



Ekonomická
fakulta
Faculty
of Economics

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Ekonomická fakulta
Katedra regionálního managementu

Teze k bakalářské práci

Ekonomické výhody a nevýhody pasivních domů v ČR a EU

Vypracovala: Zlataše Petrů

Vedoucí práce: doc. Ing. Eva Cudlínová, CSc.

České Budějovice 2016/2017

TÉMA, CÍL A POUŽITÁ METODIKA

Téma práce

Jako téma pro svou bakalářskou práci jsem si zvolila "Ekonomické výhody a nevýhody pasivních domů v ČR a EU". Pro mé rozhodnutí měl zásadní význam zájem o ekologii, životní prostředí a energeticky úsporné bydlení. Důvodem výběru bylo také načerpání konkrétních znalostí o nových stavebních materiálech a technologických postupech. Porovnání ekonomických výhod a nevýhod pasivních domů s nízkoenergetickými stavbami je zajímavé též z hlediska propojení moderního, komfortního a zároveň ekologicky efektivního bydlení. Získané informace jsou pro mě velmi cenné a výborně uplatnitelné v reálném životě.

Snižování energetické náročnosti budov je v současnosti základním trendem i příležitostí do budoucna, jak pro jednotlivce, tak pro společnost jako celek. K realizaci staveb pasivních domů je potřeba vzájemná spolupráce od projektantů, přes realizační firmy, dodavatele materiálů a uživatele staveb.

Pro člověka, který si chce pořídit pasivní dům, vyvstane v souvislosti se stavbou mnoho otázek, na které hledá odpovědi. Takovéto otázky jsou přirozené a je na ně důležité najít kvalifikované odpovědi. Lidé v dnešní době řeší bydlení, které odpovídá minimální energetické náročnosti a maximální energetické úspoře. Oproti minulosti se změnilo ekologické smýšlení českých občanů. Zvýšil se počet těch, kteří upřednostní stavby z ekologických materiálů, které do budoucna nebudou zátěží pro životní prostředí.

Cíl práce

Cílem mé práce je charakteristika specifík pasivních a nízkoenergetických domů a zhodnocení jejich ekonomické efektivnosti. Jedná se zejména o posouzení úspor energií při běžném provozu. Chtěla bych odpovědět na otázku, zda úsporný provoz pasivních domů pokryje zvýšené náklady spojené s výstavbou. A pokud ano, v jakém časovém horizontu.

Dalším z cílů je vyhodnocení vlivu pasivních a nízkoenergetických domů na životní prostředí a porovnání s klasickými stavbami.

Použitá metodika

Prvním bodem mé práce bylo získání informací o pasivních domech z literatury. Konkrétní informace o pasivním domě, který se nachází na českobudějovickém výstavišti, jsem získala od společnosti Heluz. Jako zdroj informací posloužilo také Energy Centre České Budějovice

(ECČB, 2017), kde jsem získala mnoho dalších materiálů, prospektů, rad, názorů a kontaktů na společnosti, zabývající se stavbou a projektováním pasivních staveb. Dalším zdrojem informací byly názory odborníků. Absolvovala jsem několik konzultací s Ing. Martinou Kozelkovou, která je jednatelkou firmy Origis, jež se zabývá projektováním nízkoenergetických dřevostaveb.

Teoretická část je zaměřena na posouzení vlivu úsporných staveb na životní prostředí a definování základních druhů úsporného bydlení. Jsou zde popsány hlavní principy pasivních domů a jejich ekonomické výhody a nevýhody. Začleněna je také historie pasivních domů, aktuální situace v ČR a EU, legislativní pohled na problematiku a zmínka o dotačním programu na pasivní bydlení "Nová zelená úsporám". Z důvodu kontrastu a zajímavosti tématu jsem vybrala také alternativní pohled na věc a prezentovala ojedinělý projekt soběstačného domu "Zeměloď Zeměnka".

Praktická část se věnuje porovnání vzorového pasivního domu firmy Heluz se stejnými typy domů, které byly vyprojektovány jako nízkoenergetický a standardní dům. Zhodnotila jsem tepelně-energetické parametry a ekonomickou efektivnost těchto staveb. Použila jsem výpočet efektivnosti investice. Základem tohoto výpočtu byla technická normalizační informace TNI 73 0329 - zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění pro rodinné domy. Výsledky porovнала s daty firmy Heluz.

Pro dotvoření představy o možnostech úspor energií, jsem se zabývala porovnáním reálné nízkoenergetické stavby v Českých Budějovicích, kde bylo možné podrobně sledovat vývoj nákladů na topení a ohřev vody v časovém horizontu osmi let. Porovnání je zajímavé právě tím, že majitel domu v projektu uvažoval nejprve o standardní stavbě. Až v pozdní fázi projektu se přiklonil ke zlepšení základních detailů domu, které považoval za důležité z hlediska budoucích úspor nákladů. Dům lépe zaizoloval, zredukoval tepelné mosty, vybral kvalitní okna a úsporný kondenzační plynový kotel. Výsledky tohoto kroku jsou jedinečné svou jednoduchostí a schopností přeměny nepříznivých vlastností standardní stavby na nízkoenergetický dům, bez nutnosti vysokých pořizovacích nákladů na nadstandardní technologie, které jsou používány u pasivních staveb. Příznivé výsledky, ohledně tepelných ztrát nízkoenergetického domu v porovnání s původním standardním projektem, jsou podrobně popsány a zhodnoceny ke konci praktické části.

KONKRÉTNÍ POROVNÁNÍ STAVEB Z PRAKTICKÉ ČÁSTI

Obrázek 1: Referenční pasivní dům firmy Heluz, který je postavený v areálu českobudějovického výstaviště.



Zdroj: Fotka poskytnutá firmou Heluz

Obrázek 2: Soukromý rodinný dům v Českých Budějovicích, který splňuje vlastnosti nízkoenergetických staveb



Zdroj: Fotka poskytnutá majitelem domu

I. PASIVNÍ DŮM TRIUMF HELUZ V Č. BUDĚJOVICÍCH

Ekonomika výstavby

V tabulce 1 je uvedeno porovnání celkových pořizovacích nákladů jednotlivých typů domů. Tyto náklady obsahují hrubý rozpočet základních stavebních prvků a prací dle tabulky 2. Dále také technologické systémy pro vytápění a rekuperaci vzduchu a ohřev užitkové vody, kompletní náklady na elektroinstalaci, rozvod vody, vnitřní a venkovní omítky, obklady a sanitární technika.

Tabulka 1: Celkové pořizovací náklady porovnávaných staveb

	Pasivní cihlový dům	Nízkoenergetický cihlový dům	Standardní dům
Cena domu bez DPH	3.180.000,-Kč	2.660.000,-Kč	2.200.000,-Kč
DPH 15%	477.000,-Kč	399.000,-Kč	330.000,-Kč
Celková cena	3.657.000,-Kč	3.059.000,-Kč	2.530.000,-Kč
Rozdíl v ceně bez DPH	-	520.000,-Kč (20 %)	980.000,-Kč (44%)

Zdroj: Heluz, 2015

Tabulka 2: Hrubý rozpočet základních stavebních prvků a prací

Hrubý rozpočet základních stavebních prvků a prací			
pasivní dům		nízkoenergetický dům	
Náklady na zemní práce a zakládání	233.000,- Kč	Náklady na zemní práce a zakládání	193.000,- Kč
<ul style="list-style-type: none"> • výkopy • pěnové sklo • bednění • armování • betonáž desky • hydroizolace 		<ul style="list-style-type: none"> • výkopy • základové pasy • zdivo z betonových tvárnic • armování • betonáž desky 	
Náklady na svislé konstrukce 1. a 2. NP	441.000,- Kč	Náklady na svislé konstrukce 1. a 2. NP	353.000,- Kč
<ul style="list-style-type: none"> • obvodové zdi • nosné zdi • příčkové zdivo • překlady • doprava 		<ul style="list-style-type: none"> • obvodové zdi • nosné zdi • příčkové zdivo • překlady • doprava 	
Náklady na konstrukci střechy	454.000,- Kč	Náklady na konstrukci střechy	371.000,- Kč
<ul style="list-style-type: none"> • stropní panely • hydroizolace • tesařské konstrukce • tepelná izolace • dřevěný záklop • střešní krytina 		<ul style="list-style-type: none"> • konstrukce střechy • hydroizolace • tesařské konstrukce • tepelná izolace • střešní krytina 	
Náklady na okna a dveře	190.000,- Kč	Náklady na okna a dveře	132.000,- Kč
Náklady na rekuperační systém	111.000,- Kč	Náklady na rekuperační systém	111.000,- Kč
Celkem	1.429.000,-	Celkem	1.160.000,-
Rozdíl v ceně		269.000,- Kč (23 %)	

Zdroj: Heluz, 2015

Jak lze vidět z tabulky 1, celkové náklady na stavbu pasivního domu jsou zhruba o 20 % vyšší, než na stavbu nízkoenergetického domu. Návratnost nákladů pasivního domu se dle propočtů firmy Heluz odhaduje přibližně po 25 letech. Předpokládaná životnost technologií je okolo 25 let.

Lze se domnívat, že pro případné prodloužení životnosti technologií budou potřeba dodatečné investice, které mohou stavbu pasivního, ale i nízkoenergetického domu nečekaně prodražit.

Při využití dotačního programu Zelená úsporám, kde je možné čerpat až 450.000,- Kč na pasivní bydlení, se tyto nedostatky a rozdíly eliminují. Dodatečné finanční příjmy na stavbu pasivního domu vyrovnávají finanční bilanci pasivního bydlení. A je v podstatě ekonomicky výhodnější pořídit si pasivní dům za cenu nízkoenergetického.

Náklady na provoz stavby

Základní ukazatel energetické náročnosti domu udává, kolik energie je třeba na vytápění domu za rok vztažený na m² vytápěné plochy a udává se v kWh/m². Roční potřebu energie pro vytápění stavby lze vypočítat součinem podlahové plochy objektu a měrné potřeby na vytápění, viz tabulka 3.

Tabulka 3: Měrná potřeba energie porovnávaných staveb

	Měrná potřeba na vytápění [kWh/m²]	Podlahová plocha objektu [m²]	Roční potřeba energie pro vytápění [kWh]
Pasivní dům z cihel	15	127,40	1911
Nízkoenergetický cihlový dům	50	127,40	6370
Standardní dům	90	127,40	11466

Zdroj: (Best, 2017)

Provozní náklady na vytápění jsem stanovila výpočtem energetické náročnosti dle TNI 73 0329. Pro pasivní a nízkoenergetický dům byla spočítána energetická náročnost za rok a z ní byla určena potřeba energie v kWh.

Z roční potřeby energie pro vytápění jsem vynásobením průměrné ceny za kWh a přičtením ročních paušálů získala provozní náklady každého z domů. Údaje o tarifech pro Jihočeský kraj jsem hledala v aktuálních tarifech firmy E-on. Vše je znázorněno v tabulce 4.

Tabulka 4: Provozní náklady porovnávaných staveb

	Roční potřeba energie pro vytápění [kWh]	Průměrná cena za kWh [Kč]	Cena ročních paušálů [Kč]	Provozní náklady celkem [Kč]
Pasivní cihlový dům	1911	3,71	2341	9430,81
Nízkoenergetický cihlový dům	6370	3,71	2341	25973,7
Standardní dům	11466	3,71	2341	44879,86

Zdroj: vlastní zpracování

Energetická návratnost investice

Prostá návratnost investice vychází z rozdílu pořizovacích nákladů mezi jednotlivými typy budov a podílu roční úspory provozních nákladů, viz tabulka 5.

Tabulka 5: Výpočet prosté doby návratnosti investice

	Pořizovací náklady [Kč]	Rozdíl pořizovacích nákladů [Kč]	Roční úspora provozních nákladů [Kč]	Prostá návratnost [roky]
Pasivní cihlový dům	3.657.000,-	1.127.000,- - 450.000,- = 677.000,-	35.449,05	19,1
Nízkoenergetický cihlový dům	3.059.000,-	529.000,-	18.906,16	27,98
Standardní dům	2.530.000,-	-	-	-

Zdroj: vlastní zpracování

Posouzení výsledků návratnosti investice

Prostá návratnost investice pro pasivní dům je v porovnání se standardním domem 19 let, což odpovídá předpokladům firmy Heluz. Vzhledem k dotaci na pasivní domy, se vyplatí investovat právě do tohoto typu domu. Důvodem je možnost odečtení státního příspěvku 450.000,- Kč, který významně ovlivní počítanou návratnost investice. Nízkoenergetický dům

má prostou návratnost investice v porovnání se standardním domem téměř 28 let, což je o 9 let více než návratnost investice do pasivního domu.

Náklady na pořízení pasivního bydlení jsou po odečtení příspěvku podobné nízkoenergetickým domům. Přínosem je použití kvalitnějších materiálů a technologií. Nevýhodou jsou drahé technologie.

II. NÍZKOENERGETICKÝ SOUKR. DŮM V Č. BUDĚJOVICÍCH

Tento nízkoenergetický dům se odlišuje od vzorového rodinného domu Heluz především: tvarem střechy, počtem podlaží, druhem topení a řešením zateplení. Je užíván 4 člennou rodinou a jeho obytná plocha je srovnatelná s obytnou plochou pasivního domu Heluz. Reálná fotka domu je na obrázku 2.

Technické parametry rodinného domu

V tabulce 6 jsou uvedeny technické parametry tohoto rodinného domu.

Tabulka 6: Parametry rodinného domu

Parametry rodinného domu	
Přízemní dům s obytnou vytápěnou plochou 115 m ²	
Nevytápěná garáž 25 m ² , přiléhá k severní straně domu, je však součástí zateplené obálky domu, takže v ní nemrzne.	
Nezateplený, nevyužívaný půdní prostor	
Zdivo Porotherm SI 40 cm	celkové U = 0,17 W/m ² K
Zateplení 14 cm minerální vaty	
Základy zatepleny do hloubky 60 cm deskami XPS o tloušťce 10 cm	
Okna i dveře p vlastová Internorm s trojsklem (krypton, U=0,5 W/m ² K).	celkové U=0,9 W/m ² K
Stropy tvoří SDK podhledy pod vazníky, 32cm minerální vaty.	celkové U=0,12 W/m ² K
Podlahy s izolací 14 cm EPS. Anhydrit. Dlažba v celém domě.	celkové U= 0,25 W/m ² K
Celkové tepelné ztráty včetně větrání dle výpočtu cca 4 kW při venkovní teplotě -15 °C.	
Větrání obývacího pokoje s kuchyní lokální rekuperační jednotkou, jinde okny.	

Parametry rodinného domu
Orientace oken převážně J a JZ s příznivými tepelnými zisky v zimě.
Vytápění v celém domě teplovodní podlahové s keramickou dlažbou.
Kotel Geminox THRi 1-10 B120. Teplota komfortní 23 °C (7-17 hodin) Teplota útlumová 21,5 °C Strmost topné křivky 4,5 Přechod léto/zima 13 °C Počet startů kotle za rok cca 2000. Naprostá většina startů z důvodu ohřevu TUV (v průměru cca 5x denně). Celoroční bezobslužný provoz kotle.

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 7 jsou uvedeny tepelné ztráty domu z pohledu původního a konečného projektu.

Tabulka 7: Tepelné ztráty domu

Tepelné ztráty domu				
	Původní projekt		Upravený projekt	
Obvodové zdi	44 Si	0,27x35x110= 1040 W	40Si + 14 cm vata	0,17x35x110= 660 W
Společná zeď s garáží	44 Si	0,3x20x30= 180 W	40Si	0,3x20x30= 180 W
Okna, dveře	Dvojskla Ar 1,1 Celkové U=1,3	1,3x35x20= 910 W	Trojskla Kr 0,5 Celkové U=0,9	0,9x35x20= 630 W
Stropy	Vata 30 cm	0,13x35x145= 660 W	Vata 32 cm, nad koupelnou 50 cm	0,12x35x145= 610 W
Podlahy	10 cm EPS	0,4x15x145= 870 W	14 cm EPS	0,25x15x145= 540 W
Ztráta zdí do základové desky	5 cm XPS kolem základů do 60 cm hloubky	800 W	10 cm XPS kolem základů do 60 cm hloubky	400 W
Ztráta prostupem celkem		4460 W		3020 W
Ztráta větráním	Pouze okny	1500	Okna + rekuperace	1000 W
Celková ztráta		5960 W		4020 W

Zdroj: vlastní zpracování

Shrnutí vlastností nízkoenergetického domu - reálné zkušenosti

Nízkoenergetický dům je v podstatě klasicky postavený dům se zesílenými izolacemi stěn, podlah a stropů a kvalitními okny. Je snaha o omezení systematických tepelných mostů. Vytápění je řešeno například plynovým kondenzačním kotlem. Výhodou je, že není ve větší míře použito investičně nákladných technologií, jako např. tepelné čerpadlo, centrální rekuperační vzduchotechnická jednotka, topný systém na biomasu s tepelným výměníkem, solární systém, akumulární nádrže a podobně. U nízkoenergetického domu se údržba omezuje na revizi a vyčištění kondenzačního kotle v ceně cca 1500 Kč.

Výše uvedené systémy jsou pro pasivní dům téměř povinné. Významně sníží náklady na topení a ohřev vody, ale rovněž představují potenciální zdroj poruch již v horizontu 10 až 15 let. Životnost hlavních komponent pak může dosahovat pouze 25 let při pravidelné údržbě. Kvalitní údržba technologií pasivního domu znamená nezanedbatelné roční náklady v řádu tisíců korun. Patří sem výměny filtrů větracího systému, dezinfekce výměníků a rozvodů vzduchu, povinné revize spalinových cest a spotřebičů apod. Jistou nevýhodou je také složitější ovládání technologií pro běžného uživatele.

Hlavní nevýhodou u nízkoenergetického domu je náročnější udržení zdravého vnitřního prostředí. Je nezbytné pravidelné větrání pro udržení nízké hladiny oxidu uhličitého ve vzduchu a v zimních měsících také pro udržení relativní vlhkosti pod cca 50 procent, což zamezuje vzniku plísní. Jedná se však především o zimní období zhruba listopad až březen. Zajímavým aspektem větrání okny je, že při přítomnosti např. kouře ve venkovním vzduchu se zápach nedostane do celého domu. Při nasátí kouře řízeným větráním se zápach během několika desítek sekund rozšíří do celého domu.

Požadavky současné (a připravované) legislativy staví malého investora do situace, kdy je nucen využívat technologie s omezenou životností a nemalými náklady na údržbu, aby byl schopen splnit normativní požadavky na výstavbu. Tyto požadavky jsou však do určité míry zdeformovány zpolitizovaným přístupem k ochraně životního prostředí a ekologii. Dle mého názoru by byl dostatečný požadavek na tepelně-technické vlastnosti základních stavebních konstrukcí a základní zajištění vnitřního prostředí budov. Jelikož je životnost domu 50-100 let i více, vzniká tak velká disproporce mezi vlastnostmi existujících a nových staveb, přičemž na novostavby budou v blízké budoucnosti kladeny neadekvátně enormní nároky.

ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ

Stěžejním cílem praktické části bakalářské práce bylo zhodnocení návratnosti investice do pasivních a nízkoenergetických domů. Výchozím bodem výpočtu je měrná spotřeba energie pro jednotlivé typy domů, které jsou definované normou. Z té vychází roční provozní náklady, jejichž kombinací s výší vstupní investice jsem vypočetla návratnost investice. Ta je v případě pasivních domů 19 let, což je nižší než u nízkoenergetických domů (28let). Tento rozdíl ovlivňují dva hlavní faktory: dotace "Zelená úsporám" a energetická úspornost pasivních domů. Ve výpočtu byla zohledněna aktuální a konstantní cena energií. Dá se předpokládat, že ceny energií do budoucna porostou, čímž se rozdíl návratnosti investice mezi pasivními a nízkoenergetickými domy ještě více prohloubí. Výsledky výpočtu návratnosti investice odpovídají i údajům uváděným různými dodavatelskými a developerskými firmami.

Při výstavbě pasivního domu stejně jako při nákupu spotřebního zboží většina investorů do detailů nepropočítává jeho ekonomickou návratnost. Nejpodstatnějším požadavkem se stává pokrytí potřeb vlastníka domu, zvýšení pohodlí a spokojenosti majitelů a menší závislost na zdrojích energie. Z hlediska budoucího vývoje cen energií a plateb za ni, je nejjistějším řešením energii nepotřebovat. A to je cesta, kterou se pasivní dům vydává. Pasivní rodinný dům je stavbou, kterou investor ovlivní nejen kvalitu svého života, ale také ráz krajiny mnohdy i na několik generací. Proto je prioritou soustředit se na jeho kvalitu.

Hlavní kritérium výběru mezi pasivním a nízkoenergetickým domem je na zvážení každého stavitele. Po konzultaci s odborníky a projektanty rodinných domů jsem zjistila, že je mnoho možných kombinací a variant použití různých stavebních materiálů a technologií. Každý zájemce o úsporné bydlení si najde řešení integrované přímo na míru, které bude vyhovovat jeho ekonomickým i kvalitativním požadavkům.

V současné době je kladen velký důraz na úsporu nákladů za bydlení a také na ekologické využívání přírodních zdrojů. Ekologie bude mít při výběru bydlení v budoucnosti významnou roli. Ceny energií rostou, zdroje jsou limitované a lidé se zajímají, jak být ekonomicky nezávislí a více soběstační.