / Parametr \	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
Dispozice	5+1+G	5+1+G	5+1	5+1+G	5+1+G	4+1	5+1+G	5+1	5+1
Podlahová plocha [m^2]	230,55	286	155,3	168	147,4	101,35	160,5	225	180
Poměr prosklení [%]	18,74	18,40	15,27	9,97	5,1	7,87	14,19	8,73	13,17
Stavební materiál	Plynosilikát Dutá cihla	Plynosilikát Dutá cihla	Plynosilikát Dutá cihla	Porotherm 40	Porotherm 30	Dřevo	Porotherm 30	Keramzitová cihla	Betonová tvárnice s přerušeným mostem
λ materiálu	0,520	0,520	0,520	0,150	0,230	0,410	0,23	0,28	0,31
Izolace fasády	---	---	---	Izolační omítka	120mm polystyrenu	80 mm polystarenu	300 mm polystyrenu	240mm grafitového polystyrenu	Minerální vata 240mm
Izolace podlah	30mm polystyrenu	20mm čedičové vaty	20mm polystyrenu	200mm polystyrenu	80mm polystyrenu	80mm polystyrenu	200 mm polystyrenu	290mm polystyrenu	150mm polystyren

Izolace střechy	100mm čedičové vaty	---	100mm čedičové vaty	350mm stříkané izolace	350mm minerální vaty	60mm minerální vaty	300mm minerální vaty	1200mm minerální vaty	700mm vata
Okna	Dřevěná šroubovaná	Plastová 5ti komorová	Dřevěná šroubovaná	Dřevěná s trojsklem	Plastová 5ti komorová	Plastová 5ti komorová	Plastová 7mi komorová	Hlinikokompozitová	Plast - izolační
λ oken	?	1,1	?	0,7	0,9	0,9	0,6	0,5	0,8

Tabulka 1 - Souhrnný přehled technologických vlastností domů [Vlastní zpracování]

Poměr prosklených ploch – Jde o podíl povrchu skleněných ploch domu a celkového povrchu zdí domu po odečtení skleněných ploch. Podíl je poté vynásoben 100. Poměr říká, jak velkou část domu zabírají skleněné plochy, které jsou největšími zdroji ztrát na domě.

Klasické domy jsou z hlediska stavebních konstrukcí sobě velmi podobné, možno použít i termín identické, všechny tři domy jsou vystavěny z plynosilikátu, jehož součinitel prostupu tepla je roven 0,520. Při srovnání nízkoenergetických domů, tedy domů ze skupiny 2, součinitel již výrazně poklesl s výjimkou dřevostavby. Poslední skupina pasivních domů nevykazuje žádnou významnou nestabilitu v tomto parametru. Srovnáním kvality zdiva nosných zdí na základě součinitele prostupu tepla, který by pro pasivní domy neměl překročit hodnotu 0,3, je patrný rostoucí trend vývoje. Je zde patrný velký skok v kvalitě materiálů, který se pochopitelně propíše i do výsledných spotřeb jednotlivých domů.

Dalším velmi významným a pro dům důležitým stavebním prvkem je izolace. Izolaci lze rozdělit do několika oblasti. Pro dům a úsporu energií je jednou z nejdůležitějších partií každého domu podlaha a strop či střecha. U klasických domů je zateplení podlahy řešeno velmi slabou vrstvou polystyrenu či čedičové vaty. Toto zateplení ve výsledku nepůsobí žádnou významnou měrou. Zateplení stropů a střech a mají tyto domy už řešeno lépe až na dům 1B, kde je samozřejmě vidět ve výsledných spotřebách energií velmi špatný dopad. Zateplení obalu domů je zde ve srovnatelné míře a jeho vliv do rozdílů tedy nebude u této skupiny domů zásadní. Domy z druhé nízkoenergetické skupiny jsou již podstatně lépe řešeny v oblasti podlahové izolace, nejvýznamněji dům 2A, stropy jsou zde zatepleny podstatně silnější vrstvou izolace a velmi velký rozdíl v řešení je mezi domy 2A a 2C. 2A je zateplen stříkanou izolací, která se dostane i do škvír a víc přilne ke konstrukci, zatím co dům 2C má pouze slabší vrstvu minerální vaty, která v sobě má vzduchové mezery. Stěny domů mají izolaci střední síly, která těmto postačuje vzhledem k povaze zdiva. U pasivních domů je izolace podlah řešena vyšší vrstvou polystyrenu, která mimo domu 2B nijak

nevybočuje od ostatních domů. V izolaci stropně střešních konstrukcí jsou pasivní domy úplně mimo, protože zde není nic ponecháno náhodě a izolace je řešena v několika vrstvách, kombinovaná se vzduchovými mezerami. U domu 2B je síla izolace 1200mm, což je velmi vybočující od všech uvedených domů. Míra izolace je jedním z nejnázornějších parametrů ve vlivu na spotřebu energie, což dokazuje rozdíl izolace a energií mezi domy 1B a 2B.

Zjištěné výsledky zdrojů energie lze souhrnně uvést v následující tabulce č.2

Dům Parametr \	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
Primární zdroj+výkon	Elektrokotel 12kW	Dakon na tuhá paliva 26kW	Kondenzační plynový kotel 12kW	Elektrokotel 12kW	Plynový kotel 22kW	Elektrokotel 9kW	Rekuperace s předehřevem	Rekuperace s tepelným čerpadlem	Rekuperace s čerpadlem 1,2kW Viessman
Sekundární zdroj + výkon	NE	NE	NE	Akumulační krb 3,5kW (55,6kW)	NE	Krbová kamna 9kW	Krbová kamna 4kW	NE	Krb
Rekuperace	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	ANO	ANO
Fotovoltaika	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
Solární systém	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	ANO

Tabulka 2 – Souhrnný přehled zdrojů energií v domech [Vlastní zpracování]

Nezávislost zdrojů energií je u klasických domů technicky řešitelná velmi obtížně, v případě výpadku jakéhokoliv média jsou velmi omezené možnosti, jak reagovat na výkyv tepla. U nízkoenergetických domů je možnost vytvoření akumulačního jádra, které se nahřeje a v případě výpadku dodávek funguje jako sálavý zdroj energie, ale ze zde uvedených domů disponuje tímto zdrojem pouze dům 2B. V případě nízkoenergetického domu v provedení dřevostavby je akumulační zdroj tepla pasé, protože dům nedisponuje akumulačními stěnami a tím se výrazně zkracuje doba účinnosti tohoto zdroje. U pasivních domů se řešení nezávislosti nabízí hned několik. V úvahu připadají např. solární systémy, fotovoltaické systémy, akumulační nádoby, ale u nic pozor systém musí být navržen jako samotížný. Největší jejich výhodou je velmi nízký tepelný spád, a nízká náročnost na dorovnávání teplot. V otázce nezávislých zdrojů mají největší handicap klasické domy a největší výhodu pasivní domy.

Zjištěné výsledky nákladů za energie lze souhrnně uvést v následující tabulce č.3

Dům Parametr \	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
Náklady na m^2 [kč]	12188,25	12692,31	18705,73	22321,43	16960,65	18253,58	23676,01	34666,67	16666,67
Elektřina za rok [MWh / kč]	19,46 / 39.000	8,82 / 19.500	4,27 / 15.500	5,46 / 11.000	3,58 / 13.000	5,65 / 11.500	14,96 / 25.000	9,0 / 14.500	7,08 / 11.500
Plyn za rok [MWh / kč]	0	0	19,59 / 26.000	0	8,2 / 10.500	0	0	0	0
Tuhá paliva za rok [Q / kč]	0	30q / 16.000 15m3 / 25.500	0	6 / 10.500	0	3,5 / 6000	2,5 / 4000	0	0,5 / 860
Celkem kWh	19.460	44.650	23.860	19.320	14.080	13.735	20.735	9000	8235
kWh / m2	84,4	156,11	153,64	115	95,52	135,52	129,19	40	45,75
Ostatní náklady [kč]	0	900	800	900	800	900	900	0	800
Náklady na domácnost celkem [kč]	39.000	61.900	42.300	22.400	24.300	18.400	29.900	14.500	13.000
Průměrné náklady ČSÚ	21588	25128	33372	25128	33372	25128	25128	21588	25128

Tabulka 3 - Souhrnný přehled nákladů na energie v domech [Vlastní zpracování]

Náklady na m^2 – určí se jako podíl ceny na realizaci domu a podlahové plochy. Výsledkem získáme náklady na výstavbu 1 m^2 domu.

$$Náklady\ na\ m^2 = \frac{Náklady\ na\ výstavbu\ domu}{Podlahová\ plocha\ domu\ m^2}$$

Elektřina za rok – číselný údaj o průměrné roční spotřebě za poslední tři roky získaný jako aritmetický průměr hodnot spotřeby elektřiny za poslední tři roky uvedené ve faktuře od dodavatele, částka za energii je součinem průměrné spotřeby a částky za 1 MWh dle platné sazby pro daný dům.

Plyn za rok – číselný údaj o průměrné roční spotřebě za poslední tři roky získaný jako výsledek aritmetického průměru hodnot spotřeby za poslední tři roky uvedené ve faktuře od dodavatele, částka je součinem průměrné spotřeby a částky za 1 m^3 dle platné sazby pro daný dům.

Tuhá paliva za rok – číselný údaj o průměrné roční spotřebě tuhých paliv. Spotřeba uhlí je aritmetickým průměrem dodaného množství uhlí uhelnými sklady za poslední tři roky. Částka je součinem průměrné spotřeby a průměrné částky za 1 q uhlí. Množství a cena za dřevo je počítána stejným způsobem.

Celkem kWh – jedná se o součet spotřebovaných energií na provoz domácnosti, tedy součet spotřeb elektřiny, plynu a tuhých paliv.

Elektřina – počet kWh je dán na vyúčtování

Plyn – počet kWh je dán na vyúčtování

Dřevo – 1 m^3 dřeva = cca 550 kg → 1 kg = 4,2 kWh

Černé uhlí – 1 q = 100 kg → 0,3 kg = 1 kWh

Cena za kWh/m^2 – Podíl spotřebovaných kWh a podlahové plochy domu, výsledkem je spotřeba kWh na provoz 1 m^2 domu za rok. U pasivních domů nesmí přesáhnout 50 kWh/a.

Ostatní náklady – součet provozních a servisních nákladů spojených s konkrétním domem, jedná se o revizi a čištění komínu, revizi plynových komínů, apod.

Náklady na domácnost celkem – jedná se o součet všech nákladů na provoz domácnosti, tedy elektřina, plyn, tuhá paliva a ostatní náklady.

Průměrné náklady ČSÚ – jde o součet průměrných nákladů českých domácností obývaných dvěma dospělými a dvěma dětmi. Údaje ve zdroji jsou uvedeny za měsíc, data byla tedy sečtena pro každý konkrétní dům dle jeho užití a vynásobena 12x.

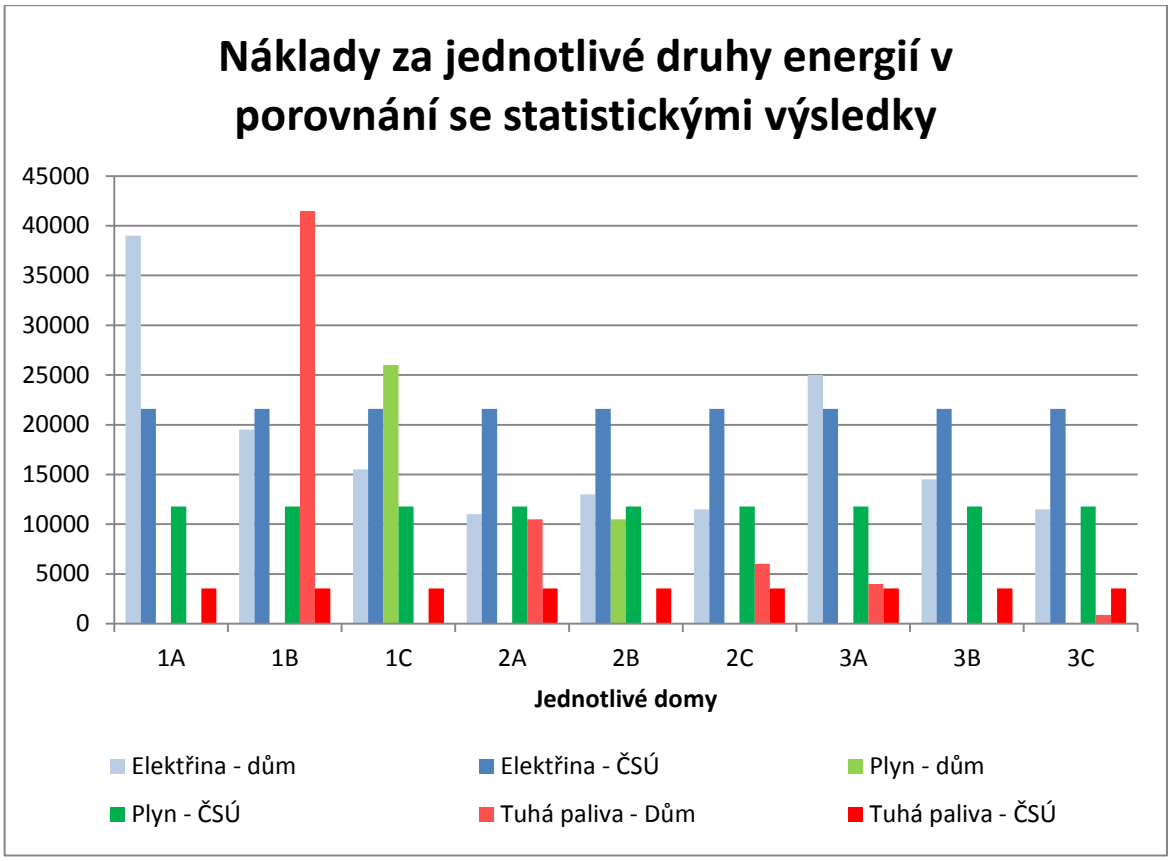
Náklady na m^2 jsou velmi specifickým ukazatelem. Jde o podíl nákladů na výstavbu metru podlahové plochy. Zde není nijak závratných rozdílů v rámci jednotlivých skupin, proto jejich srovnání nebude předmětem další analýzy. Názorně se zde prokazuje, že rostoucí kvalita domu s sebou přináší i rostoucí cenu výstavby na metr. Rozdíl mezi nízkoenergetickými a pasivními domy není až tak viditelný. Pouze náklady na výstavbu domu 2B jsou velmi odlišné, což je dáno jeho zastavěnou plochou a technologií. Vyšší náklady na výstavbu domů z druhé a třetí skupiny se odvíjejí od použití lepších materiálů většího množství izolací a kvalitnějších zdrojů s vyšší účinností.

Náklady na energie na zajištění chodu domácnosti jsou velmi zajímavým parametrem, o který jeví zájem každý člověk vlastnící dům, případně zvažující výstavbu vlastního domu. U první skupiny domů je minimální rozdíl u domu 1A, kde náklady na roční energie činí 39.000 Kč/rok. a 1C s ročními náklady 41.500 Kč/rok., Velmi odlišně vychází dům 1B, který svými ročními náklady ve výši 61.000 Kč/rok, je v tomto ohledu nejhorším domem

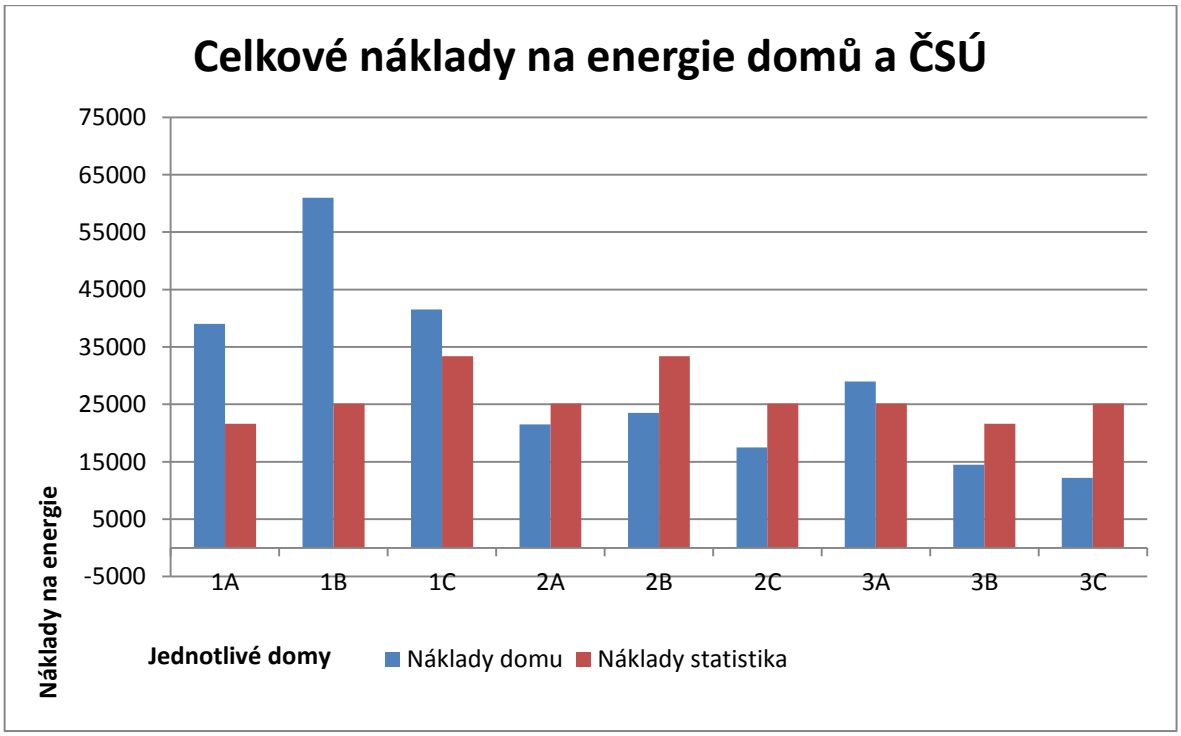
ve srovnání. U domu 1B je patrný obrovský vliv absence izolace na celé ploše střechy a stropu. Rozdíl je až děsivý a dosahuje velikosti cca 20.000 Kč/rok. Druhá skupina nízkoenergetických domů je velmi vyvážená a její výsledky si jsou velmi podobné. Roční spotřeba domů v druhé skupině se pohybuje od 17.500 Kč/rok do 23.500 Kč/rok. Třetí skupina je velmi specifickou ohledně výše spotřebovaných energií a cen za ně. Domy 3B a 3C vykazují téměř stejné náklady, ve výši cca 13.000 Kč/rok. Dům 3A se této skupině zcela vymyká a svými výsledky, ve výši 29.000 Kč/rok, odpovídá spíše domům ze skupiny předchozí. Dům se vymyká buď z důvodu špatného návrhu, nebo z důvodu špatného užívání. V tomto případě jde o kombinaci obou příčin. Dle druhu vybavení a použitých materiálů pro výstavbu. Zároveň je tu velmi velký vliv od samotných uživatelů. Na základě osobního rozhovoru se samotnými obyvateli mi bylo vysvětleno, že absolutně nechápou obsluhu a život v takovémto domě. Svým neuváženým užíváním a chybným návrhem konstrukcí je z pasivního domu spíše lepší nízkoenergetický dům.

Zhodnocením domů dle celkových nákladů na provoz, což znamená po započtení všech doplňujících plateb. Doplňující platby jsou odlišné pro každý dům, například dům s tuhými palivy musí počítat minimálně jednou ročně s revizí a čištěním komínu v cenové relaci pohybující se okolo 900 Kč. Dům využívající plynový kotel si musí do svých ročních nákladů připočíst kontrolu průchodnosti spalinových cest a těsnosti systému, která se provádí jednou ročně a její cena se pohybuje okolo 800 Kč. Náklady se u většiny domů zvedly pouze o hodnotu revizních prohlídek.

Poslední srovnání je provedeno na základě dat ze statistického úřadu, kde jsou uvedeny průměrné hodnoty měsíčních plateb za energie rodin s dvěma dětmi v královehradeckém kraji. V tomto porovnání jsou náklady klasických rodinných domů o cca 10.000 Kč/rok u plynem vytápěných a o 20.000 Kč/rok elektřinou vytápěných vyšší, než-li statistický údaj. U skupiny nízkoenergetických domů jsou údaje od uživatelů domů a ČSÚ téměř shodné. U skupiny pasivních domů je vypuštěn ze srovnání dům 3A. Ostatní pasivní domy mají hodnotu nákladů na energie o cca 10.000 Kč/rok nižší než je krajský průměr.



Obrázek 3- Graf jednotlivých druhů energií v porovnání se statistickými výsledky



Obrázek 4 - Graf celkových nákladů na energie domů a statistické výsledky

Velmi sledovaným parametrem pro majitelé domů i budoucí majitelé, kteří rozmýšlejí stavbu nového domu, je ekonomická návratnost investice. V tabulce Přehled modernizace 1 jsou vypsány jednotlivé fáze modernizace domu a jejich orientační cena.

Přehled modernizace 1 – bez dotací

Modernizace/Dům	Klasický dům	Nízkoenergetický dům	Pasivní dům
Izolace střechy	100.000 Kč	0 Kč	0 Kč
Izolace fasády	300.000 Kč	0 Kč	0 Kč
Výměna oken	250.000 Kč	0 Kč	0 Kč
Rekuperace s tepleným čerpadlem	200.000 Kč	200.000 Kč	0 Kč
Celkové náklady na modernizaci	850.000 Kč	200.000 Kč	0 Kč
Roční spotřeba energie	44.650 kWh	14.080 kWh	9.000 kWh
Roční náklady na energie	61.000 Kč	23.500 Kč	14.500 Kč
Teplotní spád	6°C	3°C	2°C
Úspora při plné modernizaci	13847 kWh	4367 kWh	0 kWh
Úspora nákladů	11.373 Kč	7851 Kč	0 Kč
Teoretická doba návratnosti	74,7 let	25,4 let	0 let

Tabulka 4 - Přehled modernizace 1 - bez dotací [Vlastní zpracování]

Dle tabulky je patrné, že provedení kompletní modernizace klasického domu je finančně nákladné a ekonomicky náročné s mizivou šancí ekonomické návratnosti. Navíc dům takto přepracován nebude dosahovat kvalit nově postaveného domu. Provedené opravné práce nebudou mít odpovídající efekt novostavby a nové technologie v kombinaci se starým zdivem mohou vykazovat odlišnosti, které úplně nenaplní očekávání. Vidina návratnosti téměř 75 let také není pro nikoho přesvědčující o správnosti rozhodnutí.. Řeč je stále pouze stavebních změnách domu a ekonomické návratnosti, ale s rekonstrukcí je vázána velká řada dalších změn. Je třeba, aby rekonstruovaný dům byl porovnán i z hlediska poklesu nákladů na energie, protože změnou zdroje energie, lze získat i změnu tarifu za energie. Přínosem je pokles ceny za 1 kWh a tím pokles nákladů na provoz domácnosti za rok. Změněna a zlepšena bude i funkčnost domu a to povede ke zvýšení kvality domova a tím i životní kvality. Změny nelze nijak finančně vyjádřit či kvantifikovat. Každá změna v těchto domech s sebou přináší zlepšení života a zkvalitnění domu. Samozřejmě ne každý investor je vybaven finančními prostředky a odvahou se pustit do takhle rozsáhlých úprav domu. Možností jsou i mikroopatření, která vedou ke zkvalitnění domu i života v něm. Mikroopatřením může být třeba jenom výměna vchodových dveří, výměna oken, změna zdroje energie, a další. Bohužel u těchto mikroopatření se nepodařilo získat kvalifikovaný odhad úspory energie. Jediným vodítkem by v tomto případě byla cena za 1 kWh, kdy díky

novému tarifu je možnost určit pokles její ceny. U starších domů lze také opět využít kotlíkové dotace na výměnu kotle na tuhá paliva, kde je možnost získání dotací na pořízení nového ekologičtějšího kotle. V rámci mikroopatření je možné oslovení kvalifikované firmy, které každému pomohou se ziskem dotace, aby bylo vše v pořádku a dotace byla udělena. To znamená, že firmy jsou schopny zajistit vše dle postupu od návrhu po projekt přes výpočty až po samotnou realizaci opatření a podání návrhu.

Stejné výsledky vykazuje modernizace nízkoenergetického domu na pasivní. Zde je nákladnost tak vysoká, že její realizace se nevyplatí. Je zde vidět potvrzení slov odborníků a laické veřejnosti, že výstavba pasivního domu je otázkou vkusu a osobní volby a nikoliv ekonomického zájmu investora. Náklady vynaložené na navýšení ceny mezi nízkoenergetickým a pasivním domem jsou vynaloženy s vědomím nenávratnosti.

Přehled modernizace 2 - se Zelená úsporám

Modernizace/Dům	Klasický dům	Nízkoenergetický dům	Pasivní dům
Izolace střechy cca (33 %)	67.000 Kč	0 Kč	0 Kč
Izolace fasády cca (32,7 %)	201.000 Kč	0 Kč	0 Kč
Výměna oken cca (33 %)	167.500 Kč	0 Kč	0 Kč
Rekuperace s tepleným čerpadlem cca (50%)	134.000 Kč	134.000 Kč	0 Kč
Celkové náklady na modernizaci	569.500 Kč	134.000 Kč	0 Kč
Roční spotřeba energie	44.650 kWh	14.080 kWh	9.000 kWh
Roční náklady na energie	61.000 Kč	23.500 Kč	14.500 Kč
Teplotní spád	6°C	3°C	2°C
Úspora při plné modernizaci	13847 kWh	4367 kWh	0 kWh
Úspora nákladů	11.373 Kč	7851 Kč	0 Kč
Teoretická doba návratnosti	50 let	17 let	0 let

Tabulka 5 - Přehled modernizace 2 - se Zelená úsporám [Vlastní zpracování]

Při stejné tabulce, ale při využití zelené úsporám vychází rekonstrukce příznivěji, ale pořád je to v případě klasického domu velká zátěž a nemáme jistotu uznání zelené úsporám. Navržená procenta jsou dle nejčastěji udělovaných modelů rekonstrukcí. Ovšem samotný proces je velmi složitý a obnáší dodržení mnoha pravidel. Základním krokem je nalezení projektanta a energetického specialisty s úředním ověřením vykonávat pro zelenou úsporám. Návrh je nutné zkonzultovat s příslušným stavebním úřadem. Po schválení je

třeba vyplnit s energetickým specialistou krycí list a elektronickou žádost v informačním systému. Poté je třeba vše v listinné podobě doručit příslušnému krajskému pracovišti fondu. Fond žádost zkontroluje a akceptuje. Nyní je na stavebníkovi, aby si sehnal odborný technický dozor, zvolil si materiály, dodavatele a zrealizoval záměr. Po realizaci dojde k závěrečnému zhodnocení žádosti registrace akce a konečnému rozhodnutí o přidělení dotace. Samotným závěrem je již pouze vyplacení dotace a závěrečné zhodnocení akce. Výše dotace se uděluje dle výše uspořené energie v kWh. Č9m větší rozsah a úspora, tím větší příspěvek. U nízkoenergetických domů, kde je vzhledem ke složitosti procesu žádání o dotaci a hlavně nízkému snížení energie v kWh, velmi nízká šance na zisk dotace, je její realizace ještě méně pravděpodobná

5. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce je porovnání ekonomických nákladů na provoz domácnosti v technologicky rozdílných domech, ale ve stejné lokalitě. Byly definovány tři skupiny staveb – klasické stavby, nízkoenergetické a pasivní domy. Domy v jednotlivých skupinách mezi sebou a domy mezi sebou i mimo skupiny byly porovnány podle těchto kritérií (použitý stavební materiál, izolace vnějšího obalu budovy, izolace podlah, nezávislost zdroje energií, náklady na 1 m^2 výstavby budovy, náklady na spotřebu energií pro chod domu, celkové náklady na provoz domácnosti). Bylo zjištěno, že v každé skupině domů byla nalezena stavba, u které byl zvolen nevhodný prvek výstavby.

U klasických domů to byl nezaizolovaný dům 1B, který má velmi vysoké energetické požadavky (obrovská spotřeba tuhých paliv). Ve skupině nízkoenergetických domů vyčníval dům 2C, který svojí konstrukcí lehké dřevostavby, postrádá akumulační prvek (např. zeď s plných cihel, která je určena pro akumulaci tepelné energie) a tím je u něho potřeba vyššího objemu energií. Ve skupině pasivních domů (3A) bylo na základě výpočtů odebraného elektrického proudu a dřeva zjištěno, že reálná spotřeba energií je vyšší než u ostatních pasivních staveb. Navíc se v domě používá dotápění dřevem, které je pro svoji vysokou energetickou vydatnost v tomto typu staveb naprosto nevhodné. Dále dům využívá část energie získanou solárním ohřevem TUV. Pokud by tento systém nebyl v domě použit, tato stavba by se dostala na základě spotřebovaných energií na provoz na rozhraní energetických tříd B a C. Pokud by byla připočtena energie na ohřev vody, dům je na tom ještě hůř.

Dále byl zjištěn prokazatelně pozitivní vliv kvalitní izolace domu na množství spotřebované energie – rozdíly mezi skupinami byly mnohdy až neuvěřitelné (např. dům 1B spotřebuje energie za cca 60.000 Kč/rok oproti domu 3B, který potřebuje na provoz pouze 14.500 Kč/rok). S tímto zjištěním souvisí i součinitel prostupu tepla materiálu obvodových zdí, který je u klasických staveb 0,52 oproti moderním pasivním domům, kde se standardně pohybuje mezi 0,25 – 0,28, což samozřejmě souvisí s použitými materiály na výstavbu. Klasické domy byly postaveny cca před třiceti lety, kdy dnešní moderní materiály nebyly k dispozici. Klasické domy mají často pouze jeden zdroj tepelné energie (kotel na tuhá paliva, elektrokotel nebo plynový kotel), což je nevýhodné při možné odstávce energie (např. delší výpadek elektrického proudu). Stavba se slabou izolací tak rychleji ztrácí tepelnou energii. Proto by bylo výhodné zvolit záložní zdroj vytápění.

Bylo zjištěno, že nejmenší náklady na provoz domácnosti mají domy ve skupině pasivních staveb. Ročně domácnost v tomto typu domu ušetří oproti krajskému ročnímu průměru o cca 10.000 Kč/rok. Domy v nízkoenergetickém standardu se shodují s daty ČSÚ. Klasické domy oproti krajskému ročnímu průměru zaplatí v případě plynového topení o cca 10.000 Kč/rok více a u elektrického vytápění dokonce o 20.000 Kč/rok více. Náklady na potřebnou energii mezi pasivním domem a klasickou stavbou tedy můžou být až 30.000 Kč/rok.

Bylo shledáno, že stavba rodinného domu jakéhokoli typu je naprosto individuální záležitost. Nutné je dům navrhnout na míru investorovi. Každý člověk má odlišnou teplotní pohodu, má svůj přístup k užívání domu (např. časová náročnost, která je věnována provozu domácnosti). Zajímavé bylo zjištění u pasivního domu 3A, kdy majitelé nevidí výhodu bydlení v pasivní stavbě – např. neumí efektivně používat zabudovou rekuperaci (náklady na provoz domácnosti jsou pak tedy rapidně vyšší, než bylo spočítáno v projektové dokumentaci).

Mezi energeticky exponované partie domu patří okna, podlaha, strop, stěny a dispoziční řešení místností v domě vzhledem ke světovým stranám. Z toho vyplývá nutnost nalezení kvalitního architekta a stavebního dozoru, kteří nepodcení použití kvalitních materiálů a technologií na výstavbu.

Před výstavbou energeticky nejméně náročného domu je třeba uvědomit si finanční návratnost jednotlivých použitých prvků a zhodnotit investorovi finanční možnosti na výstavbu a provoz domu. Např. použití finančně náročnějšího tepelného čerpadla s rekuperací při rekonstrukci klasické stavby a opomenutí nutnosti zaizolování stavby a výměny stavebních výplní. Otázkou je, zda se tato nákladná rekonstrukce „vyplatí“ a v průběhu životnosti použitých materiálů i majiteli „vrátí“. Zda by nebylo finančně efektivnější v tomto typu domu použít jinou kombinaci technologií. Vzhledem k velké individualitě staveb a investorů se nedá určit obecné nejvýhodnější řešení. Při plánování se nesmí opomenout i lokalita výstavby např. horské oblasti oproti Jižní Moravě. Z výsledků je vidět, že slova laické veřejnosti a odborníků jsou pravdivá v tvrzení, že pasivní dům si člověk staví, protože ho chce a je si vědom nákladů na výstavbu. Vzhledem k omezené životnosti moderní a složité technologie a zařízení domu nejsou schopny ekonomické přínosy z úspory nákladů v dostatečné míře pokrýt vyšší náklady na pořízení této technologie. Stavba a život v pasivním domě je otázkou přístupu člověka k tomuto tématu.

6. POUŽITÉ ZDROJE

[1] CIHLÁŘ, Jiří a Juraj HAZUCHA. Pasivní domy: Úsporné zdroje energie. In: Http://www.mpo-efekt.cz/[online]. Brno: Centrum pasivního domu, 2007 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/08_usporne_zdroje_energie.pdf

[2] SMOLA, Josef. Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů. Praha: Grada, 2011. Stavitel. ISBN 978-80-247-2995-4.

[3] ABECEDA: Princip tepelného čerpadla : Abeceda tepelných čerpadel. ABECEDA: Princip tepelného čerpadla : Abeceda tepelných čerpadel [online]. [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/princip-tepelneho-cerpadla

[4] ABECEDA: Základní pojmy v tepelných čerpadlech: Abeceda tepelných čerpadel. ABECEDA: Základní pojmy v tepelných čerpadlech: Abeceda tepelných čerpadel [online]. [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/pojmy-a-princip

[5] Akú tarifu si vybrať? - SPP | váš dodávateľ elektriny a zemného plynu. Akú tarifu si vybrať? - SPP | váš dodávateľ elektriny a zemného plynu [online]. 2017 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: http://www.spp.sk/sk/domacnosti/plyn/pre-domacnosti/aku-tarifu-si-vybrat-/

[6] Distribuční sazby elektřiny: Máte tu správnou? | Peníze.cz. Distribuční sazby elektřiny: Máte tu správnou? [online]. Penize.cz, 2017 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: http://www.penize.cz/spotrebitel/256691-distribucni-sazby-elektriny-mate-tu-spravnou

[7] Distribuční soustava | Ceny energie. Distribuční soustava | Ceny energie [online]. 2017 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: http://www.cenyenergie.cz/distribucni-soustava/#/promo-ele

[8] Dotační možnosti v roce 2016 | Dům a byt. Dotační možnosti v roce 2016 | Dům a byt [online]. Dům a byt, 2017 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: https://www.dumabyt.cz/rubriky/stavba/svepomoci/dotacnimoznostivroce2016_24969.htm

[9] Homebydleni.cz: 9 zásad nízkoenergetického domu - HOME. Homebydleni.cz: 9 zásad nízkoenergetického domu - HOME [online]. 2014 [cit. 2016-11-06]. Do-

stupné z: http://homebydleni.cz/dum/ned-a-pasivni-domy/9-zasad-nizkoenergetickeho-domu/

[10] Jak získat energetickou dotaci na novostavbu | Peníze.cz. Jak získat energetickou dotaci na novostavbu | Peníze.cz [online]. Penize.cz, 2017 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: http://www.penize.cz/dotace-na-bydleni/52143-jak-ziskat-energetickou-dotaci-na-novostavbu

[11] K čemu je test neprůvzdušnosti a proč je tak důležitý? | Nazeleno.cz. Nazeleno.cz: stavba/k-cemu-je-test-nepruvzdusnosti-a-proc-je-tak-dulezity.aspx [online]. 2015 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: http://www.nazeleno.cz/stavba/k-cemu-je-test-nepruvzdusnosti-a-proc-je-tak-dulezity.aspx

[12] PASS-NET - Intelligent Energy Europe. PASS-NET - Intelligent Energy Europe [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: http://www.pass-net.net/

[13] Promotion of European Passive Houses – PassREg - Solutions Open Source. Promotion of European Passive Houses – PassREg - Solutions Open Source [online]. 2015 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: https://passregsos.passiv.de/wiki/Promotion_of_European_Passive_Houses

[14] Tzb-info.cz: Korekce součinitele prostupu tepla - TZB-info. Tzb-info.cz: Korekce součinitele prostupu tepla - TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., 2015 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/316-korekce-soucinitele-prostupu-tepla

[15] Tzb-info.cz: Nízkoenergetické domy - TZB-info. Tzb-info.cz: Nízkoenergetické domy - TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., 2014 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-domy

[16] Tzb-info.cz: Odpor při přestupu tepla - TZB-info. Tzb-info.cz: Odpor při přestupu tepla - TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., 2015 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/314-odpor-pri-prestupu-tepla

[17] Tzb-info.cz: Prostup tepla - TZB-info. Tzb-info.cz: Prostup tepla - TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., 2015 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/313-prostup-tepla

[18] Tzb-info.cz: Průkaz energetické náročnosti u objektů s elektrickým vytápěním - TZB-info. Tzb-info.cz: Průkaz energetické náročnosti u objektů s elektrickým vytápěním - TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., 2015 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z:

http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/10207-prukaz-energeticke-narocnosti-u-objektu-s-elektrickym-vytapenim

[19] Tzb-info.cz: Součinitel prostupu tepla - TZB-info. Tzb-info.cz: Součinitel prostupu tepla - TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., 2015 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla

[20] Tzb-info.cz: Součinitel tepelné vodivosti - TZB-info. Tzb-info.cz: Součinitel tepelné vodivosti - TZB-info[online]. Topinfo s.r.o., 2015 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/311-soucinitel-tepelne-vodivosti

[21] Tzb-info.cz: Tepelný odpor R - TZB-info. Tzb-info.cz: Tepelný odpor R - TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., 2015 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/312-tepelny-odpor-r

[22] Tzb-info.cz: Volba zdroje tepla pro vytápění rodinného domu - TZB-info. Tzb-info.cz: Volba zdroje tepla pro vytápění rodinného domu - TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., 2016 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou/10771-volba-zdroje-tepla-pro-vytapeni-rodinneho-domu

[23] Www.ceskestavby.cz: Stavební materiály pro nízkoenergetické a pasivní domy. Www.ceskestavby.cz: Stavební materiály pro nízkoenergetické a pasivní domy [online]. Český internet s.r.o., 2016 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://www.ceskestavby.cz/clanky/stavebni-materialy-pro-nizkoenergeticke-a-pasivni-domy-22590.html

[24] Www.envic.cz: Novostavba nízkoenergetického nebo pasivního domu-materiály, zásady, poradenství | Envic.cz. Www.envic.cz: Novostavba nízkoenergetického nebo pasivního domu-materiály, zásady, poradenství | Envic.cz [online]. www.pevat.com [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://www.envic.cz/novostavba-nizkoenergetickeho-nebo-pasivniho-domu-materialy-zasady-poradenstvi.htm

[25] Www.mpo.cz: MPO | Energetická účinnost | Průkaz energetické náročnosti budov. Www.mpo.cz: MPO | Energetická účinnost | Průkaz energetické náročnosti budov [online]. odbor 32100, 2014 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://www.mpo.cz/dokument119528.html

[26] Www.pasivnidomy.cz: Úsporné zdroje energie - Pasivnidomy.cz. Www.pasivnidomy.cz: http://www.pasivnidomy.cz/usporne-zdroje-

energie/t386?chapterId=1846 [online]. Brno: Centrum pasivního domu, 2014 [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: http://www.pasivnidomy.cz/usporne-zdroje-energie/t386?chapterId=1846

[27] Zelená elektřina: Přehled aktuálních tarifů | Ceny energie. Zelená elektřina: Přehled aktuálních tarifů | Ceny energie [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: http://www.cenyenergie.cz/zelena-elektrina-prehled-aktualnich-tarifu/#/promo-ele

7. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Průkaz energetické náročnosti budovy; Zdroj: [18] 21

Obrázek 2 - Přehled spotřeb energií [18] 25

Obrázek 3- Graf jednotlivých druhů energií v porovnání se statistickými výsledky 64

Obrázek 4 - Graf celkových nákladů na energie domů a statistické výsledky 64

8. Seznam tabulek

Tabulka 1 - Souhrnný přehled technologických vlastností domů [Vlastní zpracování] . 59

Tabulka 2 – Souhrnný přehled zdrojů energií v domech [Vlastní zpracování] 60

Tabulka 3 - Souhrnný přehled nákladů na energie v domech [Vlastní zpracování] 61

Tabulka 4 - Přehled modernizace 1 - bez dotací [Vlastní zpracování] 65

Tabulka 5 - Přehled modernizace 2 - se Zelená úsporám [Vlastní zpracování] 66