

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

**Posouzení realizovatelnosti uzákonění pasivních
domů jako standardu v podmínkách ČR**

Bc. Hana Halíková

Diplomová práce

2009

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav veřejné správy a práva
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana HALÍKOVÁ**
Studijní program: **N6202 Hospodářská politika a správa**
Studijní obor: **Ekonomika veřejného sektoru**

Název tématu: **Posouzení realizovatelnosti uzákonění pasivních domů jako standardu v podmínkách ČR**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Historie pasivní výstavby
3. Požadavky na pasivní dům
4. Energetická bilance pasivního domu
5. Stavebně - konstrukční řešení
6. Příklady pasivních domů v ČR
7. Závěr

Rozsah grafických prací: -
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- FEIST, Wolfgang.** Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser, Verlag Das Beispiel. 1. vyd. Darmstadt, 2001. 143 s. ISBN 3-935243-00.
- HUMM, Othmar.** Nízkoenergetické domy. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. 360 s. ISBN 80-7169-657-9.
- TYWONIAK, Jan.** Nízkoenergetické domy - Principy a příklady. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 200 s. ISBN 80-247-1101-X.
- KOLEKTIV AUTORŮ.** Pasivní domy 2006. 1. vyd. Brno: Centrum pasivního domu, 2006. 407 s.
- KOLEKTIV AUTORŮ.** Pasivní domy 2007. 1. vyd. Brno: Centrum pasivního domu, 2007. 339 s. ISBN 978-80-254-0126-2.
- TRNKA, Ludvík.** Pasivní dům - Zkušenosti z Rakouska a české začátky. 1. vyd. Brno: ZO ČSOP VERONICA, 2004. 40 s. ISBN 80-239-3048-6.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Robert Bařa, Ph.D.**
Ústav veřejné správy a práva

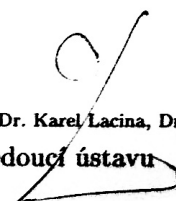
Datum zadání diplomové práce: **19. června 2008**

Termín odevzdání diplomové práce: **1. května 2009**



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.



prof. PhDr. Karel Lacina, DrSc.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 21. července 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 14. 4. 2009

Bc. Hana Halíková

Ve své diplomové práci bych chtěla poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Robertu Baťovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky k diplomové práci.

Bc. Hana Halíková

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá problematikou výstavby pasivních domů a jejich posouzení jako standardu pro Českou republiku. Práce vymezuje základní definice, přednosti, historii a budoucnost výstavby pasivních domů. Zhodnocena je i energetická bilance pasivního domu. Druhá část je zaměřena na konkrétní bytovou situaci v Pardubickém kraji. Podrobně se věnuje porovnání běžné výstavby oproti pasivnímu domu. V závěru je zařazeno ekonomické zhodnocení a argumenty, které z pohledu do budoucnosti ukazují stavbu pasivního domu jako výhodné řešení.

KLÍČOVÁ SLOVA

pasivní dům, zásady výstavby, přednosti pasivního domu, budoucnost pasivních domů, energetická bilance domu, ekonomické zhodnocení pasivního domu

TITLE

Feasibility examination of enactment of Passive Houses as a standard in CZ conditions

ANNOTATION

This thesis refers to development of Passive Houses and exploring them as a standard for the Czech Republic. The work specifies the basic definition, advantages, history and the future of the Passive House build-up. As well its energetic balance is further analysed. The second part deals with particular housing problem in the Pardubice region. The main focus is put on comparison of common home building against Passive House construction. The work is concluded with economical assessment of a Passive House and reasoning that are positive for Passive House development in the future.

KEYWORDS

Passive House, standards of Development, advantages of a Passive House, the Future of Passive Houses, energetic Budget of a House, cost Assessment of a Passive House

OBSAH

Seznam ilustrací.....	17
Seznam použitých zkratk 18	18
Úvod	10
1 Historie pasivní výstavby	11
1.1 Vývoj staveb	11
2 Současný vývoj v Evropě	15
2.1 Pasivní domy jako evropský standard	17
2.2 Situace v ČR	18
2.3 Budoucnost pasivních domů.....	18
2.4 Dotace na výstavbu v ČR	19
3 Požadavky na pasivní dům	21
3.1 Rozdělení podle energetické náročnosti	21
3.2 Podstata pasivních domů	23
3.3 Zásady výstavby pasivních domů.....	25
3.3.1 Spotřeba a náklady.....	26
3.3.2 Volba místa.....	27
3.3.3 Tvar a dispozice domu.....	28
3.3.4 Izolace.....	28
3.3.5 Tepelné mosty	29
3.3.6 Okna a prosklení.....	30
3.3.7 Větrání	30
3.3.8 Vytápění	32
3.3.9 Kontrola kvality	33
3.3.10 Těsnost budovy.....	33
3.3.11 Termovize.....	34
3.4 Předpisy	34
3.5 Výhody pasivních domů.....	36
3.6 Nevýhody a problémy pasivních domů	38
3.6.1 Bilance nákladů a užitku.....	38
4 Energetická bilance domu	40
4.1 Jak sestavovat bilanci	40
4.1.1 Primární energie	42

4.2 Tepelné ztráty	43
4.3 Tepelné zisky	44
4.4 Tepelné mosty	46
5 Popis současné situace v Pardubickém kraji	48
5.1 Strategický plán Pardubic	48
5.2 Náklady na bydlení	52
6 Porovnání běžných staveb a pasivních domů	56
6.1 Ekonomický a technický potenciál	63
6.1.1 Nákladové křivky a ekonomika úspor energie	64
6.1.2 Analýza bariér realizace ekonomicky proveditelných úspor energie	65
7 Ekonomické zhodnocení	69
7.1 Prostá návratnost	69
7.1.1 Náklady na úsporné opatření	69
7.1.2 Výši budoucích úspor energie	70
7.2 Podrobné ekonomické vyhodnocení	71
Závěr	74
Použitá literatura	76

Seznam ilustrací

Graf 1 - Princip eliminace vícenáklady vzniklých výstavbou pasivního domu	13
Graf 2 - Vývoj počtu obyvatel a domů v Pardubickém kraji (1869 = 100 %)	48
Graf 3 - Složení domovního fondu dle vlastníků	49
Graf 4 - Domy v Pardubicích podle roku výstavby	50
Graf 5 - Počet dokončených bytů v Pardubicích	51
Graf 6 - Použité materiály na výstavbu domů	52
Graf 7 - Porovnání nákladů na bydlení – Pardubický kraj s ČR	53
Graf 8 - Struktura nákladů na bydlení v Pardubicích	54
Graf 9 - Měsíční náklady v krajích ČR v roce 2007	55
Graf 10 - Potřeba energií pro vytápění	57
Graf 11 - Spotřeba energií pro vytápění	58
Graf 12 - Porovnání nákladů na provoz domů	59
Graf 13 - Náklady v domácnosti	60
Graf 14 - Přehled cen tepla za rok 2007	62
Graf 15 - Měrné investiční náklady na uspořenou jednotku energie	65
Obrázek 1 - Celková úspora energie	23
Obrázek 2 - Škála energetické náročnosti domů	26
Obrázek 3 - Energetické potřeby domu a jejich krytí	27
Obrázek 4 - Jižní a západní zasklení	28
Obrázek 5 - Strojní větrání - schéma	31
Obrázek 6 - Průkaz energetické náročnosti a energetický štítek obálky budovy	36
Obrázek 7 - Energetická bilance	41
Obrázek 8 - Rozložení spotřeby energie při provozu průměrného staršího domu	43
Tabulka 1 - Přehled typů staveb s jejich potřebou tepla k vytápění	22
Tabulka 2 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla	29
Tabulka 3 - Náklady na bydlení v Pardubickém kraji	53
Tabulka 4 - Přehled cen elektřiny za rok 2007	61

Seznam použitých zkratek

ČR	Česká republika
ČSN	Československá státní norma
EU	Evropská unie
GJ	gigajoule
kWh	kilowatthodina
Pa	Pascal
PJ	poměrná jednotka
PHPP	Projektový balík pro pasivní domy
TUV	teplá a užitková voda
W	Watt

Úvod

Závislost na vnějších dodávkách energie představuje v současnosti velmi aktuální problém. Na mezinárodní úrovni může vést i k válečným konfliktům. Soběstačnost a nezávislost na energii a plynu nemá v hustě osídlené Evropě příliš silnou tradici. Přesto se i zde začíná uvažovat nad tím, jak ušetřit za energie nejen při stavbě samotného domu, ale také v době, kdy je již dům obýván.

Obchod s energií má svá specifika. Jedním z nich je to, že energii lidé kupují celý život a potřebují ji každý den. Bez elektřiny si již život nedokáží představit. V současné době dochází k vysokému nárůstu cen energií a také k uvědomění si jejich omezené dostupnosti z hlediska trvale udržitelného rozvoje. Nejenom díky tomu došlo ke zvýšenému zájmu o nízkoenergetické domy a pasivní domy.

Pasivní domy se postupně stávají prvkem moderního bydlení. Přitom jejich pořizovací cena se může pohybovat jako cena běžné novostavby, příp. se může zvýšit maximálně o 10 %. I při takto vyšší pořizovací ceně je tento dům schopen ušetřit až 90 % energií oproti běžné novostavbě. V pasivním domě jsou velmi nízké náklady na bydlení a přitom zůstává zachován vysoký komfort bydlení.

K výhodám nezávislosti pasivních domů patří bezpečnost vůči výpadkům vnějších dodávek. Rizikem může být i geopolitická situace, která může ovlivnit dodávku zemního plynu a ropy. Za výhodu je považována i bezpečnost vůči výkyvům cen. Prognózovat ceny na desítky let dopředu není dost dobře možné. Energeticky soběstačný dům je proti růstu cen chráněn. Jde o velmi dlouhodobou investici, u níž ale nelze bezpečně odhadnout výnos. Riziko, že se v budoucnu energie zlevní (a investice bude silně ztrátová), je poměrně malé.

Další nespornou výhodou energetické nezávislosti je snížení znečištění životního prostředí. Dům zásobovaný pouze obnovitelnou energií se nepodílí na těžbě fosilních paliv a problémech spojených, na produkci emisí ze systémových zdrojů ani na produkci jaderného odpadu. Ceny energií stoupají a ani ropa a uhlí nejsou nevyčerpatelné.

Cílem této práce je ukázat, že pasivní domy jsou stavby, o kterých stojí uvažovat. Tyto domy spotřebují velmi málo energie, mohou se postavit téměř kdekoli a jejich návratnost se pohybuje do 20 let, i když záleží na pořizovací ceně domu a požadavcích majitelů. Tato práce poskytne ucelený pohled na problematiku pasivních domů, na jejich výhody a přednosti a dokáže, jak výhodné tyto stavby jsou oproti běžné novostavbě.

1 Historie pasivní výstavby

Základní myšlenka pasivního domu vychází z nutnosti řízeného větrání jako jediného způsobu, jak zamezit nekontrolovatelným ztrátám tepla a současně zajistit potřebnou kvalitu vnitřního prostředí. Rozvod přiváděného čerstvého vzduchu lze pak využít k distribuci tepla místo klasické otopné soustavy.

Na začátku byly domy tzv. minusové, které měly náklady na provoz domu a energetiku poměrně vysoké. Tak tomu bylo do 70. let 20. století.

Koncepce pasivního domu byla vytvořena v roce 1988 během vědeckého pobytu Dr. Wolfganga Feista (Německo) na univerzitě v Lund (Švýcarsko) při brainstormingu s Prof. Bo Adamsonem. Základní úvahou bylo využití potenciálu vyplývajícího z možnosti úspor u investičních nákladů díky vylepšené technice energetických úspor.

Po první ropné krizi si lidé uvědomili, že energetické zdroje nejsou nekonečné a zaměřili se na trend snižování nákladů na energie. Postupně rostl význam úsporných opatření, jejich realizace však často narážela na komplikace technického rázu. Nebyla v nich optimálně řešena tepelná izolace, energetické úspory byly na velmi nízké úrovni kvůli zastaralé otopné soustavě a větralo se pouhým otevřením oken. Tepelná izolace musí být tak dobrá, aby bylo možné opustit konvenční systém vytápění a tím snížit investiční náklady na výstavbu a částečně eliminovat vícenáklady vzniklé stavbou kvalitnějšího domu.¹

1.1 Vývoj staveb

V jednom výzkumném projektu financovaném spolkovou zemí Hesensko a nazvaném „Pasivní domy“ byly definovány vědeckotechnické základy, díky kterým byl již v říjnu 1990 položen základní kámen prvního pasivního domu, řadového domu se čtyřmi jednotkami v darmstadtské městské části Kranichstein, a to z iniciativy tehdejšího hesenského ministra hospodářství Alfreda Schmidta.

První dům v pasivním standardu byl tedy postaven v Darmstadtu a je obýván od roku 1991. Již od počátku byl projekt doprovázen přesným vědeckým měřením. Výsledky ukázaly, že i ve střední Evropě je možné postavit obytné prostory tak, aby nebylo nutné

¹ HUDEC, Mojmir: *Pasivní rodinný dům*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 108 s.

používat běžné topení a budovy si přesto zanechaly vynikající tepelné vlastnosti. Průměrné hodnoty spotřeby topného tepla naměřené během 15 let jsou stabilně na úrovni kolem 10 kWh/(m²a), a jsou tedy na úrovni méně než jedné desetiny spotřeby tepla běžných novostaveb.

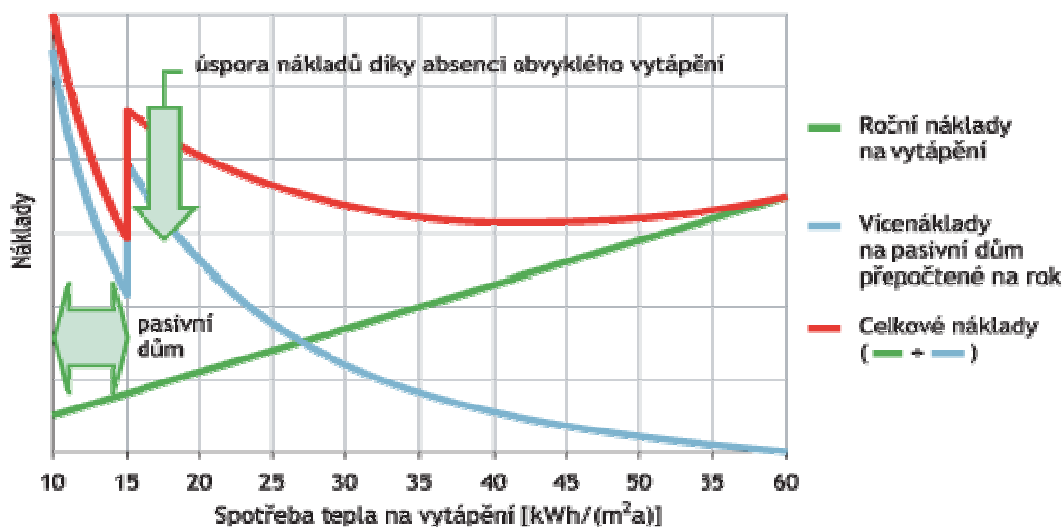
Během návštěvy amerického průkopníka v oblasti energií **Amory Lovinse** v roce 1995 v pasivním domě v Darmstadtu dal tento odborník podnět k tomu, aby se přezkoumala vhodnost úspěšných postupů uplatňovaných v rámci tohoto demonstračního projektu v praxi, čímž by se umožnila širší aplikace. Amory Lovins vždy tvrdil, že se zvyšováním energetické účinnosti bychom neměli zůstat v půli cesty. Odpovídající opatření musí být tak dobrá, aby bylo možno dosáhnout podstatných zjednodušení u tepelné techniky.¹

Následující graf popisuje princip eliminace nákladů, které vzniknou výstavbou pasivního domu. Je zde dobře vidět, jak náklady na vytápění každým rokem rostou. U pasivního domu jsou náklady na vytápění velmi nízké, u ostatních typů staveb mohou být poměrně vysoké. Modrá čára vyjadřuje vícenáklady na pasivní dům přepočtené za rok. U pasivního domu mají tyto náklady klesající tendenci. Klesající tendenci mají vícenáklady i pro ostatní domy, které mají ale vyšší spotřebu tepla na vytápění.

Konečné celkové náklady vyjadřuje červená čára, kde je názorně vidět, že pasivní dům má celkové náklady velmi nízké a jsou v klesající tendenci. U ostatních domů, které mají vyšší spotřebu tepla na vytápění, celkové náklady také mírně klesají, avšak ne tak prudce jako u pasivních staveb.

¹ KOLEKTIV AUTORŮ. *Pasivní domy* 2006. 1. vyd. Brno: Centrum pasivního domu, 2006. 407 s.

Graf 1 - Princip eliminace vícenáklady vzniklých výstavbou pasivního domu



Zdroj: Centrum pasivního domu

V roce 1996 zahájilo svou činnost Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser (Profesní sdružení levných pasivních domů) a Passivhäuser Institut (Institut pasivních domů). Výsledkem činnosti těchto sdružení byla realizace prvních sídlištních projektů (Wiesbaden, Kolín). Stěžejní ideou zde je to, že díky ventilaci stavby se zároveň zvládne i příprava tepla v prostoru. Čerstvý vzduch je třeba ventilačním zařízením přivádět do každého obytného prostoru, přičemž tento vzduch může transportovat rovněž teplo. Bude-li budova z tepelného hlediska konstruována tak kvalitně, že toto přiváděné teplo bude samo o sobě postačovat pro to, aby bylo zaručeno odpovídající pohodlí, pak je další systém pro rozvod tepla zbytečný.

Postupně se proto muselo dbát na zlepšování izolací, zateplení a již samotné stavební konstrukce a jejich hygienické, technické a energeticky úsporné normy.

Na jižní Moravě v Židlochovicích vyrostlo několik řadových rodinných domů. Největší soubor více než desítky pasivních domů byl postaven v Libereckém kraji v Koberovech. Jedinou veřejnou pasivní stavbou v České republice je vzdělávací Centrum Veronica v Hostětíně.¹

V zahraničí se již objevují veřejné a kancelářské budovy, školy, školky, nemocnice a bytové domy. Ty je možné vidět v bohatých databázích pasivních domů na stránkách

¹ PREGIZER, Dieter: *Zásady pro stavbu pasivního domu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 128 s.

organizací v sousedních zemích - rakouského a německého IG Passivhaus nebo německého Passivhaus Institutu. V Rakousku a Německu mají v současné době pasivní domy výrazný podíl na počtu novostaveb. A jejich počet se každým rokem zvyšuje.

Projekt pasivního domu byl původně zamýšlen pouze pro účely vědeckého využití potenciálu v rámci efektivního využívání energií. Tento úkol projekt vynikajícím způsobem splnil, přičemž bylo např. provedeno rozsáhlé srovnávání měření ve vztahu k tepelnému chování budovy včetně numerických simulací. Výsledky těchto výzkumů potvrdily, že kvalitní tepelná izolace v praxi skutečně zaručuje dosažení vypočítaných energetických úspor.

Výsledky měření prokázaly, že i ve studené a vlhké střední Evropě lze stavět obytné domy tak, aniž je zapotřebí používat běžné topení. Prokázalo se, že budovy jsou schopny si své vynikající tepelné vlastnosti zachovat.¹

Následný rychlý rozvoj technologií v Rakousku, Německu a Švýcarsku zejména koncem devadesátých let způsobil, že prognóza do roku 2010 činí 60 000 těchto staveb. V současné době překračuje poptávka po bydlení v pasivních domech jen v Rakousku třikrát nabídku.

V této kapitole byly popsány myšlenky, které vedly k výstavbě prvního pasivního domu. Bylo zde ukázáno, jak teoretická myšlenka přešla ve velmi praktickou věc. Pasivní domy se staly novým trendem ve stavbách domů. Ukázalo se, že tyto domy mají své místo nejen při výstavbě rodinných domů, ale i při výstavbě staveb komerčních. V jejich poměrně krátké historii dokázaly přehodnotit myšlení lidí a začalo se o stavbě domu uvažovat i v širších souvislostech. Po počátečních rozpacích, kdy pasivní dům uměla postavit jen málokterá stavební firma, došlo k masivnímu vzdělávání a rozšíření trhu o stavitele, kteří již umějí stavět pasivně.

Následující kapitola má ukázat, jaká je situace v Evropě, jaký je současný vývoj ve stavbách pasivních domů a hlavně, koho požádat o radu a na které instituce je možné se obrátit se svými otázkami.

¹ Centrum pasivního domu. *Centrum pasivního domu* [online]. 2009. Brno: Centrum pasivního domu, [2006], 2009 [cit. 2008-12-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.pasivnidomy.cz/pasivni-dum/co-je-pasivni-dum.html>>.

2 Současný vývoj v Evropě

Energetická náročnost stávajících budov je pro 21. století neúnosná. A to nejen v ČR, ale i v dalších státech rozvinutého světa. Rostoucí ceny energie, špatné energetické parametry objektů a stále narůstající spotřeba energie a paliv je alarmující nejen z hlediska energetického, ekologického, ale i z hlediska sociologického a tržního.

Uveřejněné údaje o spotřebě energie v nevýrobní sféře a sektoru domácností jasně dokládají, že se budovy staly největšími spotřebiteli paliv a energie v Evropské unii. Již na konci 80. let 20. století vedly tyto údaje Evropskou radu a komisi k vydání příslušných směrnic. Jejich implementace do jednotlivých členských států EU má vést ke snížení spotřeby energie v sektoru budov a snížení produkce CO₂ a dalších emisí skleníkových plynů o 5,2 %. K tomuto cíli se v letech 2008 – 2012 zavázaly vyspělé průmyslové země v Kjótském protokolu v prosinci roku 1997.

V ČR se problematikou pasivních domů zabývá Centrum pasivního domu, které má sídlo v Brně a poskytuje poradenství a pomoc při realizaci pasivního bydlení. Na jejich stránkách je možné najít základní informace o pasivních domech, definice, požadavky, a také jsou zde kontakty na ty, kdo pasivní domy projektují nebo staví.¹

Několik příkladů systematické podpory výstavby pasivních domů v Evropě je zde uvedeno. Následující čtyři instituty a projekty mají své kořeny hlavně v Rakousku.

Institut pasivních domů

Institut pasivních domů (Passivhaus Institut) se sídlem v Darmstadtu byl založen v roce 1996 je partnerem pro architekty, plánovače a výrobce. Vyvinul odpovídající nástroje, pomocí kterých je možno plánovat a realizovat pasivní domy s přehlednými náklady: např. „Projektový balík pro pasivní domy“ [PHPP]. Jádrem balíku jsou výpočtové listy pro bilance topného tepla, pro distribuci a přívod tepla, pro určování tepelné zátěže a dále spotřeby elektrické energie a primární energie.

Tento institut kromě toho poskytuje, díky každoroční konferenci na téma pasivních domů, mezinárodní základnu pro další rozvoj energetických staveb (Passivhaustagung). V únoru 2009 se konal již třináctý ročník této konference.

¹ HUDEC, Mojmír: *Pasivní rodinný dům*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 108 s.

Sdružení pasivního domu

Sdružení IG Passivhaus Vorarlberg bylo založeno v roce 2001 v nejmenší spolkové zemi Rakouska. Dvacet jedna podnikatelů, jako např. zpracovatelé dřeva, architekti, investoři, instituce, instalatéri, poskytovatelé energií, odborní projektanti, stavitelé a výrobci oken se přidalo k této síti.

Na základě zkušeností získaných ve Vorarlbergu bylo iniciováno založení regionálních IG v Rakousku. Dnes v Rakousku existuje šest zemských organizací se zhruba 170 členy. Byl založen vrcholný svaz – IG Passivhaus Österreich, který plánuje a realizuje společné strategie, projekty a aktivity přesahující základní rámec. V roce 2003 bylo založeno sdružení IG Passivhaus Schweiz.

Projekt Cepheus

Je pilotní a výzkumný projekt Evropské unie CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards). V rámci tohoto projektu bylo v letech 1999 - 2001 na 14 místech v pěti zemích Evropy postaveno celkem 221 bytových jednotek.

Cílem projektu je:

- demonstrovat technické možnosti ve stavebnictví za nízkých vícenákladů na různých typech budov,
- zkoumat chování a přizpůsobivost nabídky a poptávky v tomto odvětví,
- testovat chování pasivních domů v různých klimatických podmínkách,
- nabídnout laikům i expertům možnost vyzkoušet a vidět pasivní domy na mnoha místech Evropy,
- dát impuls pro další rozvoj levných energeticky úsporných domů,
- vytvořit podmínky a základ pro budoucí velký trh s pasivními domy,
- v rámci světové výstavy EXPO 2000 prezentovat přístup k dodávkám energetických zdrojů (napojení na kotelnu na obnovitelné zdroje), řadové domy v Hannover-Kronsbergu.

Dům budoucnosti

Cílem programové linie „Dům budoucnosti“ (Haus der Zukunft) je výzkum a vývoj konkurenceschopných komponentů, dílů a stavebních koncepcí u bytových, kancelářských a užitných staveb, které budou v maximální míře vyhovovat hlavním principům v oblasti

trvale udržitelných technologií, jako jsou například zaměření se na užitek, princip efektivity nebo prevence rizika.¹

2.1 Pasivní domy jako evropský standard

Možnost, že by se tak vysoce kvalitní domy mohly stát běžnými, se ještě v polovině devadesátých let zdála být v nedohlednu. Díky projektu CEPHEUS se ale na přelomu tisíciletí velmi přiblížila.

Začátkem roku 2008 to jen v Rakousku bylo 2 500 budov s podlahovou plochou dva miliony metrů čtverečních. Trend tak naplňuje někdejší odborné odhady, že k roku 2010 se v německy mluvících zemích bude v tomto standardu stavět alespoň pětina novostaveb. V některých městech a regionech už platí povinnost dosažení pasivního standardu i u rekonstrukcí pro všechny veřejné budovy. Možnost nárůstu podílů tak kvalitního stavění je omezená jen tempem, jak rychle se lidé, od architektů přes výrobce až k řemeslníkům, stihnou rekvalifikovat - někdo se učí rychleji, jiný pomalu. Zájem o pasivní domy mnohokrát převyšuje nabídku.

Legislativní usnesení Evropského parlamentu ze dne 31. ledna 2008 o *Akčním plánu pro energetickou účinnost: využití možností ve svém bodu 29* „vyzývá Komisi, aby navrhla jednak závazné požadavky, podle nichž by všechny nové budovy vyžadující vytápění či chlazení musely být od roku 2011 postaveny podle norem pro pasivní domy nebo obdobných norem pro nebytové domy, a jednak požadavek používat pro vytápění a ochlazování od roku 2008 pasivní řešení“.

U novostaveb je hospodárnost pasivního standardu evidentní, náklady na stavbu jsou už dnes, kdy se technologie teprve začaly rozvíjet, jen nevýznamně větší než na stavění „klasické“ (zvýšení je v průměru do deseti procent, což je mnohem méně, než bývají rozdíly mezi různými nabídkami na stavění běžných budov). I opravovat lze na pasivní standard nebo se mu alespoň velmi přiblížit a staré domy tak změnit na velmi pohodlné, trvanlivé a provozně levné.

¹ TYWONIAK, Jan: *Nízkoenergetické domy - Principy a příklady*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 200 s.

2.2 Situace v ČR

Výhoda ČR je v tom, že vývoj stavění v pasivním standardu začal a probíhá daleko nejrychleji v Německu a Rakousku. A také v tom, že technické tradice těchto zemí a naše jsou velmi podobné. I u nás už je zájem o nejvyšší stavební kvalitu, kterou pasivní domy představují.

Další naší výhodou je možnost, že když se najdou výrobci komponentů pro pasivní domy, nebudou zdaleka omezeni na český trh. V sousedních zemích bude po jejich výrobcích velká poptávka. A poptávka skutečně vysoce převyšuje nabídku.

2.3 Budoucnost pasivních domů

Již desetiletí se píše a mluví o domech, které dokonce žádné umělé dodávky energie zvenčí nepotřebují, letní solární přebytky uskladní ve velkém zásobníku. V našem podnebném pásmu s krátkými zimními dny, kdy často nevysvitne slunce, je mnohem rozumnější využít snadněji dostupnou formu energie nastřádané přes léto, totiž biomasu. Pro byt v pasivním domě stačí na jeden rok pro účely topení i ohřevu vody jeden až dva m³ dřeva - a to je množství, které je opravdu dobře dostupné.

Pasivní domy jsou vlastně moderní obdobou domů tradičních. V těch venkovských bývala v zimě na půdě tlustá vrstva sena nebo slámy, takže stropem neutíkalo prakticky žádné teplo, a topilo se jen v jediné místnosti. Na topení stačilo dřevo z okolí. Dnešní požadavky na bydlení jsou ale jiné. Technologie pasivních domů je zásadním předpokladem k tomu, aby lidé přestali být závislí na uhlí, ropě a zemním plynu.

Pasivní dům je stavebním standardem, u kterého si lze těžko představit důvod, proč a jak by se měl dále vyvíjet či zlepšovat. Domy, které jsou lepší než požaduje limit, jsou vítány, a také se jich již spousta realizuje. Existují i energeticky přebytkové domy, ale tyto domy mají velmi vysokou pořizovací cenu a návratnost těchto domů je velmi dlouhá, někdy dosahuje i 100 let.¹

Smysl má samozřejmě snažit se o to, aby i při stavbě domu byla zátěž životního prostředí co nejmenší. Prostředkem pro to je užití místních materiálů, zvláště dokonalá se jeví kombinace dřeva, hlíny a slámy - příklady takových budov jsou již i v ČR. Ještě běžnější je použití jiných přírodních vláknitých izolačních materiálů. Už samotné

¹ HUMM, Otomar: *Nízkoenergetické domy*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. 360 s.

postavení domu z takových materiálů může znamenat příspěvek k ochraně klimatu: tony oxidu uhličitého, který by jinak unikly do ovzduší, jsou na dlouhá desetiletí bezpečně uloženy do stěn, stropů a střechy domu.

Jiným aspektem je, že každá opravovaná nebo nově budovaná stavba má nemalé plochy, na které dopadá sluneční záření. Je škoda, když dopadá bez užitku. I když se v pasivním domě během léta nedá všechno využít, je jistě možné, aby to bylo využito v domech sousedních. Pokrytí střechy nebo té části fasády, která není využita jako okna, plochou, která funguje jako solární kolektor, se jeví dle stavu stávajících vědomostí jako rozumné. Koneckonců, oproti jinému pokrytí je zde rozdíl jen v tom, že na vnější straně je sklo a pod ním je přidaná tmavá vrstva pohlcující sluneční záření.

Možným doplněním pasivního domu je tak jeho navržení v takové podobě, že v celoroční bilanci se stává zdrojem, nikoli spotřebitelem energie. To je možné všude v husté zástavbě, kde je pro solární teplo dostatečný odběr. Problémem pasivních domů je totiž i to, že nabídka dostatečně malých topidel vhodných pro jediný dům roste jen zvolna.

Jakkoliv je však snaha získávat energii z přírodních koloběhů rozumná a pro budoucnost nezbytná, tím hlavním krokem je přestat s dosavadním ohromným plýtváním. Pasivní domy jsou, zdá se, konečným vyústěním této snahy v případě stavebnictví.

2.4 Dotace na výstavbu v ČR

V dubnu ale startuje unikátní dotační program, který za čtyři roky rozdělí až 25 miliard Kč získaných z prodeje tzv. emisních kreditů v mezinárodním obchodování podle Kjótského protokolu. Tento program bude zaměřen jak na obnovitelné zdroje, tak na energetické úspory při rekonstrukcích budov a v novostavbách. Podporovány budou kvalitní zateplování rodinných domů a nepanelových bytových domů a konečně i nová výstavba v pasivním standardu.

Od dubna 2009 bude stávající podpora pro domácnosti na výměnu kotlů na uhlí nahrazena významně rozsáhlejším dotačním programem zahrnující i zateplení stávajících domů a novostavby pasivních domů.

V současné době si mohou domácnosti požádat o dotaci na náhradu kotlů na uhlí za nízkoemisní zdroje na biomasu nebo účinná tepelná čerpadla. Zcela nově poskytuje Státní fond životního prostředí dotace na zdroje na biomasu a tepelná čerpadla v novostavbách, které splňují nízkoenergetický standard. Dotace lze získat i na instalaci solárně-termických kolektorů na přitápění nebo celoroční ohřev teplé vody.

Předpokládané oblasti podpory budou:

Úspory energie na vytápění v obytných budovách:

- komplexní zateplení obálky rodinných a bytových domů vedoucí k dosažení nízkoenergetického standardu budovy,
- kvalitní zateplení vybraných částí obálky rodinných a bytových domů.

Podpora výstavby v pasivním standardu:

- podpora novostaveb rodinných a bytových domů v pasivním standardu.

Využití obnovitelných zdrojů pro vytápění a ohřev teplé vody:

- výměna neekologického vytápění v rodinných a bytových domech za účinné nízkoemisní zdroje na biomasu a za tepelná čerpadla se stanoveným minimálním topným faktorem při daných teplotních charakteristikách,
- instalace zdrojů na biomasu a tepelných čerpadel do nízkoenergetických novostaveb rodinných a bytových domů,
- instalace solárně-termických kolektorů na obytné budovy.

Program bude vyhlášen a podrobné podmínky podpory (včetně výše dotací) zveřejněny s největší pravděpodobností v dubnu 2009. Podávání žádostí bude možné od dubna 2009, předpokládaná doba trvání programu bude až do konce roku 2012.

Podporovanými subjekty v rámci tohoto programu budou různé typy žadatelů vlastníci rodinné a bytové domy: fyzické osoby, bytová družstva, sdružení vlastníků, města a obce a podnikatelé. Bude stanovena maximální výše dotace z tohoto programu pro jeden subjekt za celé programové období do roku 2012. U novostaveb bude příjemcem dotace první vlastník rodinného domu nebo bytu.¹

Stavba rodinného domu, ať už pasivního nebo „běžného“ není levná záležitost. Většina majitelů domů si musí na stavbu půjčit a zadlužit se tak na několik desítek let dopředu. Proto je každá dotace, kterou stát poskytne, ať už na samotnou stavbu nebo na nějaký její dílčí prvek, velmi vítaná.

¹ Centrum pasivního domu. *Centrum pasivního domu* [online]. 2009. Brno: Centrum pasivního domu, [2006], 2009 [cit. 2009-03-31]. Dostupný z WWW: < <http://www.pasivnidomy.cz/aktualne/zelena-usporam-dotace-jiz-od-dubna.html>>.

3 Požadavky na pasivní dům

Pasivní domy se v českých normách objevily vlastně ještě předtím, než se v ČR začaly stavět. Norma ČSN 73 0540 hovoří takto:

„Pasivní domy jsou budovy s roční měrnou spotřebou tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/(m²a). Takto nízkou energetickou potřebu budovy můžeme krýt bez použití obvyklé otopné soustavy, pouze se systémem nuceného větrání obsahujícím účinné zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu (rekuperací) a malým zařízením pro dohřev vzduchu v období velmi nízkých venkovních teplot. Navíc musí být dosaženo návrhových teplot vnitřního vzduchu po provozní přestávce v přiměřené (a v projektové dokumentaci uvedené) době. Současně nemá u těchto budov celkové množství primární energie spojené s provozem budovy (vytápění, ohřev TUV a elektrické energie pro spotřebiče) překračovat hodnotu 120 kWh/(m²a).“

3.1 Rozdělení podle energetické náročnosti

Norma dělí budovy s nízkou energetickou náročností obecně na domy nízkoenergetické a pasivní. Hraniční hodnotou pro nízkoenergetický dům je v České republice 50 kWh/(m²a), například v Německu je za nízkoenergetický považován již dům na úrovni 70 kWh/(m²a), avšak je zde také požadavek aby tohoto standardu dosáhla každá novostavba.

V zahraniční literatuře je také možné najít termín nulový dům (dům s nulovou potřebou energie). Těchto parametrů však většinou není dosaženo pomocí výrazného zlepšení tepelné izolace, ale např. navýšením plochy fotovoltaických panelů. Za nulové domy jsou považovány již s potřebu tepla menší než 5 kWh/(m²a).

Dalším navýšením vnějších tepelných zisků je možné dosáhnout i takového stavu, kdy je možné kompletně pokrýt potřebu domu a ještě dodávat elektrickou energii nebo teplo do rozvodné sítě. Zde je používán termín dům s přebytkem tepla v zahraničí Energie-plus.

Přehlednější popis obsahuje tabulka, kde u jednotlivých domů vypsána jejich stručná charakteristika a také množství spotřebovaného tepla na vytápění v kWh.

Tabulka 1 - Přehled typů staveb s jejich potřebou tepla k vytápění

Domy běžné v 70. – 80. letech	Současná novostavba	Nízkoenergetický dům	Pasivní dům	Nulový dům s přebytkem tepla
charakteristika				
zastaralá otopná soustava, zdroj tepla je velkým zdrojem emisí, větrá se otevřením oken, nezateplené, špatně izolující konstrukce, přetápí se	klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	pouze teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	parametry min. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů
potřeba tepla na vytápění [kWh/(m²a)]				
většinou nad 200	80-140	méně než 50	méně než 15	méně než 5

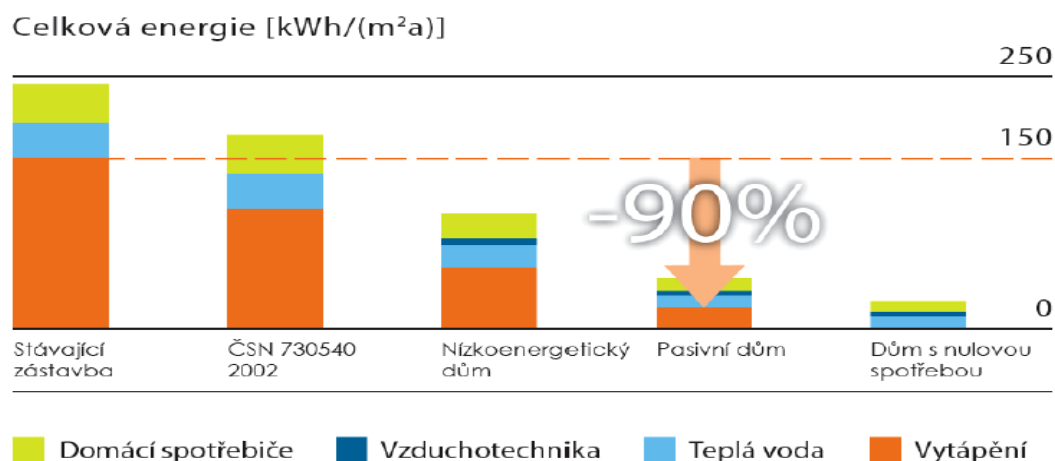
Zdroj: Centrum pasivního domu

Úsporu energie také znázorňuje následující obrázek. Na něm je vidět, že pasivní dům je schopný uspořit až 90 % celkové energie oproti ostatním domům jako je stávající zástavba, novostavba, nízkoenergetický dům a dům s nulovou spotřebou. Tyto domy spotřebují velmi málo energií, ale jsou oproti pasivním domům finančně náročné na výstavbu. Doba návratnosti u těchto staveb je neúměrně dlouhá k vynaloženým prostředkům.

Obrázek také ukazuje spotřebu tepla u starších budov, kde se tento údaj pohybuje okolo 150 kWh/m²a. U budov postavených dle platné normy je spotřeba tepla okolo 100 kWh/m²a a pasivní dům spotřebuje tepla okolo 15 kWh/m²a.¹

¹ TRNKA, Ludvík: *Pasivní dům – Zkušenosti z Rakouska a české začátky*. 1. vyd. Brno: ZO ČSOP VERONICA, 2004. 40 s.

Obrázek 1 - Celková úspora energie



Zdroj: Centrum pasivního domu

3.2 Podstata pasivních domů

Pasivní domy jsou budovy zajišťující příjemné vnitřní prostředí v létě i v zimě bez použití klasického otopného systému. Oproti stávajícím budovám, které jsou spíše tepelnými zřídci, spotřebují o 85 – 90 % méně energie. V porovnání s novostavbami splňujícími současné národní normy a předpisy činí tato úspora až tři čtvrtiny.

Pasivní dům nevyužívá nákladné a technicky náročné zařízení, které neřeší snižování potřeb dodávané energie, ale jen efektivnější proměnu. Naopak koncepce pasivního domu stojí na prvcích, které mají za úlohu snížit závislost objektu na dodávkách energie. Po snížení tepelných ztrát je možné výrazně snížit výkon zdroje i celkový objem technologií. Zmenšením energetické náročnosti pasivních domů by nebylo možné bez mimořádně kvalitního zateplení, které současně v době vzrůstajících nároků na kvalitu bydlení přináší výtečnou tepelnou pohodu prostředí. Větrací systém se zpětným získáním tepla neustále zajišťuje čistý čerstvý vzduch v celém domě, aniž by vznikala průvan a velké tepelné ztráty. Díky vzduchotěsné obálce budovy, vyloučení tepelných mostů a neustálému větrání pak zůstávají konstrukce suché a bezprůduchové.

Název pasivní dům vychází z principu využívání pasivních tepelných zisků v budově. Jsou to vnější zisky ze slunečního záření procházejícího okny a zisky vnitřní – teplo vyzařované lidmi a spotřebiči. Díky velmi kvalitní izolaci tyto zisky „neunikají ven“ a po

většinu roku postačují k zajištění příjemné teploty v místnostech. Vše dohromady zvyšuje kvalitu bydlení a hodnotu nemovitosti.¹

Je dokázáno, že se lze v těchto domech zbavit i některých zdravotních problémů. Zařízení, které pracuje i v noci, filtruje vzduch a tím ho zbavuje škodlivých nečistot a prachu. To bude vyhovovat nejen alergikům, ale také těm, na kterých zůstává úklid v domácnosti. Díky tomu, že větrací jednotka přivede tolik vzduchu, kolik je třeba, není nutné se bát plísní, které tak často trápí obyvatele rekonstruovaných panelových domů.

V pasivním domě lze dosáhnout vysokého komfortu bydlení, pohodlí a příjemného prostředí při minimální spotřebě energie. Tepelné ztráty jsou díky důsledné izolaci sníženy natolik, že k udržení teploty v místnostech postačí minimální množství tepla. Vzhledem k výborné tepelné izolaci mají stěny a okna i při nízkých venkovních teplotách povrchovou teplotu, která se blíží 20°C, a je tedy lidmi vnímána jako příjemná. Zvláštní důraz je kladen na vzduchotěsnost všech částí budovy. Čerstvý vzduch se do obytných prostor přivádí pomocí automatického větracího zařízení. Z odváděného vzduchu se odebírá teplo, kterým se ohřívá přiváděný čerstvý vzduch. Vše dohromady způsobuje, že se na topení v pasivním domě spotřebuje desetkrát méně tepla, než činí průměr pro stávající budovy. K udržení teploty postačí malé topné těleso, které může být umístěno kdekoliv v bytě a příjemně vyzařovat teplo.

V mnoha případech lze od jeho instalace dokonce zcela upustit. Tehdy je pomocí dohřívacího registru teplo přiváděno do predehřátého čerstvého vzduchu a dohřev vzduchu většinou postačí jako jediný zdroj tepla. Výsledkem je vytápění ohřátým čerstvým vzduchem. Úsporami nákladů za výkonný kotel, topná tělesa, termostatické ventily, rozvodné potrubí apod. zčásti pokryjí zvýšené náklady na důkladnou tepelnou izolaci. Pokud je ohřev čerstvého vzduchu dostačující jako jediný zdroj tepla, je taková budova nazývána „pasivním domem“ - právě z toho důvodu, že nepotřebuje žádný dodatečný aktivní systém vytápění (a také žádné klimatizační zařízení).²

¹ TYWONIAK, Jan: *Nízkoenergetické domy - Principy a příklady*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 200 s.

² PREGIZER, Dieter: *Zásady pro stavbu pasivního domu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 128 s.

Pro shrnutí jsou uvedeny některé z mnoha výhod pasivních domů:

- vyšší komfort života,
- extrémně nízké náklady na vytápění,
- stálý přívod čerstvého vzduchu,
- netvoří se průvan,
- žádné teplotní rozdíly v místnosti,
- příjemné teploty v zimě i v létě,
- kvalitní ochrana konstrukcí.

3.3 Zásady výstavby pasivních domů

Pasivní dům spotřebuje ve srovnání s běžnou stavbou zhruba desetkrát méně tepla na vytápění - méně než 15 kWh/m² za rok. Díky tomu se pasivní dům obejde bez klasické topné soustavy - po většinu roku si vystačí s tepelnými zisky od osob, spotřebičů, z dopadajícího slunečního záření, s teplem z odpadního vzduchu apod.

Pasivní dům má několik základních znaků:

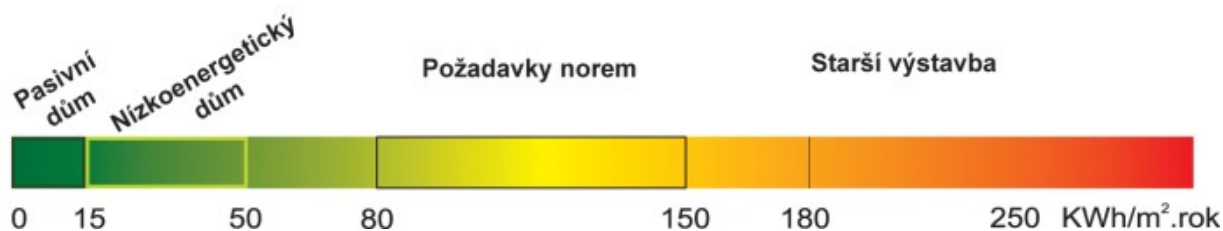
- dobrý architektonický návrh,
- kompaktní tvar bez zbytečných výčnělků,
- prosklené plochy jsou orientovány na jih,
- špičkové zasklení,
- nadstandardní tepelné izolace a vzduchotěsnost domu,
- důsledné řešení tepelných mostů,
- regulace vytápění využívající tepelné zisky,
- strojní větrání s rekuperací tepla,
- klasický topný systém může zcela chybět,
- spotřeba tepla na vytápění je max.15 kWh/m² za rok.

Kromě toho je důležité, aby jednotlivé komponenty domu byly vyvážené, vzájemně spolupracovaly a dům byl vyladěn na potřeby jeho obyvatel. Základní podmínkou úspěchu při výstavbě pasivního domu je pečlivá příprava projektu. Dům by měl být projektován týmem specialistů - zadávat projekt postupně různým profesím není ideální. Po dokončení projektu je dobré nechat si výpočtem doložit tzv. měrnou spotřebu tepla na vytápění -

ideální je výpočet nezávislým odborníkem podle normy ČSN EN 832, která dává nejspolehlivější výsledky. Dále je dobré nechat si zpracovat celkovou optimalizaci projektu domu z hlediska investičních a provozních nákladů, která zajistí, že výsledné úspory energií a nákladů na provoz bude dosaženo efektivním způsobem a za přijatelných investičních nákladů.

Škálu energetické náročnosti budov vyjadřuje následující obrázek. Jak již bylo několikrát zmíněno, ve spotřebě energií pasivní dům jednoznačně vítězí. O něco hůře je ve spotřebě energií dům nízkoenergetický. Požadavky norem na výstavbu nového rodinného domu jsou mezi 80 – 150 kWh/m² za rok. Což je poměrně hodně v porovnání s pasivním domem. Starší výstavba spotřebuje hodně energie, jeho roční spotřeba energie může přesáhnout i 250 kWh/m² za rok. A to v přepočtu na peníze může být poměrně vysoká částka peněz.¹

Obrázek 2 - Škála energetické náročnosti domů



Zdroj: EkoWATT

3.3.1 Spotřeba a náklady²

Nízká spotřeba tepla nemusí nutně znamenat také nízké provozní náklady. V domě se platí nejen za teplo, ale také za ohřev vody a elektřinu pro domácnost. Spotřeba energie pro ohřev vody je v pasivním domě zhruba stejná, jako spotřeba energie na vytápění. Pokud se lidé soustředí jen na parametr 15 kWh/m² za rok, který se týká vytápění, může jim uniknout možnost snížit spotřebu energie pro ohřev vody, například solárním systémem.

¹ POČINKOVÁ, Marcela, ČUPROVÁ, Danuše: *Úsporný dům*. 2. vyd. Brno: ERA, 2008. 182 s.

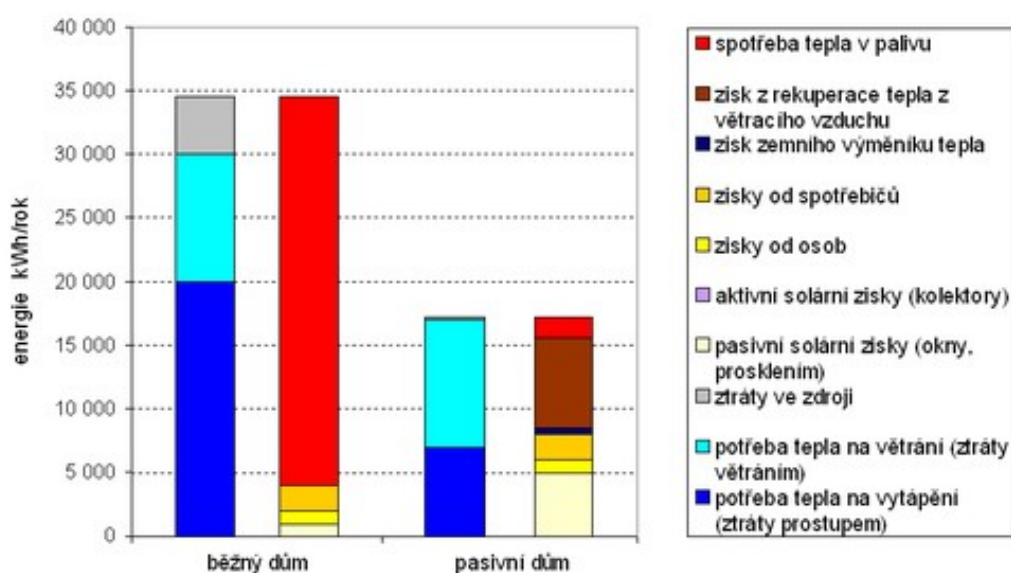
² Ekowatt. www.ekowatt.cz [online]. [2008] [cit. 2008-11-11]. Dostupný z WWW:

< <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/2.htm#2>>.

Protože různá paliva mají různou cenu, nestačí porovnávat jen kilowatthodiny spotřeby, ale i náklady. Přitom volba zdroje tepla má vliv i na náklady na domácnost.

Na obrázku je vidět jaká je spotřeba energií u běžného domu a jaká u pasivního domu. Při porovnání těchto domů je téměř o polovinu úspornější pasivní dům. V druhém sloupci je vidět, jak který dům dokáže pracovat s tepelnými zisky. Zde jednoznačně vítězí pasivní dům, který si teplo umí uchovat a kde teplo nikam neuniká. Hodnoty ve druhém sloupci zvýrazněné červenou barvou jsou ty, které obyvatel zaplatí. Porovnáním červeného sloupce je vidět, že obyvatel v pasivním domě zaplatí podstatně méně než v běžné novostavbě.

Obrázek 3 - Energetické potřeby domu a jejich krytí



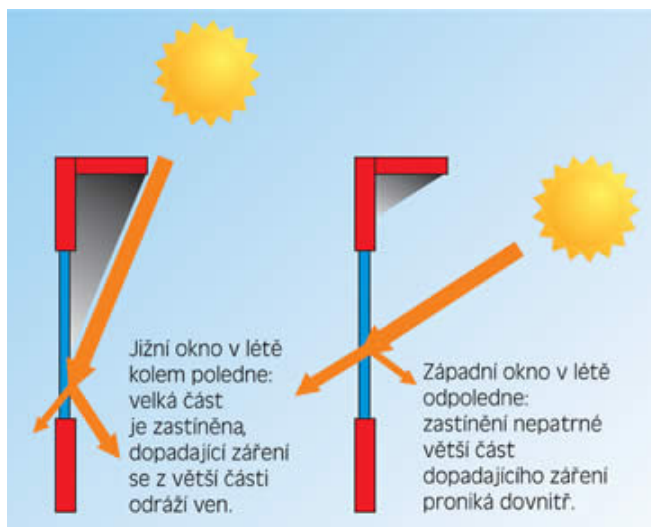
Zdroj: EkoWATT

3.3.2 Volba místa

Pro pasivní dům jsou velmi významné solární zisky, které dopadnou do interiéru jižním prosklením (viz obrázek). Často je prosklená více než polovina celé jižní stěny domu. Pozemek by tedy měl na této straně poskytovat dostatek soukromí a současně nesmí být stíněn např. lesem nebo okolní zástavbou.

Orientovat prosklení na východ či západ je nevhodné. Letní slunce má i nízko nad obzorem dost síly, takže by i ráno a večer dům přehřívalo. Jižní zasklení lze před vysokým sluncem snáze zastínit (např. markýzou) a paprsky dopadající pod ostrým úhlem se z větší části odrážejí ven.

Obrázek 4 - Jižní a západní zasklení



Zdroj: EkoWATT

Podobně nejsou příliš vhodná šikmá střešní okna, kterými vlivem sklonu proniká více slunečního záření a lze je obtížně zastínit. V létě pak hrozí přehřívání interiéru. Vhodná není ani severní orientace oken, neboť významně zvyšuje ztráty tepla.

3.3.3 Tvar a dispozice domu

Pasivní dům by měl mít kompaktní tvar. Jednoduchý tvar je výhodný i z hlediska eliminace tepelných mostů, kterými z domu odchází teplo. U složitějších tvarů vzniká kvůli statickému domu více detailů, které tvoří tepelné mosty a jejichž řešení bývá velmi obtížné.

Nevytápěné prostory (garáž, sklad, komora) se někdy umísťují na severní stranu domu, aby vytvářely jakousi nárazníkovou zónu. Příčky k těmto prostorům však musí být izolovány skoro stejně dobře jako venkovní stěny, efekt tedy není velký. Někdy je součástí domu zimní zahrada, která při správném návrhu a užívání funguje jako solární kolektor. Pokud se ale používá nevhodně (např. vytápí se otevřeným oknem z domu), může působit jako chladič a zvyšovat spotřebu domu.

3.3.4 Izolace

Nedá se říci, že nějaký konstrukční systém je pro pasivní dům ideální. Důležité je, aby stěna dobře izolovala - a to i v místě tepelných mostů, kterým se nelze zcela vyhnout. Pro dosažení součinitele prostupu tepla $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ by bylo nutné použít 5 m silnou cihlovou zeď. Je tedy zřejmé, že bez opravdových izolací v síle min. 20 cm se nelze obejít.

Materiálové možnosti jsou široké - lze použít polystyren, minerální nebo skelnou vatu, ovčí vlnu, slámu, celulózové vložky apod. Konstrukce musí být navržena tak, aby v ní nedocházelo ke kondenzaci vlhkosti. Nebo, pokud k ní dojde, aby se vlhkost mohla opět volně odpařit.

Následující tabulka vykazuje hodnoty součinitele prostupu tepla u běžných novostaveb (definované normou ČSN 730540-2), nízkoenergetických domů a u pasivních domů. Jsou zde dobře vidět rozdílné doporučené hodnoty pro dané typy domů. Poslední sloupec názorně ukazuje, jak nízký je prostup tepla např. obvodovými stěnami, podlahou nebo střechou. Oproti běžným novostavbám jsou hodnoty dvakrát menší.

Tabulka 2 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla $U[W/m^2K]$	Běžné novostavby (ČSN 730540-2)		Nízkoenergetický dům	Pasivní dům
	požadované	doporučené	doporučené	
Obvodové stěny – těžké	0,38	0,25	0,19	0,15
Obvodové stěny – lehké	0,30	0,20	0,15	0,12
Střecha plochá nebo šikmá do 45°	0,24	0,16	0,12	0,12
Podlaha nad exteriérem	0,24	0,16	0,12	0,12
Podlaha na terénu	0,45	0,30	0,20	0,15
Okna	1,70	1,20	0,80	0,80

Zdroj: EkoWATT

3.3.5 Tepelné mosty

Vzhledem k mimořádným izolačním schopnostem použitých konstrukcí mají na spotřebu tepla relativně velký vliv tepelné vazby (místa, kde se stýkají dvě konstrukce a tvoří kout) a tepelné mosty (místa, kde je konstrukce či izolace zeslabena, obvykle nosným prvkem). Tepelná ztráta těmito místy může dosahovat i několika desítek procent celkové tepelné ztráty prostupem tepla.

Proto je třeba věnovat velkou pozornost konstrukčnímu řešení detailů a zejména dbát na dodržování technologických postupů při stavbě. Důležité je například správné napojení

tepelné izolace a okenních rámců, izolace pásu zdi nad terénem, napojení izolace svislých stěn a střechy, izolace krokví atd. Při větších tloušťkách izolace se běžně stává, že tepelnými mosty uniká srovnatelné množství tepla jako zbytkem konstrukce. Pokud tedy tepelné mosty nejsou dobře vyřešeny, nemá smysl přidávat další a další izolaci.

3.3.6 Okna a prosklení

Pro zasklení se používají trojskla nebo systém, kde je prostřední sklo nahrazeno fólií. Součinitel prostupu tepla je zde 0,6 až 0,8 W/m²K. To je až dvakrát lepší, než u nejkvalitnějších oken s izolačním dvojsklem. Běžný okenní rám také izoluje hůře než trojsklo, proto se používají dřevěné i plastové rámy doplněné izolací (obvykle polyuretanovou). Vždy je třeba sledovat součinitel prostupu pro celé okno, ne jen pro vlastní zasklení, jak jej uvádí někteří výrobci. Vliv na kvalitu okna má i distanční rámeček mezi skly - používají se nerezové nebo plastové, které jsou výrazně lepší než dříve používané hliníkové.

Vzhledem k tomu, že jedním ze základních požadavků je těsnost domu, a také kvůli využití nuceného větrání, nemusí být všechna okna otevíratelná. To jednak snižuje jejich cenu, a jednak zvětší plochu prosklení (pevný rám je užší). Z psychologických důvodů a i pro případ výpadku vzduchotechniky se však v každé místnosti nechává nejméně jedno okno otevíratelné. Také je nutno zvážit možnost mytí a čištění oken.

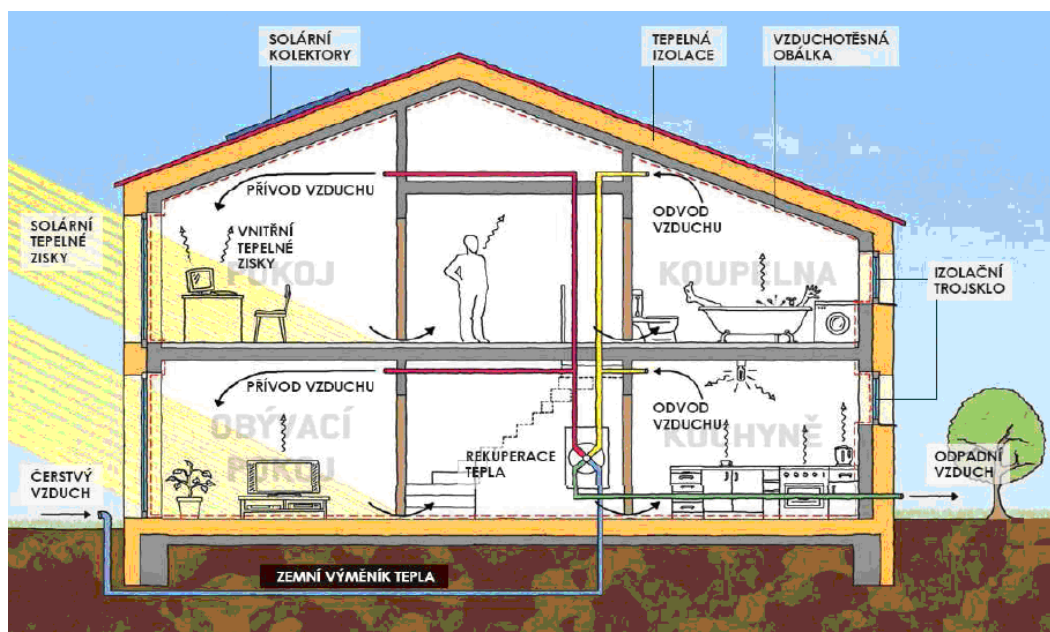
„High-tech“ pasivního domu je soustředěn na okna a větrání s rekuperací tepla. Obě složky musí vyhovět použití v pasivním domě, musí být certifikovány, aby byly zabezpečeny výpočtové parametry.

3.3.7 Větrání

Pasivní dům se bez řízeného větrání neobejde. Pro pasivní dům je přirozené větrání v zimním období nevhodné kvůli značným a nekontrolovatelným tepelným ztrátám. Stěnami a okny zde uniká už jen velmi málo tepla, většina spotřeby tak připadá na ohřev větracího vzduchu. Snižuje tuto spotřebu pomáhá tzv. rekuperace tepla - teplý odváděný vzduch předá ve výměníku teplo chladnému přiváděnému vzduchu. Využít tak lze až 80 % tepla odpadního vzduchu. Rekuperace může být nahrazena tepelným čerpadlem, které odebírá teplo z odpadního vzduchu a ohřívá přiváděný vzduch, případně vodu pro vytápěcí systém. Výhodou je vyšší účinnost, nevýhodou vyšší cena.

K distribuci čerstvého vzduchu se tedy používá nucené větrání s instalovanou jednotkou pro zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu (rekuperace). Zařízení pro dohřev čerstvého vzduchu (teplovzdušné vytápění), nebo otopný systém je využíván v období nízkých venkovních teplot (viz obrázek).

Obrázek 5 - Strojní větrání - schéma



Zdroj: Centrum pasivního domu

Tento systém má řadu výhod, mezi které patří:

- množství vzduchu je relativně přesně dávkované, prakticky není nutné větrat okna a nevzniká průvan,
- vzduch v interiéru je neustále čištěn průchodem přes filtry vzduchotechnické jednotky – je tím zajištěna nezávadnost přiváděného vzduchu,
- vzduch z míst s produkcí škodlivin (WC, koupelna, digestoř) po průchodu výměníkem tepla budovu ihned opustí,
- vysoký účinek rekuperačního výměníku tepla – minimálně 75 %,
- minimální teplotní rozdíly v místnostech, vzduch rovnoměrně prochází celým prostorem – v jednom místě je vzduch nasávám a v jiném vyfukován,
- malá rychlost proudění vzduchu (proti horkým radiátorům), řádově centimetry za vteřinu, což je hluboko pod hranicí vnímání.

Pro správnou funkci musí být systém nuceného větrání navržen a proveden bezvadně. Doporučuje se rozdělení budovy na tři zóny – přívod vzduchu (obytné místnosti), transport vzduchu (chodby, schodiště) a odtah odpadního vzduchu (koupelna, WC, kuchyň). Rozvody by měly být co nejpřímější a nejkratší s ohledem na tlakové ztráty i možnost případného čištění.

Pro větrání rodinných domů a bytů dosud neexistují závazné předpisy. Obvykle se větrání navrhuje tak, aby se splnil požadavek intenzity výměny vzduchu 0,3 až 0,5 objemu obytných místností za hodinu, resp. aby přívod čerstvého vzduchu byl 30 až 50 m³/h na osobu. V době, kdy v domě nikdo není, by měla být intenzita větrání cca 0,1 objemu za hodinu kvůli odvodu vlhkosti a případných škodlivin (např. těkavé látky uvolňující se z nábytku). Dostatek čerstvého vzduchu dělá bydlení příjemným a uživateli je vesměs vysoce oceňován.

Určitým problémem je, že v zimě klesá v místnostech vlhkost vzduchu. Venkovní vzduch má totiž v zimě nízký obsah vlhkosti. Většina běžných domů tento problém nemá, protože jejich obyvatelé v zimě prostě nevětrají - i za cenu horší kvality vzduchu. Jedním z možných řešení je použít výměník, který dokáže kromě rekuperace tepla vzduch také zvlhčovat. Další možností je použít vnitřní omítky či příčky z nepálené hlíny, která dobře vyrovnává vlhkostní rozdíly. Zvlhčování vzduchu přímo ve vzduchotechnickém zařízení, jaké je běžné ve velkých budovách, se v rodinných domech zatím neprosadilo.¹

3.3.8 Vytápění

V mnoha pasivních domech nejsou žádné radiátory. Teplo je dodáváno větracím systémem. Přiváděný vzduch se dohřívá ve výměníku napojeném na kotel (nebo akumulární nádrž). Díky tomu odpadá část investičních nákladů (na klasický topný systém). Pokud budou v pasivním domě použita interiérová kamna, nastane problém s přebytkem tepla. Nejsou-li právě venku velké mrazy, stačí domu jen malý výkon. Zejména u lehkých staveb musí být zdroj tepla utlumen, aby se dům nepřehřál. Jedním z řešení je akumulární nádrž, do níž se odvádí část výkonu kamen. Nádrž může být

¹ Centrum pasivního domu. *Centrum pasivního domu* [online]. 2009. Brno: Centrum pasivního domu, [2006], 2009 [cit. 2008-12-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.pasivnidomy.cz/pasivni-dum/co-je-pasivni-dum.html>>.

doplňkově ohřívána i solárním systémem. Akumulační nádrž může sloužit k predehřátí teplé vody pro potřeby domácnosti, a to jak teplé vody na praní nebo pro běžnou potřebu.

3.3.9 Kontrola kvality

Navrhnout a postavit pasivní dům není nic jednoduchého. Na českém trhu je bohužel málo renomovaných dodavatelů s dostatečnými zkušenostmi. Proto je důležité kontrolovat kvalitu domu již od návrhu. Hned první problém je v tom, že v ČR neexistuje obecně závazný postup výpočtu. Některé domy tak sice splňují kritérium nízké spotřeby, ale jen na papíře, díky kreativnímu výpočetnímu postupu.

Pokud ve stavební dokumentaci nejsou detaily řešení tepelných mostů, je to vážný důvod k pochybnostem. Některé firmy nabízejí typová řešení typických detailů (např. osazení oken). Skutečná situace na stavbě (např. osazení do terénu) je ale složitější. Proto je dobré mít detaily vyřešené přímo pro konkrétní dům.

I nejlepší projekt může zkazit špatně provedená výstavba. Nekvalitní práce může způsobit škody, které se jen těžko odstraňují, a které se navíc mohou projevit až po letech. Průběžná kontrola kvality stavebních prací je tedy zcela nezbytná - na staveništi by neměl chybět odborný, a na dodavateli nezávislý, stavební dozor. Autorský dozor projektanta nestačí - ten nemůže být na staveništi denně. Rovněž je dobré předem vytipovat náročnější etapy výstavby (např. provedení parotěsné zábrany), u nichž by stavební dozor neměl chybět v žádném případě.

3.3.10 Těsnost budovy

Aby pasivní dům fungoval tak, jak má, je nezbytné zajistit potřebnou vzduchotěsnost obálky domu. Pokud do domu „táhne“ skulinami kolem oken nebo dokonce ve stěnách (slabina dřevostaveb), je vzduchotechnika a rekuperační výměník téměř k ničemu. Teplo totiž nekontrolovatelně utíká. Netěsnosti jsou současně místem, kudy se do konstrukce dostává vlhkost z vnitřního vzduchu. Zkondenzovaná vlhkost stavbě škodí, nejvíce ohrožuje dřevo, které může být napadeno dřevokaznými houbami.

Těsnost budovy se proto kontroluje tzv. blower-door testem, kdy se všechny otvory uzavřou a dům se „napumpuje“ pomocí ventilátoru osazeného obvykle ve vstupních dveřích. Podle toho, kolik vzduchu musí ventilátor dodat za určitého tlakového rozdílu, se zjistí těsnost. Požadavek pro pasivní domy je těsnost $n_{50,N} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$. To znamená, že za rozdílu tlaků 50 Pa (odpovídá zhruba stavu, kdy na dům fouká vítr rychlostí 30 km/h) se

veškerý vzduch v budově vymění za 0,6 hodiny. Test je vhodné provádět dvakrát. Poprvé když je dokončena hrubá stavba a provedena parotěsná vrstva. V této fázi je ještě poměrně snadné najít a opravit netěsnosti. Druhý test se provádí po dokončení stavby, před předáním zákazníkovi. Zde už by bylo na opravy pozdě. Požadavek na těsnost budovy je dobré zakotvit ve smlouvě s dodavatelem - pokud nebude dům dost těsný, lze požadovat slevu, nebo naopak při dosažení lepších hodnot vyplatit prémii.¹

3.3.11 Termovize

Kontrola stavby termovizní kamerou může odhalit místa, kde v konstrukci vznikly tepelné mosty. Někdy lze odhalit i rozsáhlejší netěsnosti, kterými uniká teplý vzduch. Nevýhodou je, že se měření provádí již na hotové stavbě, kdy je na opravy většinou pozdě. Měření musí probíhat v době nízkých venkovních teplot, tj. zhruba od října do dubna. Tepelné mosty se projeví vyšší povrchovou teplotou venkovních stěn (nebo naopak nízkou teplotou vnitřních stěn, pokud měříme uvnitř místnosti). Příliš výrazné tepelné mosty mohou být opět důvodem k požadování slevy z ceny stavby.

3.4 Předpisy

Od 1. ledna 2009 jsou všechny novostavby povinně vybaveny tzv. Průkazem energetické náročnosti budovy. Stavebník nebo kupující by z něho měl - podobně jako z energetického štítku elektrospotřebiče - snadno poznat, jak je dům úsporný. Tato povinnost je definována zákonem 406/2000 Sb., o hospodaření energií, v pozdějším znění z roku 2006. A dále prováděcí vyhláškou 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov.

Hlavním výstupem je hodnota spotřeby energie na metr čtvereční podlahové plochy. Do spotřeby se započítává nejen spotřeba tepla na vytápění, ale i na ohřev vody, osvětlení, elektřina na provoz oběhových čerpadel a ventilátorů a případně i na chlazení budovy.

Výsledné kritérium měrné spotřeby toho moc neřekne o nákladech na energie. Zahrnuje v sobě různé druhy energií s různou cenou, (teplo na vytápění, na ohřev vody, elektřinu), přičemž každá má cenu jinou. Je třeba ponořit se hlouběji do několikastránkového protokolu a z něho vyčíst spotřebu energií pro různé účely, případně spotřebu jednotlivých paliv.

¹ MACHOLDA, František, SRDEČNÝ, Karel: *Úspory energie v domě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. 108 s.

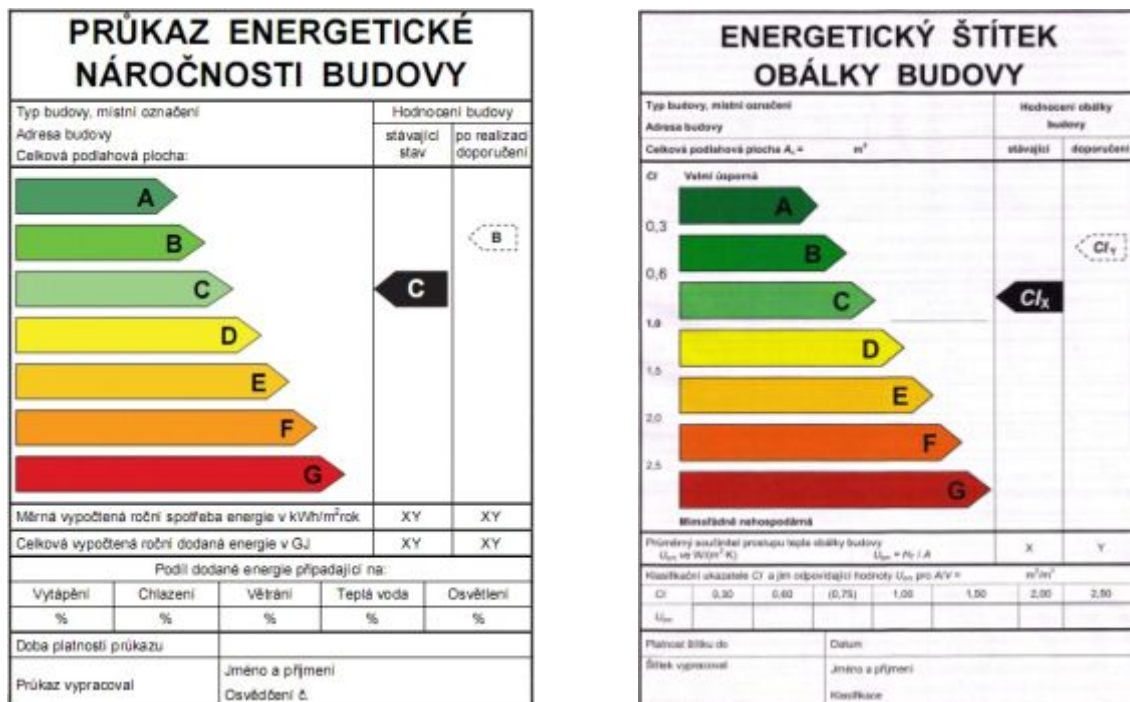
Další pomůckou je tzv. Energetický štítek obálky budovy, který by měl být součástí projektové dokumentace stavby. Zde se ale hodnotí pouze konstrukce domu (ovlivňují jen část spotřeby tepla na vytápění). Z grafické části je možné vyčíst údaje o tom, jak dobře izolují stěny domu a další konstrukce. Dům je zařazen do tříd A až G na základě průměrného součinitele prostupu tepla. Novostavba by rozhodně neměla být horší než „C“, jinak by ani neměla dostat stavební povolení. U nízkoenergetického domu lze čekat, že díky důkladnějším izolacím bude dům v kategorii B (ale i dům třídy „C“ může být nízkoenergetický). Požadavky na kategorii A jsou natolik náročné, že je v ČR zatím splňuje pouze minimum domů.

Pozor však na záměnu tohoto štítku s výše uvedeným průkazem - graficky jsou si velmi podobné. Kromě grafické části s barevnou stupnicí obsahuje štítek i dvou až třístránkový protokol, kde jsou uvedeny další parametry domu. Nejzajímavější bude nejspíš tabulka s výčtem jednotlivých konstrukcí, jejich plochou a součinitelem prostupu tepla. Pro porovnání je u každé konstrukce uvedena i hodnota požadavku a doporučení normy. Díky tomu i laik snadno zjistí, jsou-li stěny jeho domu dvakrát lepší, než norma požaduje, nebo jestli splňují požadavek jen těsně. Zde je i vodítko k optimalizaci projektu: jestliže je jedna konstrukce výrazně lepší nebo horší než ostatní (vztaženo k požadavku normy), je třeba se zamyslet, proč tomu tak je a zda je to tak v pořádku.

Průkaz energetické náročnosti budovy a Energetický štítek obálky budovy jsou vidět na následujícím obrázku.¹

¹ Ekowatt. www.ekowatt.cz [online]. [2008] [cit. 2008-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/2.htm#2>>.

Obrázek 6 - Průkaz energetické náročnosti a energetický štítek obálky budovy



Zdroj: EkoWATT

3.5 Výhody pasivních domů

Pohodlí

V pasivním domě je teplota ploch sousedících s exteriérem - jako jsou stěny, podlahy, okna atd. - příjemná i při velmi nízkých venkovních teplotách. Vnější stěny a podlahy nad sklepem bývají pouze o 0,5 až 1°C chladnější než teplota vzduchu v místnosti. Okna jsou v pasivních domech za takových podmínek o dva až tři stupně chladnější než interiér. V domech, které nejsou vybudovány podle energetického standardu pasivního domu, lze tak vysokého stupně pohodlí dosáhnout pouze pomocí topných těles pod oknem a vytápění stěn nebo podlah.

Čerstvý vzduch

Automatický přívod čerstvého vzduchu bez průvanu a bez prachu v pasivním domě zaručuje, že je vždy postaráno o to, aby vzduch v interiéru byl svěží - i při delší nepřítomnosti obyvatel domu nebo v noci. Čerstvý vzduch lze dodatečně pomocí speciálních filtrů zbavovat pylů a ostatních alergenů. V oblastech zatížených dopravou neproniká hluk do domu, a přesto je uvnitř bezprašný čerstvý vzduch. Také lze otevírat okna.

Odolnost vůči letním vedrům

Pasivní domy se v létě chovají podobně jako tradiční stavby. Je třeba dbát na zastínění oken na západní a východní straně. Velké prosklené plochy na jižní straně potřebují přinejmenším konstrukční ochranu před slunečním zářením, například pomocí dostatečného přesahu střechy. Vhodná jsou však i regulovatelná stínicí zařízení na vnější straně oken, např. rolety nebo žaluzie. Díky vybavení energeticky efektivní domácí technikou a úspornými spotřebiči se uvnitř budovy uvolňuje méně odpadního tepla.

Zajištění v případě krize

Pasivní domy jsou zajištěny i v kritických situacích. Pasivní dům se ochlazuje jen velmi pozvolna a při totálním výpadku vytápění po dobu jednoho měsíce za celodenní mlhy neklesnou teploty interiéru pod 13 - 15°C. I ty nejmenší nouzové zdroje vytápění zabezpečí dostatek tepla, například k vytápění dětského pokoje o ploše 15 m² během chladných oblačných dnů postačí tepelný příkon 150 W.

Potenciál pro budoucnost a trvalá udržitelnost

Pasivní domy účinně přispívají k ochraně životního prostředí, a to zejména díky úspornému způsobu vytápění po celou dobu jejich životnosti, který způsobuje nízké zatížení životního prostředí. Zvýšené náklady na materiál pro stavbu pasivního domu jsou nepatrné. Průzkum Rakouského ekologického institutu ve Vídni prokázal, že celková ekologická bilance již postavených pasivních domů vychází pozitivně. Výraznější to bylo tehdy, když při výběru jednotlivých stavebních materiálů, stavebních dílců a přístrojů byly zvoleny produkty co možná nejšetrnější k životnímu prostředí.

Architektonická neutralita

Forma stavby většiny selských usedlostí, řemeslnických dílen a obytných domů bývala v minulosti vždy kompaktní a jednoduchá. Také v moderní architektuře 20. století bylo postaveno mnoho kompaktních, a přece pěkných budov.

Pasivní dům má stejně kompaktní tvar, a k tomu je skvěle tepelně izolován. Kromě toho musí dosahovat té nejvyšší stavební kvality, aby optimálně fungoval. Maximální kvalitu provedení stavby očekává každý člověk, který vydává velkou část svých životních příjmů za bydlení. Avšak spousty pasivních domů dokazují, že je možné realizovat

všechny styly stavby (masivní nebo lehká, se střechou sedlovou, valbovou, pultovou či plochou).¹

3.6 Nevýhody a problémy pasivních domů

Stavba PD může být v několika ohledech náročná. Projekt stavby musí být vypracován obzvláště důkladně, je třeba počítat se všemi vlivy a jejich vzájemným působením. Samotná stavba musí být prováděna perfektně ve všech detailech, každá chyba může mít zásadní vliv na celkový efekt stavby. Stavba vyžaduje neustálou kontrolu investora. V ČR je zatím jen málo architektů a firem, které se specializují na stavby pasivních domů. Obstarání ekologicky nezávadných materiálů si může vyžádat více času a tím se stavba může prodloužit.

Při používání domu se problémy vyskytují spíše vyjíměčně. Přesto platí, že pasivní dům má jen několik málo nevýhod a výhody dosud převládají nad nevýhodami. Problém může vzniknout v případě nastěhování do pasivního domu uprostřed tuhé zimy. Je třeba počítat s potřebou dodávky 1000 až 2500 kWh energie, aby dům fungoval tak jak má (v případě 100 % vytápění vzduchem může jít o období až 4 týdnů), tato počáteční fáze se však dá lehce překlenout např. pomocí malého elektrického topidla. Větrání otevřenými okny ze zvyku omezuje funkčnost větracího systému, otevření okna ložnice za horké letní noci je však vhodné.

3.6.1 Bilance nákladů a užitku

Obytná hodnota, jakož i hodnota budovy jsou u pasivního domu vzhledem ke špičkové stavební kvalitě podstatně vyšší než u konvenčních domů. Minimální provozní náklady v kombinaci s atraktivním dotačním systémem, který v ČR začne platit od dubna 2009, činí stavbu pasivního domu rovněž finančně zajímavou. Pokud by šlo upustit od konvenčního systému vytápění, pokryly by tyto úspory velkou část zvýšených nákladů na vysoce efektivní ventilaci, kvalitnější okna a tepelnou izolaci.

¹ Centrum pasivního domu. *Centrum pasivního domu* [online]. 2009. Brno: Centrum pasivního domu, [2006], 2009 [cit. 2008-12-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.pasivnidomy.cz/pasivni-dum/co-je-pasivni-dum.html>>.

Výše pořizovacích nákladů, dosahující zhruba 105 - 115 %, je ale i bez dotací díky levnějšímu provozu za dobu životnosti budovy více než vyrovnána (i při vícenákladech 15 % je při ceně domu 3,5 milionu Kč a růstu cen energií o 5 % ročně návratnost do 20 let). Takto se stává standard pasivního domu typem stavby s jednoznačně nejnižšími celkovými náklady. Odpadá nejistota budoucích provozních nákladů (vzhledem k vývoji v oblasti cen energie).

Zkušenosti ukazují, že vyšší ceny stavebních komponentů v kvalitě vhodné pro pasivní dům (okna, ventilační zařízení) klesají s rostoucí produkcí a budou dále klesat vzhledem k rostoucímu počtu dodavatelů. V praxi existují příklady staveb pasivních domů, které se podařilo realizovat dokonce za stejnou cenu jako standardní budovy.¹

¹ NAGY, Eugen: *Nízkoenergetický ekologický dům*. Bratislava: Jaga Group, 2002. 300 s.

4 Energetická bilance domu

Základním nástrojem pro plánování energetické soběstačnosti je energetická bilance. Nejprve je třeba sečíst ztráty (potřeby). Potom zvážít, zda je možné ztráty snížit a kolik to bude stát. Dále je třeba zjistit zisky a míru jejich skutečného využití. Rozdíl mezi zisky a ztrátami je třeba krýt ze zdroje. Při volbě zdroje je třeba zvážít technická a další omezení, způsob provozu a požadavky na komfort a spolehlivost. Zdroje se liší investičními a provozními náklady.

V rodinném domě se energie používá v různé podobě a k různým účelům. Asi nejvíce viditelnými položkami energetické bilance jsou teplo k vytápění a osvětlení. Právě počet rozsvícených žárovek je v mnoha domácnostech impulsem k šetření. Je dobré si uvědomit, že potřeba energie na osvětlení se u běžným budov zpravidla pohybuje kolem 5 až 15 % celkové energetické spotřeby domácnosti. Sestavení energetické bilance je tak vhodnou cestou k získání celkového přehledu o energetických tocích v domě.

4.1 Jak sestavovat bilanci

Pro sestavení bilance je třeba zajistit všechny energetické ztráty a zisky, resp. potřeby a zdroje. U starších domů byla největší tepelnou ztrátou potřeba tepla na vytápění a větrání, potřeba teplé vody byla menší. Tyto potřeby byly nejčastěji kryty dvěma zdroji – kotlem na nějaké pevné palivo a elektřinou. Ostatní zdroje, zejména zisky od elektrických spotřebičů, se zanedbávaly, protože jejich podíl na celkovém krytí byl malý.

Potřeba tepla závisí na stavebních konstrukcích a větrání. Vyčíslení podle jednotlivých konstrukcí pomůže uvědomit si, které konstrukce mají největší význam, a u těch pak mohou nastat úspory tím, že konstrukce bude zateplena. V praxi se například často stává, že stavebníci věnují velkou pozornost obvodovým stěnám, ale podceňují např. podlahu, která přitom může tvořit větší plochu než stěny.

S klesající potřebou tepla na vytápění a větrání roste význam ostatních zdrojů tepla. Koncepce pasivního domu již počítá s tím, že „klasické“ zdroje tepla (kotle) budou domu dodávat jen velmi málo energie. Naopak se hledají nejrůznější zdroje, které lze využít – rekuperace tepla z odváděného větracího vzduchu nebo z odpadní vody, různé typy solárních systémů apod. Důležitou roli hrají i zisky od elektrospotřebičů.

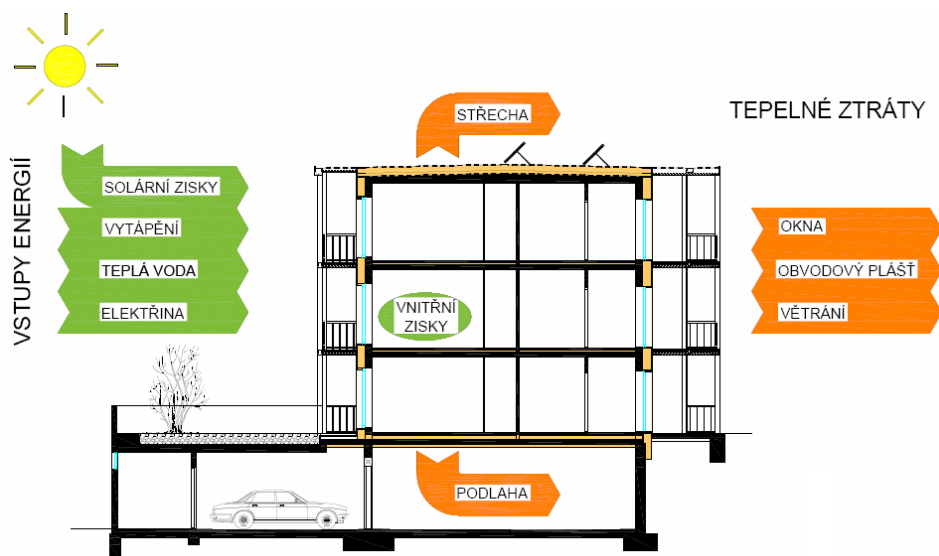
Energetická bilance domu má tři základní položky:

- vytápění,
- ohřev vody,
- ostatní provoz domácnosti.

Bilance zdroje tepla se někdy uvádí samostatně. Významná je zejména u kogeneračních jednotek, kde je produkce tepla svázaná s produkcí elektřiny. U paliv je také třeba rozlišovat mezi výhřevností a spalným teplem. Výhřevnost se u paliv udává tradičně, ale např. zemní plyn se již několik let účtuje podle obsahu spalného tepla (které je u tohoto paliva 1,11krát vyšší než výhřevnost). Výhřevnost udává, kolik tepla z paliva získáme prostým spálením. Spalné teplo je vyšší o energii vody (páry), která uniká se spalinami – pokud spaliny budou ochlazený tak, že voda zkondenzuje, získá se navíc ještě kondenzační teplo vody. Díky tomu je možné se setkat s tvrzením, že plynové kondenzační kotle mají účinnost přes 100 %. Nejde o podvod, ale o důsledek toho, že účinnost kotlů se tradičně udává ve vztahu k výhřevnosti paliva, nikoliv ke spalnému teple.

Energetická bilance v pasivním domě je dobře vidět na obrázku.

Obrázek 7 - Energetická bilance



Zdroj: Centrum pasivního domu

Energetická bilance ukazuje, že pasivní domy jsou schopné po zredukování energetických ztrát účinněji využívat energetické zisky:

- odpadní teplo použité energie uvnitř obydleného domu,
- solární energie okny.

Odpadní teplo vzniká při vaření, chlazení pomocí chladničky, při praní pračkou nebo bez ní, při ohřevu, distribuci a použití teplé vody, pochází od počítače a všech elektrických spotřebičů. Také teplo lidského těla je využitelným zdrojem.

Energetická potřeba na vytápění je u pasivních domů čím nižší, tím lepší je izolace oken a tím lépe je odsouhlasen zisk solární energie okny s potřebou energie v zimním i letním období.

Existuje dodatečné kritérium pasivních domů: maximální celková roční potřeba primární energie pro pokrytí energetických nároků bytu resp. domu smí činit maximálně 120 kWh/m² za rok. Solární zařízení na ohřev teplé vody a energeticky úsporné domácí spotřebiče mohou zabezpečit splnění tohoto požadavku, pokud je zabezpečeno hlavní kritérium.¹

4.1.1 Primární energie

Jak již bylo zmíněno, jedním z kritérií dosažení pasivního standardu stavby je i primární energie. Dle normy ČSN 73 0540: 2 je:

„.... Primární energie taková, kterou je třeba uvolnit při energetické přeměně v místě zdroje. Podle povahy zdroje se používá přepočtu: primární energie = energie potřebná na vstupu do budovy x faktor energetické přeměny. Faktor energetické přeměny f_p se uvažuje hodnotou 3,0 pro elektrickou energii, 1,0 pro obvyklá paliva, 1,1 pro dálkové vytápění, hodnotou 0 pro obnovitelné zdroje energie, nejsou-li k dispozici podrobnější místní údaje nebo jiné závazné hodnoty.“

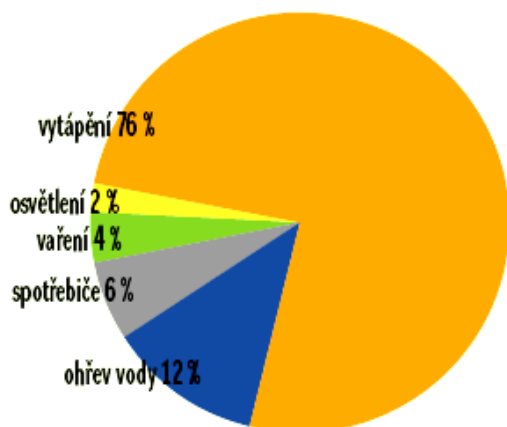
Podrobnější hodnocení výpočtu primární energie lze najít pouze v zahraničních technických normách.

¹ ŠUBRT, Roman: *Tepelné izolace v otázkách a odpovědích*. 2. vyd. Praha: BEN, 2008. 160 s.

Spotřeba energie v domácnosti

Spotřeba v domácnostech činí v České republice přes 40 % veškeré spotřeby primární energie. To zahrnuje především energii na vytápění (cca 60 %) a ohřev vody (cca 20 %). Na zbytku se podílí domácí spotřebiče, vaření a osvětlení, jak je možné vidět na obrázku. Z těchto skutečností pak jednoznačně vyplývá orientace úspor především na oblast vytápění budov a ohřev vody. Zbývající část je v současné době řešena individuálně a tato práce se jí nezabývá.

Obrázek 8 - Rozložení spotřeby energie při provozu průměrného staršího domu



Zdroj: Clima Österreich

4.2 Tepelné ztráty

Při návrhu pasivního domu má tepelná ztráta zcela zásadní význam, zvláště pokud má být vzduch jediným nosičem tepla. Pokud jsou vzaty do úvahy všechny omezující vstupní údaje (požadavek na množství čerstvého vzduchu na osobu, teplotu interiéru, měrné teplo vzduchu), dochází se k zjištění, že nejvyšší možná tepelná ztráta je 10 W/m^2 . Tato hodnota je zároveň hraničním topným výkonem.

Tepelné ztráty lze obecně rozdělit na ztráty prostupem tepla a ztráty infilrací, nebo-li výměnou vzduchu.

Výpočet tepelných ztrát je řešen např. v ČSN EN ISO 13789¹ a normách souvisejících, mírně odlišný přístup volí vyhláška č. 291/2001 Sb.

Tzv. měrná tepelná ztráta je charakteristická pro danou budovu a je nezávislá na venkovní nebo vnitřní teplotě. Celkovou měrnou tepelnou ztrátu domu je možné rozdělit na dvě složky a to tzv. měrnou tepelnou ztrátu prostupem (konstrukcemi) a větráním. Velikost měrné tepelné ztráty prostupem je přímo úměrná ploše jednotlivých konstrukcí a jejich tepelně – izolačními vlastnostem (součiniteli prostupu tepla). Velikost měrné tepelné ztráty větráním je zase přímo závislá na intenzitě větrání domu.

Výpočet tepelných ztrát slouží pro dimenzování vytápěcího systému. Pro stanovení potřebného výkonu zdroje tepla je možné vypočítat tepelnou ztrátu celého objektu. Pro stanovení potřebného výkonu otopných těles je nutné stanovit tepelnou ztrátu jednotlivých místností.

Ve výpočtu tepelné ztráty je nutno neopomenout žádný parametr, který ovlivňuje její výslednou velikost, protože je důležité, aby otopná soustava měla dostatečný výkon i při nejnižších ročních teplotách. Například do součinitele prostupu tepla je zahrnuta přírážka, která zohledňuje tepelné mosty. Na druhou stranu není nutné zdroje vytápění ani otopná tělesa zbytečně předdimenzovávat, vzhledem k nemalým investičním nákladům a také jejich optimálnímu provozu. Takto stanovená ztráta se uvádí obvykle v projektové dokumentaci domu.²

4.3 Tepelné zisky

Citace vyhlášky č. 291/2001 Sb.: „Bere se zřetel na tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla a zisky ze slunečního záření. Tyto zisky se mohou započítávat do tepelné bilance jen tehdy, když je v budově instalována automatická dynamická regulace.“³

¹ ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov – měrná ztráta prostupem tepla – výpočtová metoda, ČSN 2000

² HALLER, Andreas, HUMM, Othmar, VOSS, Karsten: *Solární energie - využití při obnově budov*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 184 s.

³ Vyhláška 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinností užití energie při spotřebě tepla v budovách

Zde je uvažováno s klasickou otopnou soustavou a dynamickou regulací se míní např. termostatické ventily na radiátorech. V konceptu pasivního domu je nosičem tepla vzduch, který téměř neustále cirkuluje a vytváří samostatný větrací okruh (bytová jednotka, rodinný dům). Systémy teplovzdušného vytápění pasivních domů navíc zpravidla obsahují účinnou rekuperaci tepla z odpadního vzduchu, je tedy zřejmé, že v soustavě dochází k vysoce efektivnímu využití tepelných zisků.

Teplu produkují lidé, kteří se pohybují v domácnosti, spotřebiče a obydlí se ohřívá i také díky slunci, které svítí do oken.

Všechny zisky budou následně vysvětleny:

Zisky od osob

Lidé jako teplokrevní živočichové neustále produkují teplo, tzv. metabolické. Výkon závisí na činnosti. Dospělý člověk produkuje ve spánku cca 50 W, při sezení a nenamáhavé činnosti 80 až 100 W, při špičkovém fyzickém výkonu až 1000 W.

Zisky od spotřebičů

Většina energie, kterou domácí spotřebiče odeberou ze sítě, se přemění na teplo. Toto teplo vesměs přispívá k vytápění domu. Výjimkou je zejména pračka, kde teplo odchází s vodou do kanalizace. Dále pak sporáky a trouby, kdy je v době provozu potřeba intenzivněji větrat (kvůli páře, oděrům a případně zplodinám ze spalování zemního plynu), takže velká část tepla odchází nevyužita pryč. Energetický přínos lze odhadnout z příkonu a doby využití spotřebičů.

Pasivní solární zisky

Okna v pasivním domě slouží jako sluneční kolektor, solární zisky okny jsou významným příspěvkem k pokrytí tepelných ztrát objektu. Cílem ovšem není získat co nejvíce sluneční energie, ale snížit potřebu tepla na vytápění.

Množství slunečního záření, které dopadne na okno, závisí na orientaci okna a jeho zastínění. Při výpočtu je dále třeba zohlednit plochu rámu okna (na výkresech se uvádí rozměry okenního otvoru, plocha zasklení je o 15 až 40 % menší). Velkou roli hraje i zastínění záclonami, žaluziemi a podobně.

Mimoto je nutno si uvědomit, že ne všechny solární zisky lze využít pro vytápění. V případech slunných dnů mohou být zisky větší, než je tepelná ztráta příslušné místnosti.

Dojde tedy buď k přehřátí místnosti (tím se část zisků naakumuluje do hmoty domu), nebo jsou zisky odvětrány, aby byla v místnosti snesitelná teplota. Zejména u lehkých budov (dřevostavby, podkrovní vestavby) je stupeň využití solárních zisků relativně nízký. Nejlepší je z tohoto hlediska vybavit dům centrálním větráním s rekuperací tepla, které zajistí nejvyšší využití nejen solárních, ale i ostatních vnitřních tepelných zisků.¹

Pro zajištění pasivních zisků ze slunečního záření platí tyto zásady:

- použití zasklení s velmi nízkou hodnotou součinitele prostupu tepla, které ovšem umožní dostatečné tepelné zisky díky vysoké propustnosti slunečního záření,
- minimalizace ztrát tepelnými mosty v místě osazení skla do rámu a osazení rámu do stěny,
- vhodná orientace prosklených ploch – ideální je jižní orientace.

Jak již bylo zmíněno, při návrhu pasivního domu je vždy nutné vytvořit výpočtový model pro optimalizaci solárních zisků kvůli přehřívání v letních měsících. Použití zasklených atrií, zimních zahrad i speciálních prvků pro využití solární energie (prosklené větrané fasádní prvky, dvojité prosklené fasády apod.) je sice možné, ale až po prověření jejich vlastností ve prospěch budovy v průběhu celého roku.

4.4 Tepelné mosty

Jako tepelný most lze označit místo v konstrukci, kde dochází k větším tepelným tokům než v bezprostředním okolí tohoto místa. Jde tedy o místa, kudy uniká na jednotku plochy mnohem více tepelné energie než okolní konstrukcí při stejné ploše. Tepelné mosty mohou být systémové, nahodilé a nebo se může jednat o tepelné vazby. V praxi se tepelné mosty projevují chladnějším místem v interiéru a nebo naopak teplejším místem v exteriéru, pokud je pochopitelně interiér teplejší než exteriér.

Ztráty tepelnými mosty tvoří u vysoce izolovaných staveb významnou část celkových nákladů.²

¹ Ekowatt. www.ekowatt.cz [online]. [2008] [cit. 2008-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/2.htm#2>>.

² MACHOLDA, František, SRDEČNÝ, Karel: *Úspory energie v domě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. 108 s.

Při návrhu pasivního domu je třeba vyvarovat se tepelným mostům dodržením základních pravidel:

- pokud možno nepřerušovat izolační vrstvu,
- při přerušení tepelné izolace používat materiály s nízkým součinitelem tepelné vodivosti (pórobeton, dřevo),
- spáry v izolační vrstvě překrýt další vrstvou,
- návrh konstrukcí vhodných geometrických tvarů (oblouk, tupý úhel).

Význam řešení tepelných mostů vzrůstá i snižováním výměny vzduchu v objektech, neboť tím vzrůstá relativní vlhkost vzduchu v místnostech a tedy i riziko povrchové kondenzace na chladném povrchu konstrukce. V důsledku toho pak dochází k bujení plísní, zvyšování množství spórů ve vzduchu, který obyvatelé domu dýchají, a tím i k zvyšování rizik vzniku alergií.

Celkovou tepelnou ztrátu prostupem budovy pak tvoří tepelné ztráty obvodovými konstrukcemi a ztráty tepelnými mosty.¹

Nyní byla popsána energetická bilance včetně tepelných mostů, tepelných ztrát a zisků. Všechny tyto informace jsou důležité jak u běžných staveb tak u staveb pasivních. Je důležité pro majitele vědět, kudy utíká teplo a jak je možné dům „vytopit“ pomocí spotřebičů nebo vhodně řešenými okny.

¹ SRDEČNÝ, Karel. *Energeticky soběstačný dům – realita, či fikce?* 2. vyd. Brno: ERA, 2007. 92 s.

5 Popis současné situace v Pardubickém kraji

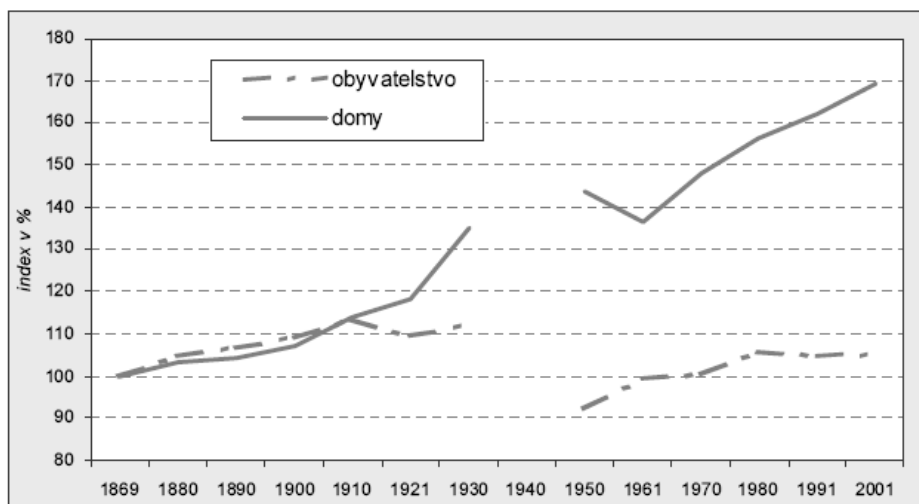
Pardubický kraj je součástí regionu východních Čech. S krajem sousedí Olomoucký kraj, Jihomoravský kraj, kraj Vysočina, Středočeský kraj a Královéhradecký kraj. Území kraje je vymezeno územím okresů Pardubice, Chrudim, Ústí nad Orlicí a Svitavy. Pardubický kraj je pátý nejmenší kraj v ČR s výměrou 4 591 km².

V tomto kraji žije přes 500 000 obyvatel, z nichž většina bydlí ve městě. Průměrný věk obyvatel v Pardubickém kraji je 40 let. Nejvíce pracovních míst poskytuje průmysl a stavebnictví, ale také služby zaměstnávají velký počet obyvatel.

5.1 Strategický plán Pardubic¹

Z dlouhodobého pohledu se počet domů sloužících k bydlení zvyšoval v Pardubickém kraji tempem shodným s růstem počtu obyvatel jen v letech 1869 – 1910 (viz graf). Pak následovaly světové války, kdy počet obyvatel i domů výrazně klesl. V období mezi světovými válkami je zaznamenán mírný růst počtu obyvatel. Tento mírný růst ale nestačil na eliminaci úbytku obyvatel souvisejícího s 1. světovou válkou. Naproti tomu se výrazně zvýšil počet domů.

Graf 2 - Vývoj počtu obyvatel a domů v Pardubickém kraji (1869 = 100 %)



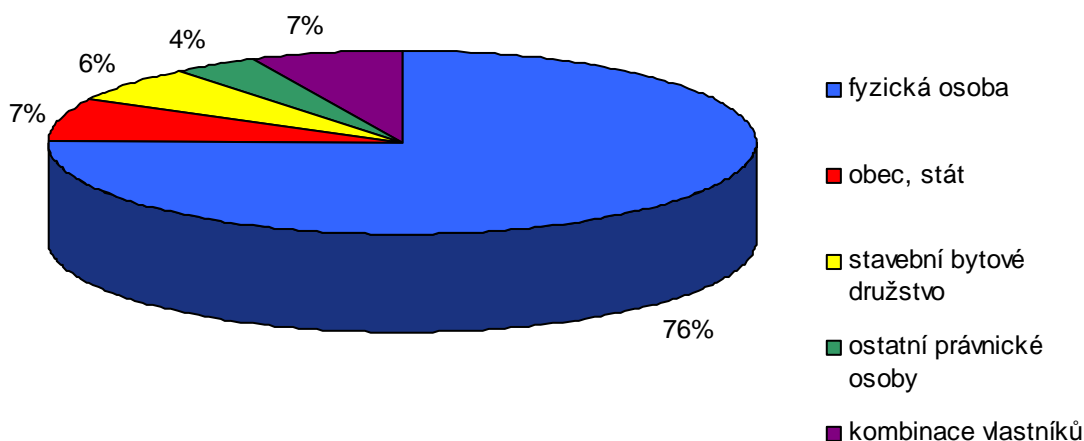
Zdroj: Český statistický úřad

¹ Český statistický úřad [online]. [2009], 1. 2. 2009 [cit. 2009-01-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.pardubice.czso.cz/xe/edicniplan.nsf/p/13-5341-07>>

Změna ve struktuře domů podle druhu byla vyvolána zejména změnou definice rodinného domu. V roce 2001 již nebyla velikost rodinného domu omezena 150 m² obytné plochy, ale pouze počtem bytů a nadzemních podlaží. Kromě toho část starších a menších bytových domů začala být využívána pro podnikání a přešla do kategorie ostatních domů.

Od roku 1990 se začala měnit struktura vlastníků domovního fondu. Restituce a prodej domů ve vlastnictví státu a obcí vedly v kraji ke zvýšení podílu domů ve vlastnictví fyzických osob. Ve městě Pardubice vlastní fyzické osoby přes 6 500 domů, které tvoří 76 % z celkového počtu. Přibylo též domů v kombinovaném vlastnictví, kdy část bytů v jednotlivých bytových domech byla prodána fyzickým osobám a část zatím zůstala ve vlastnictví obcí. Toto kombinované vlastnictví představuje přes 600 domů, což je asi 7 %, jak je patrné z grafu. 600 domů ve městě vlastní obec nebo stát. Právnícké osoby vlastní 4 % z celkové počtu domů a stavební bytová družstva vlastní 6 % domů ve městě Pardubice.

Graf 3 - Složení domovního fondu dle vlastníků



Zdroj: Český statistický úřad

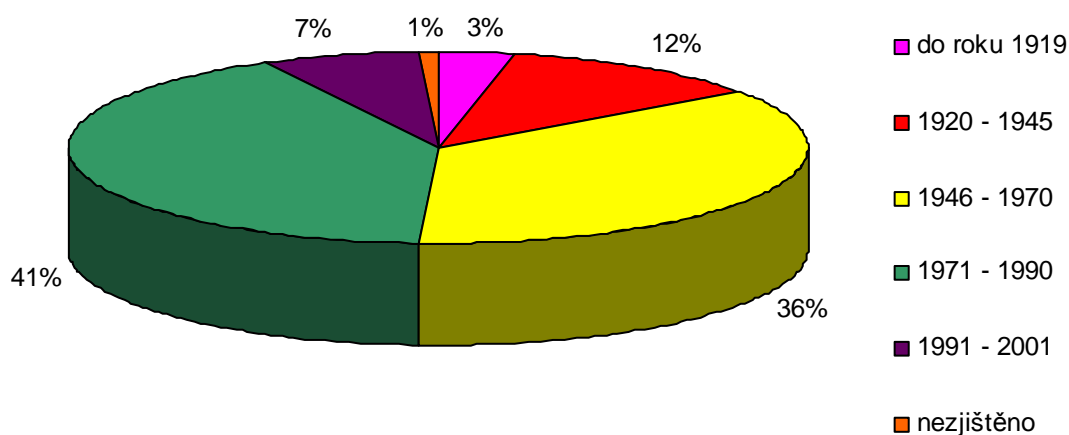
Z předchozího grafu již známe vlastníky domů v Pardubicích. Avšak důležité u bytového fondu je, kdy byly tyto budovy postaveny.

Nejvíce domů bylo postaveno v letech 1971 – 1990, 41 % v grafu představuje asi 15 000 budov. Velký počet staveb je dán rozvojem města a velkým počtem nově vzniklých pracovních míst. 36 % v grafu představuje asi 13 000 domů, které byly postaveny v období 1946 – 1970. Poválečné období zaznamenalo velký rozmach stavebního průmyslu. Po

2. světové válce bylo hodně domů zničených nebo poškozených. Přesto se lidé snažili, aby město mělo svoji novou tvář, proto se hodně stavělo a opravovalo.

Z příloženého grafu je patrné, že nejstarším domům je již přes 60 let. A tyto domy si znovu žádají rekonstrukce a opravy.

Graf 4 - Domy v Pardubicích podle roku výstavby



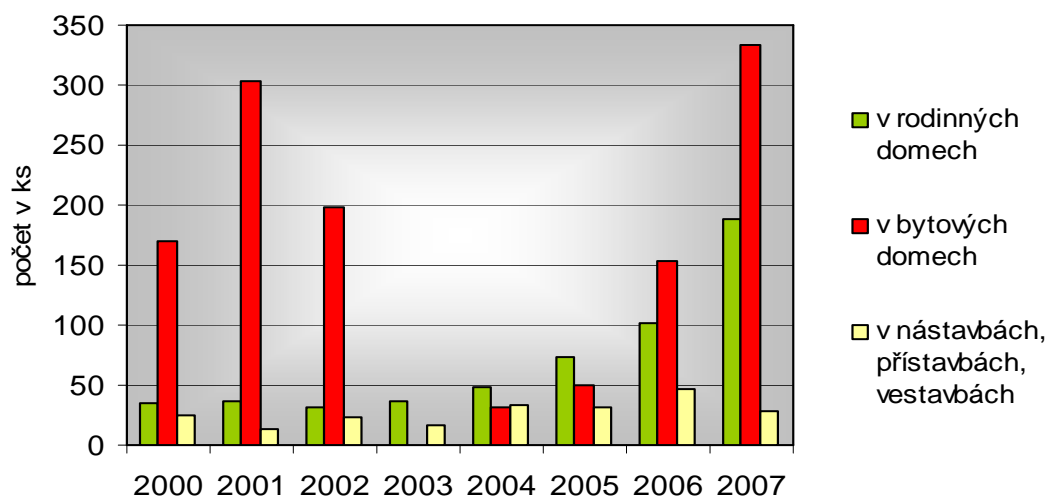
Zdroj: Český statistický úřad

Město Pardubice má v období 2000 – 2007 stabilně okolo 90 000 obyvatel. Je logické, že nejvíce bytů se vyskytuje v bytových domech. Průměrně připadalo v roce 2001 na jeden trvale obydlený bytový dům 10,34 bytů. Velikost bytových domů má neustálou tendenci stoupat a umístit tedy do jednoho bytového domu více bytů. To je dáno jednak bytovou politikou, ale i požadavkem, aby se v relativně malém prostoru dalo postavit hodně bytových jednotek.

Z grafu je zřejmé, že výstavba nových bytových domů v Pardubicích je poměrně rozsáhlá. V roce 2003 nebyl zaznamenán žádný dokončený bytový dům, to je dáno změnou územního plánování. Od roku 2004 město staví bytové domy ve stále vzrůstající tendenci.

Oproti tomu rodinné domy zaznamenávají poměrně stabilní rostoucí trend. Problém, se kterým se město bude potýkat, je nedostatek stavebních parcel a výstavba rodinných domů se posune do satelitních městeček na okraji Pardubic nebo do blízkého okolí.

Graf 5 - Počet dokončených bytů v Pardubicích

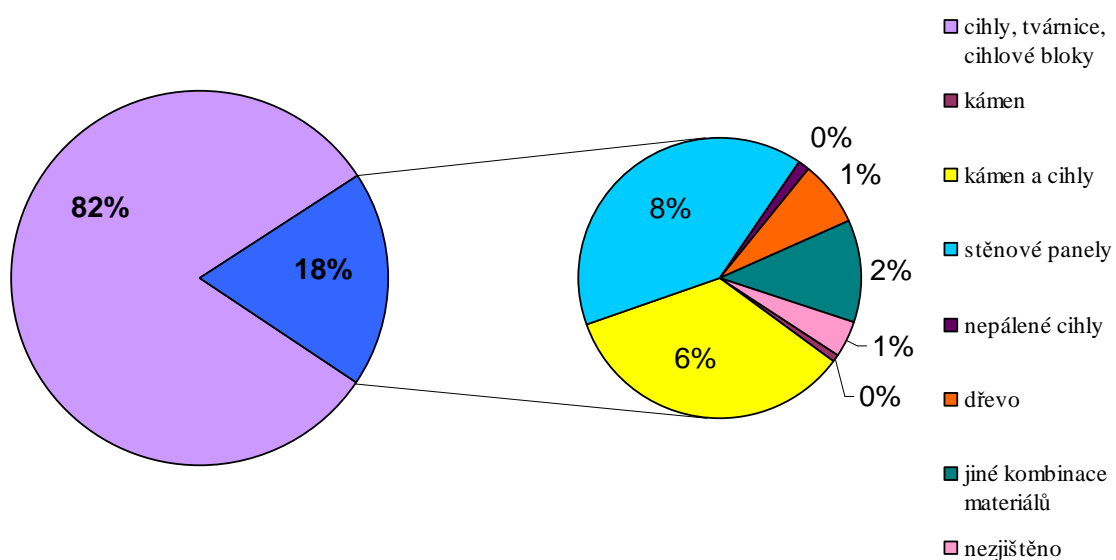


Zdroj: Český statistický úřad

Je také zajímavé podívat se, z jakých materiálů se domy staví. Jak je vidět z následujícího grafu, nejvíce se na stavby používají cihly, tvárnice a cihlové bloky a to v 7 000 postavených domech, které představují 82 %. Z ostatních materiálů, zastoupených 18 %, nejvíce převládají stěnové panely. Dřevo či jiný stavební materiál se zatím používá spíše okrajově. Počet novostaveb, postavených jako dřevostavby, je zastoupen pouhým 1 %.

Z tohoto grafu je zřejmé, že lidé, kteří se rozhodnou postavit si nový dům, se zatím nezamýšlí nad jiným způsobem stavby a jiným použitím materiálů. Jsou skeptičtí k dřevostavbám a neradi experimentují. Nezamýšlejí se nad návratností a tím, kolik v nově postaveném domě protopí a zaplatí za energie.

Graf 6 - Použité materiály na výstavbu domů



Zdroj: Český statistický úřad

Při dotazování na počet pasivních a nízkoenergetických domů, bylo zjištěno, že některé úřady neví, co to pasivní či nízkoenergetický dům je a už vůbec neznají přesný počet těchto staveb. Částečně s tím souvisí také to, že v tomto kraji není postaven žádný takový dům. Mladým lidem, ale i těm, kteří se rozhodnou rekonstruovat své bydlení chybí potřebné informace a zázemí společnosti, která by takové stavby postavila.

5.2 Náklady na bydlení

Následující část bude popisovat náklady na bydlení v Pardubickém kraji. Jak je vidět v následující tabulce, měsíční náklady na bydlení se neustále zvyšují. V roce 2007 činily náklady na bydlení 3 540 Kč. Z tabulky je také vidět, jaká je struktura nákladů na bydlení.

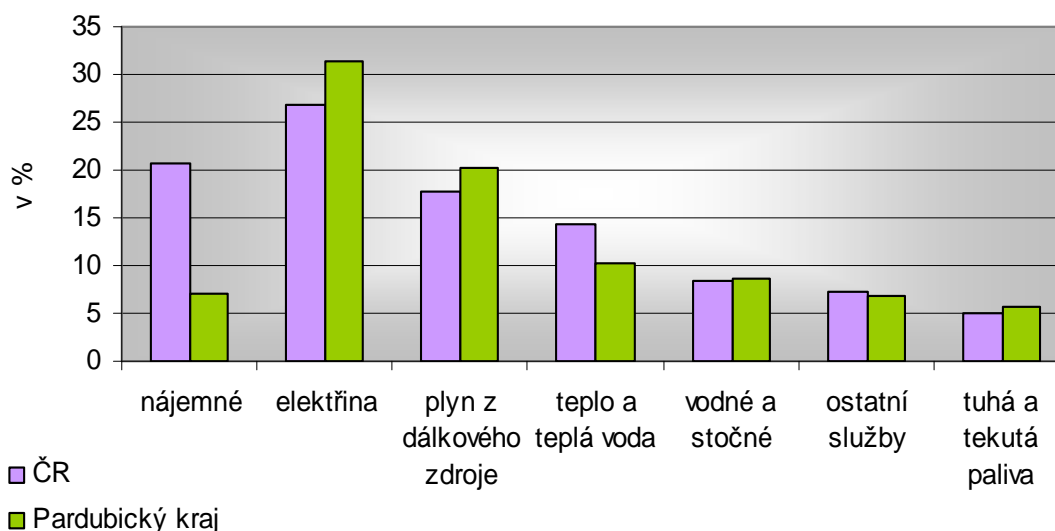
Tabulka 3 - Náklady na bydlení v Pardubickém kraji

	2005	2006	2007
Náklady na bydlení (průměr za domácnost):			
měsíční celkem (Kč)	3 080	3 242	3 540
podíl na čistých peněžních příjmech (%)	15,1	15,1	15,1
Struktura nákladů na bydlení (%):			
nájemné	14,8	15,4	17,1
elektřina	30,4	31,5	31,3
plyn z dálkového zdroje	19,1	20,7	20,2
teplo a teplá voda	12,7	10,9	10,2
vodné a stočné	8,4	8,2	8,7
ostatní služby	8,2	7,4	6,9
tuhá a tekutá paliva	6,4	6,0	5,6
Domácnosti podle typu nájemného (%):			
tržní nájemné	3,7	4,2	5,1
regulované nájemné	14,1	14,7	13,7
neplatí nájem	82,2	81,1	81,3

Zdroj: Český statistický úřad

V následujícím grafu je ukázáno, jaká je struktura nákladů na bydlení v Pardubickém kraji a v ČR. Náklady na elektřinu, plyn, vodné a stočné, tuhá a tekutá paliva jsou vyšší než je průměr v ČR. Je také vidět, že nájemné v Pardubickém kraji je menší než je průměr ČR a stejně tak i náklady za teplo a teplou vodu. Při celkovém posouzení situace se v Pardubickém kraji žije levněji než ve zbytku ČR. Je nutno ale dodat, že průměrná výše mezd v Pardubickém kraji je pod průměrem ČR.

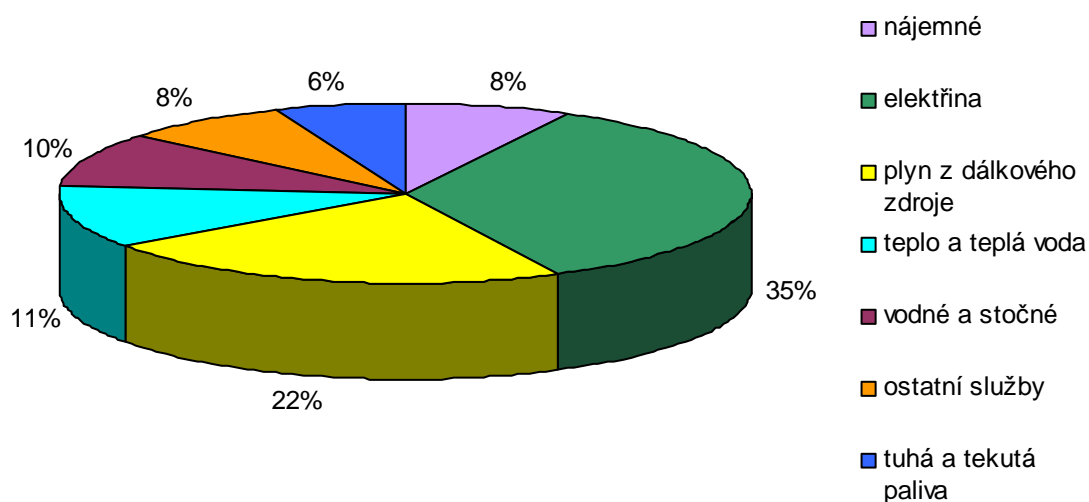
Graf 7 - Porovnání nákladů na bydlení – Pardubický kraj s ČR



Zdroj: Český statistický úřad

Největší položka v nákladech na bydlení jsou platby za elektřinu, dále za plyn a teplo. Vysoké platby za elektřinu jsou dány množstvím elektroniky v domácnostech, neúsporným hospodařením s elektrickou energií a množstvím zapojených přístrojů do elektrických zásuvek. Výši spotřeby elektrické energie lze ovlivnit výměnou obyčejných žárovek za úsporné, koupí elektrospotřebičů v energetické třídě A nebo také vypínáním přístrojů, pokud je nejsou používány. Výše záloh u plateb za plyn je přímo úměrná době trvání zimy a nízkými venkovními teplotami, kdy se v domácnostech topí více. Tyto platby se dají ovlivnit jen tím, že si necháme zateplit dům či byt nebo vyměnit okna.

Graf 8 - Struktura nákladů na bydlení v Pardubicích

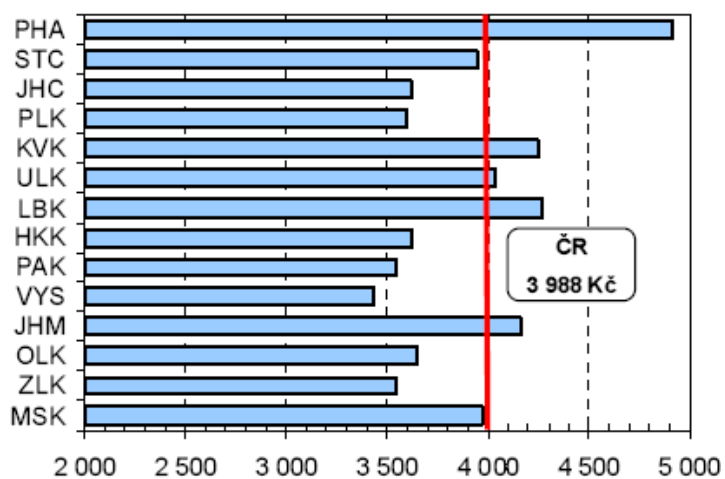


Zdroj: Český statistický úřad

Při porovnání s měsíčními náklady na bydlení v ostatních krajích s průměrem celé ČR, nám vyjde, že Pardubický kraj nedosahuje průměru v ČR, tedy v tomto kraji jsou náklady na bydlení daleko menší než v průměru. Z grafu je patrné, že nejvíce zaplatí lidé v Praze, dále v Karlovarském kraji, Libereckém a Jihomoravském kraji. V těchto krajích jsou náklady na bydlení vyšší než je průměr za celou ČR.¹

¹ Český statistický úřad [online]. [2009], 1. 2. 2009 [cit. 2009-01-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.pardubice.czso.cz/xe/edicniplan.nsf/p/13-5342-08>>

Graf 9 - Měsíční náklady v krajích ČR v roce 2007



Zdroj: Český statistický úřad

V této kapitole byla popsána situace v Pardubickém kraji a situace v statutárním městě Pardubice. Podrobně byla rozebrána struktura bytového fondu v kraji, měsíční náklady na bydlení i celková ekonomická situace v kraji.

Nyní je nutné si porovnat běžné stavby a pasivní domy a posoudit, který typ staveb je lepší a ekonomicky výhodnější.

6 Porovnání běžných staveb a pasivních domů

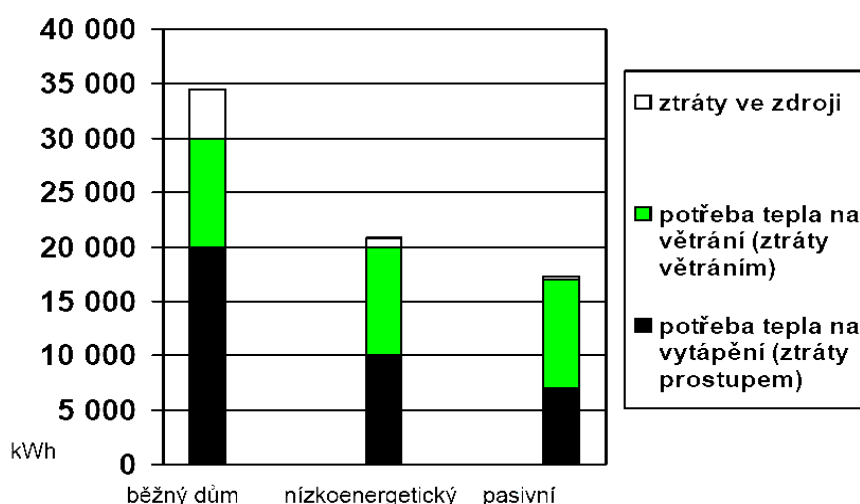
Stavba domu není levná záležitost. Ve většině případů si lidé na stavbu domu musí vzít hypotéku a celou stavbu posléze financují s její pomocí. Celá novostavba stojí nemalé peníze a i pozdější náklady na energie nejsou zanedbatelné. V následujících grafech byly porovnávány tři typy domů – běžné domy, nízkoenergetické domy a pasivní domy. Všechny stavby jsou typizované a zprůměrované. Kritérium měrné potřeby tepla se používá bez ohledu na tvar budovy. Při výhodném kompaktním tvaru bude toto kritérium snadněji splnitelné než při tvaru velmi členitém. Podle stavu techniky je možné očekávat další snížení uvedené hodnoty.

V základním rozdělení se posuzuje pouze potřeba tepla na vytápění, neprojeví se zde další významné součásti energetické bilance budovy (příprava teplé vody, chlazení, elektrické spotřebiče) ani druh a účinnost energetických systémů a využití obnovitelných zdrojů.

Následující graf ukazuje, jaká je potřeba energií pro vytápění u běžné novostavby, nízkoenergetického a pasivního domu. V zájmu je, aby spotřeba energií byla co nejmenší a stejně tak i náklady na vytápění a další energie.

Z grafu vyplývá, že v běžném domě se na vytápění spotřebuje 20 000 kWh za rok, a až 10 000 kWh zaplaceného tepla unikne okny nebo dveřmi. Mezi srovnávanými domy v množství spotřebovaných kWh jednoznačně vítězí pasivní dům. U tohoto domu jsou sice pořizovací náklady vyšší, ale za energie nezaplatíme tolik, jako u běžné novostavby. Počet spotřebovaných kWh je asi poloviční. Je to dáno lepší izolací celého domu, pečlivě vyřešenými tepelnými mosty i celým návrhem stavby domu.

Graf 10 - Potřeba energií pro vytápění



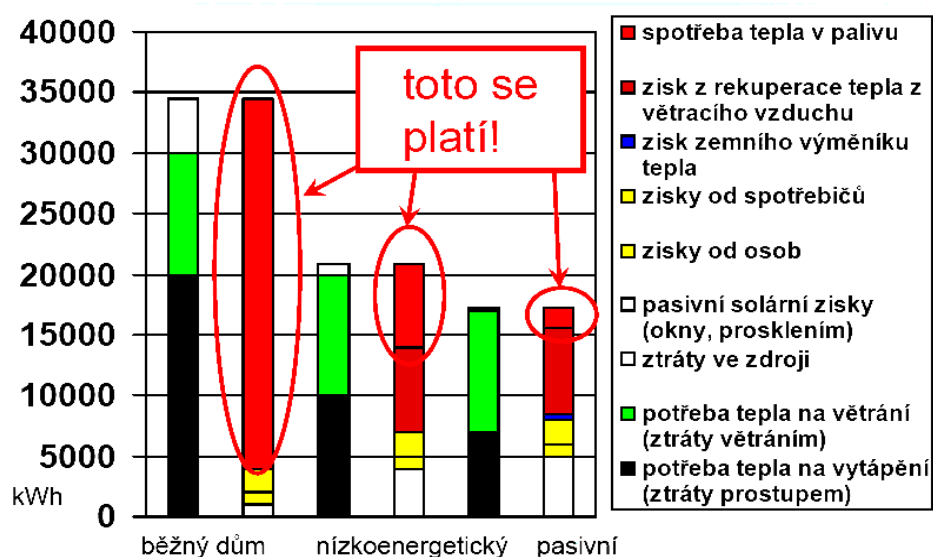
Zdroj: EkoWATT

Z následujícího grafu lze vyčíst spotřebu energií pro vytápění, kdy ke spotřebě energií přidáme sloupce, kde jsou vidět zisky tepla od osob, spotřebičů, zahřívání místností sluncem apod. Porovnáním sloupců graf ukáže, jaká velká je spotřeba energií v jednom sloupci a zisky energií ve sloupci dalším. U porovnávaných staveb je tedy možné srovnat, kolik kWh zaplatíme „navíc“. Běžné domy se zisky tepla neumí pracovat tak dobře, jako domy pasivní. Ty si získané teplo umí lépe uchovat a tím je spotřeba energií výrazně nižší. V některých zemích, jako např. v Německu či Rakousku, se pasivní domy stávají standardem pro výstavbu.

Avšak nízká spotřeba tepla nemusí nutně znamenat také nízké provozní náklady. Do celkové platby za energie bude započítáno nejen teplo, ale také ohřev vody a elektřina. Spotřeba energie pro ohřev vody je v pasivním domě zhruba stejná, jako spotřeba energie na vytápění. Soustředěním se pouze na parametr vytápění $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$, snadno unikne možnost snížit spotřebu energie pro ohřev vody, například solárním systémem.

Protože různá paliva mají různou cenu, nestačí porovnávat jen kilowatthodiny spotřeby, ale i náklady. Přitom volba zdroje tepla má vliv i na náklady v domácnosti.

Graf 11 - Spotřeba energií pro vytápění



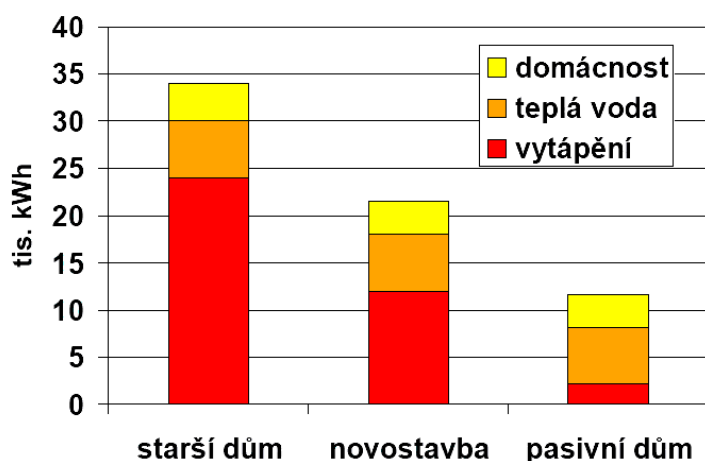
Zdroj: EkoWATT

Z předchozí analýzy lze získat představu o energetické náročnosti porovnávaných domů, ale není zřejmé, která energie se spotřebovává nejvíce. Z grafu č. 12 je patrné, že nejvíce energie za rok se spotřebuje na vytápění, dále na ohřev teplé vody a zbytek tvoří provoz domácnosti (žehlení, praní, luxování, chod PC, ledničky, mrazničky a dalších elektrospotřebičů).

Ve všech porovnávaných typech domů je spotřeba na ohřev teplé vody a chod domácnosti srovnatelná. Jediný rozdíl je ve vytápění. V běžných domech se na vytápění spotřebuje necelých 24 kWh, oproti tomu v pasivním domě jsou to necelé 3 kWh za rok.

Na tomto grafu je vidět vysoká úspornost pasivních domů a na první pohled je zde zřejmá nejen úspora energií, ale také peněz.

Graf 12 - Porovnání nákladů na provoz domů



Zdroj: EkoWATT

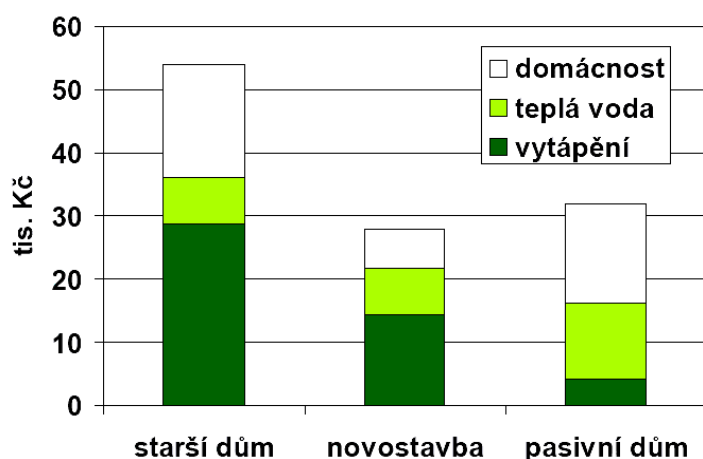
Na grafu č. 13 lze vidět porovnání nákladů na provoz domů v tisících Kč. Ve starších domech se zaplatí za vytápění okolo 30 000 Kč, za ohřev teplé vody okolo 10 000 Kč a za chod domácnosti přibližně 15 000 Kč za rok. Celkové náklady na chod staršího domu činí okolo 55 000 Kč za rok.

Cena vytápění novostavby je okolo 15 000 Kč, ohřev teplé vody 8 000 Kč a provoz domácnosti 5 000 Kč za rok. Za celý rok náklady v novostavbě dosahují asi 28 000 Kč.

Z třetího sloupce lze vyčíst náklady, které vznikají v pasivním domě. Cena vytápění je cca 3 000 Kč, ohřev teplé vody asi 15 000 Kč a provoz domácnosti asi 13 000 Kč za rok. Za celý rok jsou náklady pasivního domu okolo 31 000 Kč.

Při bližším prozkoumání je zřejmé, že náklady na provoz domácnosti jsou v pasivním domě větší než u novostaveb. Je to dáno tím, že zde netopíme plynem (pouze ve výjimečných případech), ale že je vše napojeno na elektrickou energii. Proto v chodu domácnosti nejvíce energií spotřebuje chod rekuperačního zařízení, případně zapojení elektrických žebříků v koupelně.

Graf 13 - Náklady v domácnosti



Zdroj: EkoWATT

Následující tabulka zobrazuje přehled cen elektřiny za rok 2007. Jsou zde ceny za kWh v nízkém tarifu (noční proud) a ve vysokém tarifu, a to jak pro běžný odběr v domácnosti, tak pro akumulční spotřebiče, pro kombinovanou spotřebu a pro přímotopy a tepelná čerpadla. Pro běžnou domácnost se cena za 1 kWh pohybuje okolo 4 Kč po celý den.

Následná tabulka všechny možnosti zachycuje velmi přehledně. Tabulka může pomoci k vhodné volbě spotřebičů, k rozhodnutí o pořízení tepelného čerpadla nebo k instalaci přímotopů při stavbě nového domu. Je důležité si uvědomit pořizovací cenu jednotlivých zařízení, cenu energií, životnost výrobků a celkovou roční spotřebu energie.¹

¹ Topinfo s.r.o. *TZB-info* [online]. 2001-2009 [cit. 2009-01-11]. Dostupný z WWW: <<http://vytapani.tzb-info.cz/t.py?t=1&i=3>>.

Tabulka 4 - Přehled cen elektřiny za rok 2007

sazba		nízký tarif		vysoký tarif	
		cena Kč/kWh	doba trvání	cena Kč/kWh	doba trvání
pro běžný odběr - domácnosti	D 01d			4,55	24 h/den
	D 02d			3,93	24 h/den
pro akumulční spotřebiče	D 25d	1,43	8 h/den	3,92	16 h/den
	D 26d	1,41	8 h/den	2,02	16 h/den
pro komb. spotřebu	D 35d	1,65	16 h/den	2,06	8 h/den
pro přímotopy	D 45d	1,74	20 h/den	2,05	4 h/den
pro tepelná čerpadla	D 55d	1,72	22 h/den	2,01	2 h/den
	D 56d	1,72	22 h/den	2,05	2 h/den

Zdroj: EkoWATT

To stejné jako u elektřiny platí i u tepla. Ceny tepla se pohybují od 0,50 Kč/kWh po 2,22 Kč/kWh, v závislosti na způsobu vytápění.

Nejnižší cenu má štěpka. Domácnosti, které si do domu pořídily kotel na štěpku s účinností okolo 80 % mohou za rok zaplatit za náklady za vytápění a ohřev teplé vody do 5 000 Kč. Štěpka má nespornou výhodu v její nízké ceně, poměrně dobré dostupnosti, a výhoda může být i to, že využívá odpadních surovin. Nevýhodou může být vlhkost štěpky, kdy se tím sníží výhřevnost. Přesto lze konstatovat, že kotel na štěpku se vyplatí u větších objektů, s možností kogerenace.

Některé domácnosti topí uhlím nebo dřevem, toto topení lze považovat za ty levnější. U uhlí i dřeva lze za nespornou výhodu považovat to, že mají velmi nízkou cenu, jsou snadno dostupné, nezávislé na elektřině a také je zde nižší cena kotlů. Nevýhodou může být nutnost mít velké skladovací prostory, je zde horší regulovatelnost, nutnost obstarat si dodávky a zásoby.

Proto tento způsob vytápění lze doporučit pouze do opravdu velkých obytných domů. Do rodinného domu pouze kotle s velmi malým výkonem. Do pasivních domů lze toto vytápění označit, jako nevyhovující. U pasivních domů nelze doporučit ani krby, které mají velké výkony. Je zde také horší regulovatelnost teploty (dům se přetápí), mohou nastat problémy s komínem a vzniknout tepelné mosty.

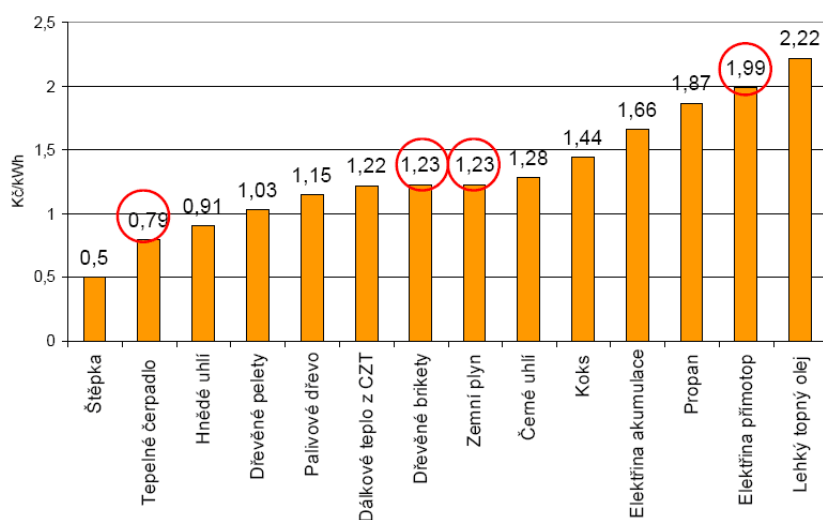
Ve většině domácností se však topí plynem. Cena plynu se pohybuje 1,23 Kč za kWh. Roční náklady na vytápění a ohřev teplé vody zemním plynem se pohybují do 6 000 Kč.

Za velkou výhodou zemního plynu lze považovat jeho dostupnost, možnost regulace. Nevýhodou může být vysoký výkon kotlů a nutnost každoroční revize kotle. Také je dobré si zjistit, zda v daném místě je plyn zaveden a jak je to s plynovou přípojkou. I to se může jevit jako nevýhoda. Přesto při koupi kondenzačního kotle s účinností přes 100 %, lze toto vytápění doporučit pouze větším bytovým domům. Pro pasivní dům se toto vytápění příliš nehodí. Z části i proto, že potřeba tepla je opravdu malá.

U domácností, které topí pouze elektřinou, jsou vysoké platby za elektrickou energii. Roční náklady na vytápění a ohřev teplé vody mohou být až 12 000 Kč. Elektřina má ale mnoho výhod, mezi které patří dobrá dostupnost, nízké pořizovací náklady a možnost regulace. Jedinou nevýhodou může být cena, která každoročně roste. Přesto lze vytápění elektřinou doporučit pro pasivní domy. Jak bylo zmíněno, elektřina se hodí pro vytápění pasivního domu hlavně z toho důvodu, že se „přítápí“ pouze někdy a ještě ne ve všech místnostech, ale pouze např. v koupelně nebo dětském pokoji.

Při stavbě pasivního domu není třeba řešit otázku tepelného čerpadla (to by se nevyplatilo, díky malému přitápění v domácnosti a vysoké pořizovací ceně). V některých pasivních domech si majitelé nechali zavést plynový kotel (ale i tento způsob topení je zbytečný). V pasivních domech se jako nejlepší způsob vytápění jeví elektřina, přestože cena elektřiny je vyšší než u plynu. Je důležité si uvědomit, že elektřina nebude sloužit přímo k vytápění celého domu, ale že nám teplo zajistí rekuperace. Pro ohřev teplé vody často majitelé pasivních domů využívají solárních kolektorů, které vodu ohřejí místo elektřiny.

Graf 14 - Přehled cen tepla za rok 2007



Zdroj: EkoWATT

Při důkladném porovnání běžných novostaveb, nízkoenergetických a pasivních domů, jsou dobře vidět přednosti pasivních domů. Tyto domy zvítězily jak v úspoře energie, v nízkých nákladech na bydlení, tak i nízkými provozními náklady a platbami za energie. Při úvaze, jaký typ domu si postavit, je nutné se ale zamyslet nad výší pořizovací ceny a také nad tím, co se od domu vlastně očekává.

V dnešní moderní době již dům není jen obydlí, ale je to prostor, kde se stráví velká část života. Proto by měl dům splňovat náročné požadavky. Snad každý obyvatel chce vysoký komfort bydlení, příjemný způsob života, čistotu, hygienu a také úspornost a ekologičnost celého domu. Proto je pasivní dům dobrá volba, která za rozumnou pořizovací cenu přináší velký užitek a poměrně krátkou návratnost vynaložených peněžních prostředků.

6.1 Ekonomický a technický potenciál¹

V současné době je v ČR kolem 1,7 milionu rodinných domů s počtem bytových jednotek přes 2 miliony. Téměř 90 % domů bylo postaveno před rokem 1990 a podle hodnocení energetické náročnosti budov spadají do kategorie D až F, tedy nevyhovující.

Rozložení spotřeby energie v domácnostech jasně ukazuje, že převážná část energie se spotřebovává na vytápění. Pomocí promyšlených energeticky úsporných opatření lze snížit spotřebu energie u komplexně rekonstruovaných domů až o 90 %.

Problém u rodinných domů je jejich obrovská konstrukční a tvarová rozmanitost, která neumožňuje zjednodušení postupu návrhu komplexních rekonstrukcí a jejich případné opakování, jak je tomu v případě panelových bytových domů. Rekonstrukci brání i stav těchto domů, který je rozdílný, způsob užívání a použitých stavebních materiálů. S tím souvisí i cena rekonstrukce.

Bydlení a životní styl prošel v posledních letech zásadní změnou. Zvyšují se nároky na použité vnitřní vybavení, povrchové úpravy, podlahy, zařizovací předměty apod.

Je důležité snažit se provádět co nejlepší možné energetické řešení budov vzhledem k dostupným informacím v dané době.

¹ Ekowatt. www.ekowatt.cz [online]. [2008] [cit. 2008-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/2.htm#2>>.

Novostavby jsou zpravidla finančně náročnější než rekonstrukce. Rekonstrukce kromě finančních úspor výrazně méně zatěžují životní prostředí. Stavební materiály obsahují velké množství svázané energie spotřebované při jejich výrobě. U rekonstrukcí se množství použitého materiálu redukuje a odpadají náklady na demolici a následné uložení stavebního odpadu.

6.1.1 Nákladové křivky a ekonomika úspor energie

Náklady na realizaci úspor jsou stanoveny v cenách roku 2007. Propočet nákladových křivek byl proveden tak, aby bylo zjištěno, kolik finančních prostředků je nutné ročně investovat do úspor energie v bytovém sektoru, aby bylo dosaženo ekonomického a technického potenciálu.

Pro výpočet byly využity jednotkové náklady na úspory energie pomocí mixu následujících opatření:

- zateplení stěn,
- zateplení střechy,
- výměna oken,
- regulace a výměna zdroje.

Předpokládá se také, že jednotkové náklady na uspořenou energii se v čase mění v závislosti na standardu předchozích provedených rekonstrukcí a v závislosti na standardu nové výstavby.¹

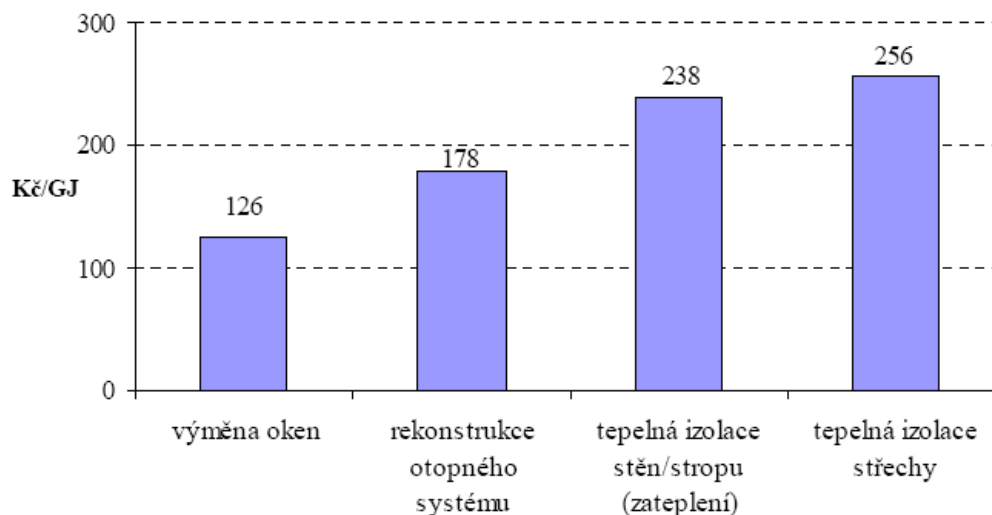
Následující graf ukazuje nákladovou stránku vybraných typů konkrétních opatření týkajících se úspor energie v oblasti vytápění a přípravy TUV. Příkladem je panelový dům s cca 30 byty, jehož spotřeba tepla na vytápění a TUV je zhruba 1500 GJ/rok. Měrné investiční náklady na realizovanou jednotku úspory energie (Kč/GJ) jsou přepočítány na jeden rok doby životnosti daného opatření.

Z níže uvedeného grafu je zřejmé, že opatřeními s nejnižší dobou návratnosti jsou především výměna oken, regulace a rekonstrukce otopných systémů a tepelná izolace

¹ Energetika. *Energetika* [online]. [2009] [cit. 2009-02-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.energetika.cz/index.php?id=162>>.

budov, která je však značně odvislá od lidského faktoru, tedy od kvality provedení a dimenzování zateplení s důrazem na eliminaci tepelných mostů.

Graf 15 - Měrné investiční náklady na uspořenoou jednotku energie



Zdroj: Centrum pasivního domu

Synergicky k tomuto potenciálnímu zdroji bude působit i nárůst cen energií, způsobený zavedením výše uvedených daní. Tím se sníží doba návratnosti projektů zaměřených na úspory energie, na druhou stranu bude realizaci úsporných opatření ekonomicky znevýhodňovat nárůst cen izolačních materiálů. Na trhu v současné době existuje značný převis poptávky nad nabídkou.

Dalším významným zdrojem financování projektů úspor energie pro nastávající období jsou potenciální prostředky plynoucí z národního závazku České republiky, který se týká mezinárodního emisního obchodování plynoucího z Kjótského protokolu.

6.1.2 Analýza bariér realizace ekonomicky proveditelných úspor energie

Pro názornost a lepší přehlednost byly bariéry realizace úspor energie rozděleny do čtyř skupin na:

- technické (bariéry I. řádu),
- ekonomické (bariéry II. řádu),
- informační a motivační (bariéry III. řádu),
- koncepční (bariéry IV. řádu).

Technickými bariérami jsou myšleny překážky již ve fázi realizace konkrétních opatření, kdy jsou na tato opatření k dispozici finanční prostředky.

Ekonomickými bariérami se rozumí překážky spočívající v nedostatku finančních prostředků či skutečnosti zhoršující ekonomickou návratnost úspor energie.

Informačními (či motivačními) bariérami se rozumí především nedostatečná informovanost o možnostech úspor energie.

Koncepčními bariérami se myslí opatření ať již na regionální, či národní úrovni v rámci souvisejících oblastí, které působí konfliktně vůči principu snižování energetické náročnosti.

Vyjmenované bariéry zde budou popsány podrobněji.

Technické bariéry

V současné době a v blízké budoucnosti budou majitelé či uživatelé obytných domů postaveni před situací komplikující provádění dalších energetických úspor. Příčinou jsou některá opatření z počátku 90. let, kdy např. prvotní zateplování domů bylo provedeno neodborně a nekvalitně. Nedostatečné zkušenosti s rekonstrukcí či novou výstavbou bytů a rodinných domů v nízkoenergetickém a pasivním standardu ze strany stavebních firem a „lavinový“ efekt, kdy jedna nedostatečně energeticky úsporná rekonstrukce zapříčiní rekonstrukce ve stejně nedostatečném energetickém standardu v blízkém okolí. Je zde minimální vývoj ve stavebnictví, existuje sice 1000 stavebních firem, ale 80 % trhu ovládá pouze pár největších stavebních firem.

Ekonomické bariéry

Nemotivující a nedostatečné finanční prostředky pro realizaci úspor energie v bytovém sektoru v období 2007 – 2013. Pokud sečteme potenciální prostředky z Operačního programu životního prostředí, Státního programu (Program EFEKT) na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů a Programu PANEL, se současnými prostředky investovanými do úsporných opatření, lze do roku 2050 dosáhnout pouze 10 % úspor z technického potenciálu. Investicím ze strany majitelů domů brání překážky uvedené v dalších bodech.

Podstatnou překážkou zůstává regulované nájemné, které neumožňuje zdravý rozvoj v oblasti regenerace této části bytového fondu a tím ani realizaci úspor energie v nájemních bytových domech. Nájemný způsob bydlení v sobě nese další zásadní překážku známou

jako „dilema nájemníka“: nájemník by sice měl zájem na úsporách energie, protože by mu přinesly úsporu na nájemném, resp. na poplatcích, ale nájemce nerealizuje opatření vedoucí k úsporám energie a na nájemníka přenáší veškeré náklady spojené se spotřebou energie.

Mezi významné ekonomické bariéry patří i konflikt mezi růstem cen energií a růstem cen izolačních materiálů. Růst cen energií totiž vede k zvýšené poptávce po izolačních materiálech a tím i ke zvýšení jejich ceny, zvýšená cena materiálů pak nemotivuje k provádění energeticky úsporných opatření. V případě měst a obcí s centrálním zásobováním teplem se projevuje „paradox úspor energie“. S každým snížením spotřeby tepla u koncového spotřebitele vzniká provozovateli ztráta, o kterou se mu sníží marže. Provozovatel může ztrátu kompenzovat připojením nových zákazníků, ale ve většině případů vše řeší zdražením ceny energie. To má v důsledku silný dopad na stimulaci koncového uživatele snižovat spotřebu energie.

Nedostatek finančních prostředků omezuje realizaci energetických úspor především v obytných domech. Sdružení nájemníků je postaveno před jiné obligatorní závazky, často ne tak strategické (výstavba výtahu v domech vyšších než pět nadzemních podlaží), energetické úspory se tak oddalují a současně s tím družstva přicházejí přínosy z energetických úspor. Korupce při zadávání zakázek ve spojení s technicky špatně prováděnými opatřeními způsobuje, že nejsou dodržovány ani základní požadavky na energetiku budov, a i tato nevhodná opatření jsou předražena.

Informační bariéry

Na lokální úrovni chybí informace o spotřebě energií v katastru daného města či obce (především ve veřejných budovách ve vlastnictví dané municipality). Je rozšířeno přesvědčení, že výdaje za energie jsou mandatorními výdaji, které nelze efektivně snižovat a lze pouze přijímat jejich každoroční (i častější) navyšování.

Existuje nízké povědomí o celkových nákladech na stavbu či rekonstrukci bytového domu, daný subjekt se rozhoduje pouze podle investičních nákladů a nesleduje správně celkové náklady na stavbu včetně provozních výdajů za dobu životnosti (např. platby za energie). Udržuje se utkvělá představa, že zvyšující se ekonomický růst a růst blahobytu musí být nutně spojen s růstem konečné spotřeby energie.

Koncepční bariéry

Kolize a nekonceptnost v legislativě např. v souvislosti s první fází ekologické daňové reformy je od spotřební daně z energií osvobozen zemní plyn. Toto osvobození tak snižuje motivaci realizovat energetické úspory v domácnostech, kde je plyn používán na vytápění.

Nekoncepčnost strategických dokumentů v oblasti energetiky, kde chybí snaha sjednotit stávající a připravované dokumenty (Státní energetická koncepce, Dlouhodobý výhled energetického hospodářství, Koncepce obnovy a náhrady dožívajících výroben elektřiny, Koncepce využití obnovitelných zdrojů energie atd.), neexistují akční plány pro úsporu energie v sektoru domácností, jejichž podíl tvoří přibližně 20 % celkové spotřeby.

Přitom v Národním programu nakládání s energií a využívání jejich obnovitelných zdrojů na roky 2006 - 2009 je sektoru domácností přiřazen cíl dosáhnout mezi lety 2006 – 2009 úspor energie ve výši 5,3 PJ ročně, což je největší potenciál ze všech sektorů. Nепrovázanost výše uvedených strategických dokumentů z oblasti energetiky na Operační programy a Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie jsou energetické úspory realizovatelné v domácnostech nedostatečně financované.

Podle zákona o hospodaření energií je povinné zpracovat a aktualizovat energetickou koncepci pro krajská a statutární města. Ve skutečnosti však v dané municipalitě často není vytvořena pozice energetického manažera, který by měl představu o potenciálu úspor energie, a koncepce se tomuto tématu věnují pouze okrajově. Města se navíc většinou z ekonomických důvodů zbavila bytových domů (aby nemusela vykonávat úlohu správce), což v důsledku znamená, že přišla o možnost racionálně byty spravovat a systematicky je vést k nižší spotřebě energie.

Je dobré si položit otázku: Proč ti, kteří si dnes masově pořizují nové rodinné domy, nemyslí na budoucí provozní náklady na bydlení? Movitějším je to zřejmě jedno a ti, kteří stavějí na hypotéku, šetří každou korunu a s výstavbou pospíchají. Kupují si levné typové projekty a u těch se s žádnými úsporami energie nepočítá. V budoucnosti pak možná budou čelit značnému růstu nákladů na vytápění. O 10 % vyšší náklady na pasivní dům by se vrátily dříve, než majitelé domu čekají, a to nejen v nižších nákladech na energii, ale i ve zvyšování hodnoty jejich domu díky lepší energetické vizitce.

7 Ekonomické zhodnocení¹

V následující kapitole bude popsáno ekonomické zhodnocení pasivních domů a výpočet prosté návratnosti. Při ekonomickém zhodnocení je dobré si uvědomit rozdíl mezi investicí a útratou. U investice je ekonomický přínos nejdůležitějším důvodem, proč uspořené peníze investovat do bydlení. Úsporná opatření nemusí být vždy chápány jako investice.

Od investice se čekává, že zhodnotí vložené peníze s určitým ziskem a s určitým rizikem v určitém čase. Úspory energie jsou jen jednou z nich. Protože se nedá v budoucnu čekat výrazný pokles cen energií, jde o investici s velmi malým rizikem. Díky tomu se investor může smířit i s nízkým výnosem, tj. úsporou na platbách za energii.

7.1 Prostá návratnost

Jde o základní parametr, který slouží k rychlému rozhodnutí, zda se opatřením vůbec podrobněji zabývat. Je-li návratnost delší než doba životnosti, je jasné, že se vynaložené peníze nikdy nevrátí.

Např. životnost zateplení stěn či střechy je 30 až 40 let, přičemž venkovní fasádu je nutné během této doby udržovat (nátěry, opravy drobných poškození). Kvalitní dřevěná a plastová okna by měla vydržet 30 roků. Životnost kotlů a dalších prvků ústředního vytápění je 15 až 30 let, čerpadla a regulace mají životnost okolo 8 roků. Pro každé opatření je tedy doba návratnosti jiná. U pasivních domů je průměrná životnost odhadována na 40 let.

Pro výpočet návratnosti potřebujeme znát tři parametry: náklady na úsporné opatření, cenu energií a výši uspořené energie za rok.

7.1.1 Náklady na úsporné opatření

Náklady na úsporné opatření se obvykle skládají z fixní a variabilní části. Fixní část tvoří náklady, bez nichž není opatření proveditelné (u zateplení např. cena projektu, pronájem lešení, fasádní hmoty a barvy). Variabilní náklady se mění podle kvality

¹ Ekowatt. www.ekowatt.cz [online]. [2008] [cit. 2008-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/2.htm#2>>.

a efektivity opatření (u zateplení např. náklady na různě silný izolant a práci spojenou s jeho instalací).

Pro výpočet ekonomické návratnosti pasivního domu byla zvolena typizovaná stavba s pořizovací cenou, včetně ceny pozemku, 3 miliony Kč.

7.1.2 Výši budoucích úspor energie

Výši budoucích úspor energie je nutné chápat jako cenu ušetřené energie. Někdy se i cena energie skládá ze dvou částí, například u elektřiny je nutno platit stálé platby bez ohledu na spotřebované množství. Případný růst ceny v budoucnu se u prosté návratnosti neuvažuje. Je to dáno složitostí výpočtu, ale také tím, že v dnešní době nemůžeme přesně odhadnout, co s cenou energií udělá ekonomická krize.

Vzorec pro výpočet návratnosti je uveden a výsledek vyjadřuje počet let.

$$\text{návratnost} = \frac{\text{náklady}}{\text{úspora}_\text{ energie} \times \text{cena}_\text{ energie}}$$

Při dosazení do vzorce je vypočítána prostá návratnost pasivního domu. Při pořizovací ceně domu je počítáno s částkou 3 000 000 Kč. Tento dům je schopen průměrně uspořit 30 000 Kč za energie za rok. U cen energie se bude počítat s průměrnou částkou 4 Kč/kWh, pak je ve vzorovém případě návratnost pasivního domu 25 let.

$$\text{návratnost} = \frac{3000000}{30000 \times 4} = 25$$

Výstupem **jednoduchého ekonomického hodnocení** je zjištění prosté návratnosti investice. Je-li delší než životnost opatření, vložené prostředky se nikdy nevrátí. Je-li ale kratší než doba životnosti, vynaložené prostředky se jistě vrátí zpět.

V modelovém případě, kdy je doba životnosti pasivního domu minimálně 40 let a doba návratnosti byla spočítána na 25 let se vynaložené prostředky vrátí zpátky.

Podrobné ekonomické hodnocení zvažuje ještě změnu ceny energií v budoucích letech, inflaci, cenu peněz a způsob financování. Je důležité zejména pro podnikatelské záměry (například když je potřeba znát, zda energetické úspory postačí ke splácení

bankovního úvěru). Je-li prostá návratnost příznivá, je třeba investici vyhodnotit podrobněji.

7.2 Podrobné ekonomické vyhodnocení

Podrobné ekonomické hodnocení zde nebude počítáno, pouze je ukázáno, z čeho se skládá a co je nutné znát k výpočtu.

Nejdůležitějším výsledkem ekonomického hodnocení je tok hotovosti (Cash Flow). Říká, kolik peněz se bude v každém roce získávat díky úsporným opatřením a zda lze z energetických úspor splácet úvěr. Tok hotovosti během určité doby (tedy minimálně doby návratnosti investice) se obvykle vyjadřuje grafem.

Pro podrobnější hodnocení je třeba znát ještě:

Cenu peněz neboli diskont

Diskont vyjadřuje, jakou cenu mají naše vlastní peníze. Vyjadřuje, o co lze přijít tím, že peníze budou vloženy právě do této investice a ne jinde. Diskont je ale velmi individuální záležitost, která ekonomiku investice ovlivňuje zásadním způsobem.

Růst (pokles) cen energií

Odhadnout růst cen různých energií po dobu 20 až 40 roků (což je životnost úsporných opatření) je velmi nesnadný úkol. Nadsazený odhad růstu cen vede k tomu, že ekonomické vyhodnocení vychází velmi příznivě. I když lze ušetřit každý rok stejné množství energie, vlivem rostoucích cen to bude stále více peněz. Bude-li skutečný růst cen nižší, než bylo očekáváno, nebo dojde-li k poklesu ceny, může se úsporné opatření ukázat jako málo ziskové, nebo dokonce ztrátové. Proto je lépe uvažovat spíše s pomalejším zdražováním - pokud odhad nevyjde, bude odměnou vyšší úspora peněz.

V současnosti se dá předpokládat průměrný meziroční růst cen energií cca o 2 až 4 % ročně. I tady je třeba si uvědomit, v jaké situaci se nachází světová ekonomika, která se potýká s velkou ekonomickou krizí. Proto je třeba předpokládat, že může dojít k výkyvům cen energií.

Inflace

Ta důležitá jak kvůli diskontu, tak kvůli růstu cen energie. Budou-li se energie zdražovat jen o inflaci, ve skutečnosti bude energie stále stejně drahá. Diskont bude vždy vyšší než inflace. V posledních 10 letech se inflace pohybovala od 5 do 2 %.

Všechny tři výše uvedené parametry se mohou během doby hodnocení měnit různým tempem, většina ekonomických modelů však uvažuje tyto parametry neměnné během celé doby hodnocení (tzv. výpočet ve stálých cenách).

Způsob financování

Způsob financování výrazně ovlivňuje cenu peněz. Pokud si na investici majitelé sjednají půjčku, je nutné splácet úroky i vlastní půjčku. Může se stát, že úspory (výnos investice) nebudou stačit na pokrytí splátek, takže půjčka bude muset být splácena z jiných zdrojů.

Výsledky podrobného ekonomického hodnocení jsou zejména:

Skutečná (diskontovaná) doba návratnosti, která zohledňuje cenu peněz v průběhu let (koruna získaná za deset let bude mít jinou hodnotu než dnes). Je vždy delší než prostá návratnost. Je-li delší než životnost opatření, nemá smysl ho provádět.

Vnitřní výnosové procento, které vyjadřuje, jaký zisk nám investice přinese. Lze jej srovnat s úrokem v bance. Čím je vyšší, tím bude investice výhodnější.

Tok hotovosti (Cash Flow) ukazuje, kolik prostředků bude v jednotlivých letech k dispozici. To může být důležité tehdy, chceme-li úsporná opatření financovat z půjčky. Nejlépe se vyjadřuje grafem.

Diskontovaný tok hotovosti je snížen o diskont. Ten asi nejlépe vypovídá o budoucí skutečnosti, protože zohledňuje, že koruna získaná za několik let bude mít jinou hodnotu než dnes.

Kumulovaný (diskontovaný) tok hotovosti je součet toků hotovosti (eventuálně diskontovaných toků hotovosti) v jednotlivých letech. Např. bude-li první rok ztrátový

(peníze budou použity do zateplení), v příštích letech je předpoklad, že bude úspora na energiích, takže ztráta se bude snižovat, a po jejím zahlazení nastává trvalý zisk.

Podrobné ekonomické vyhodnocení je v konečné fázi velmi náročné a zdlouhavé. Tímto propočtem se zabývají speciální počítačové programy, které modelují situace, do kterých se mohou majitelé domu dostat během doby návratnosti investice do nového domu. Tento výpočet se neprovádí pouze jednou a pro celou dobu životnosti investice, ale je možné s výpočty upravit podle aktuální situace u cen energií, inflace a vyšší úspor.

Přesto tato kapitola poskytla podklad, co je třeba před stanovením výpočtu znát, co si zjistit a jak se podrobné ekonomické vyhodnocení počítá.

Závěr

Práce pojednává o problematice pasivních domů. Jejich historii, současnosti i budoucnosti. Pasivní domy jsou stavby, které mají velmi nízkou spotřebu energie na vytápění, a přesto si zachovávají vysoký komfort bydlení.

První pasivní dům byl postaven v Německu v roce 1990. Od té doby prodělaly pasivní domy velký pokrok. Zdokonalily se, vylepšily, zmodernizovaly. Již to nejsou stavby postavené pouze pro vědecké účely, ale jsou to stavby, které se v běžném praktickém životě osvědčily a fungují. Pasivní domy se staví nejen v Německu a Rakousku, ale svoje místo si našly i v České republice a okolních státech. Jsou totiž stavbami, které mají co nabídnout a od kterých lze očekávat velmi mnoho.

Pasivní domy se těší nemalému zájmu. Tyto domy mají mnoho výhod, mezi ty nejvýznamnější patří nízké náklady na vytápění, kvalita vnitřního prostředí, příjemné teploty v zimě i v létě. Nevýhod má pasivní dům jen minimum. Za nevýhodu může být považována vyšší pořizovací cena, případně náročnost stavby z hlediska používání kvalitních materiálů a technických postupů. I přesto výhody převažují nad nevýhodami.

Lidé, kteří uvažují o stavbě domu, bohužel často volí jako hlavní kritérium nižší pořizovací cenu stavby a nevěnují dostatek času výběru kvalitního projektu. Lidé většinou se stavbou zbytečně spěchají a nezamýšlejí se nad provozními náklady domu. Kvalitní projekt a stavba pasivního domu vynaložené peníze v budoucnosti rychle vrátí. Ač se to nezdá, lze kvalitní stavbou ušetřit až 90 % nákladů na vytápění. Při současném vývoji cen energií a paliva stojí o stavbě pasivního domu uvažovat.

Pokud se již pro pasivní dům majitelé rozhodnou, je nezbytné zhodnotit energetickou bilanci domu. Vyčíslit tepelné zisky a ztráty domu a zamezit vzniku tepelných mostů. Takové zhodnocení energetické bilance by mělo být součástí kvalitního stavebního projektu. Práce poskytuje ucelený přehled o možných rizicích výstavby a poměrně podrobně popisuje energetickou bilanci domu.

Při porovnání běžných staveb s pasivními domy, je jednoznačné vítězství na straně pasivních domů. Bylo dokázáno, že náklady na provoz tohoto domu jsou skutečně velmi nízké a platby za energie minimální. To u běžných novostaveb není možné. Je důležité si uvědomit, že dům, který je nyní postaven, bude obýván několik desítek let.

V Pardubickém kraji bylo v roce 2007 dokončeno 200 rodinných domů a 350 bytů v bytových domech. Ani jediný dům nebyl vystavěn podle definované normy pro pasivní

stavby. Výstavba, ale i rekonstrukce v nízkoenergetickém stylu může do budoucna přinést velké finanční úspory. Rozšíření trendu výstavby pasivních domů by mohla pomoci lepší informovanost obyvatelstva a lepší legislativní podpora pasivní výstavby od státu.

Závěr práce je věnován podrobnému popisu výpočtu ekonomické návratnosti výstavby pasivního domu. Ve výpočtu jsou naznačeny všechny možné varianty, které výslednou návratnost mohou ovlivnit. Obecně se ekonomická návratnost u pasivního domu pohybuje do 20 let. Při zohlednění každoročního růstu cen energií je to velmi výhodná investice do budoucna. Vliv hospodářské krize, se kterou se nyní celý svět potýká, může značně ovlivnit výstavbu pasivních domů, ale i domů obecně. Mnoho obyvatel bohužel nedostane hypotéku a nebudou moci stavět.

Některé evropské regiony, hlavně v Rakousku, již uzákonily pasivní domy jako standart pro výstavbu nových domů. Za jak dlouho tyto regiony bude následovat Česká republika, je jen otázka času a současné hospodářské situace.

Použitá literatura

HALLER, Andreas; HUMM, Othmar; VOSS, Karsten. *Solární energie - využití při obnově budov*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 184 s. ISBN 80-7169-580-7.

HUDEEC, Mojmír. *Pasivní rodinný dům*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 108 s. ISBN 978-80-247-2555-0.

HUMM, Otomar. *Nízkoenergetické domy*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. 360 s. ISBN 80-7169-657-9.

KOLEKTIV AUTORŮ. *Pasivní domy 2006*. 1. vyd. Brno: Centrum pasivního domu, 2006. 407 s.

KOLEKTIV AUTORŮ. *Pasivní domy 2007*. 1. vyd. Brno: Centrum pasivního domu, 2007. 339 s. ISBN 978-80-254-0126-2.

MACHOLDA, František; SRDEČNÝ, Karel. *Úspory energie v domě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. 108 s. ISBN 80-247-0523-0.

NAGY, Eugen. *Nízkoenergetický ekologický dům*. Bratislava: Jaga Group, 2002. 300 s. ISBN 80-88905-74-5.

POČINKOVÁ, Marcela; ČUPROVÁ, Danuše. *Úsporný dům*. 2. vyd. Brno: ERA, 2008. 182 s. ISBN 978-80-7366-131-1.

PREGIZER, Dieter. *Zásady pro stavbu pasivního domu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 128 s. ISBN 80-247-2431-7.

SRDEČNÝ, Karel. *Energeticky soběstačný dům – realita, či fikce?* 2. vyd. Brno: ERA, 2007. 92 s. ISBN 978-80-7366-103-8.

ŠUBRT, Roman. *Tepelné izolace v otázkách a odpovědích*. 2. vyd. Praha: BEN, 2008. 160 s. ISBN 80-7300-234-3.

TRNKA, Ludvík. *Pasivní dům – Zkušenosti z Rakouska a české začátky*. 1. vyd. Brno: ZO ČSOP VERONICA, 2004. 40 s. ISBN 80-239-3048-6.

TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy - Principy a příklady*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 200 s. ISBN 80-247-1101-X.

ČSN EN ISO 13789: Tepelné chování budov – měrná ztráta prostupem tepla – výpočtová metoda, ČSN 2000

Vyhláška 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinností užití energie při spotřebě tepla v budovách

Centrum pasivního domu. *Centrum pasivního domu* [online]. 2009. Brno: Centrum pasivního domu, [2006], 2009 [cit. 2008-12-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.pasivnidomy.cz/pasivni-dum/co-je-pasivni-dum.html>>.

Centrum pasivního domu. *Centrum pasivního domu* [online]. 2009. Brno: Centrum pasivního domu, [2006], 2009 [cit. 2008-12-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.pasivnidomy.cz/aktualne/zelena-usporam-dotace-jiz-od-dubna.html>>.

Český statistický úřad [online]. [2009], 1. 2. 2009 [cit. 2009-01-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.pardubice.czso.cz/xs/edicniplan.nsf/p/13-5341-07>>.

Český statistický úřad [online]. [2009], 1. 2. 2009 [cit. 2009-01-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.pardubice.czso.cz/xs/edicniplan.nsf/p/13-5342-08>>.

Ekowatt. *www.ekowatt.cz* [online]. [2008] [cit. 2008-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/2.htm#2>>.

Energetika. *Energetika* [online]. [2009] [cit. 2009-02-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.energetika.cz/index.php?id=162>>.

Topinfo s.r.o. *TZB-info* [online]. 2001-2009 [cit. 2009-01-11]. Dostupný z WWW: <<http://vytapani.tzb-info.cz/t.py?t=1&i=3>>.