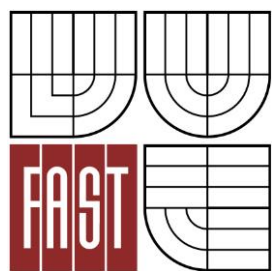




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

NÍZKOENERGETICKÁ VÝSTAVBA V ČR A ZAHRANIČÍ LOW-ENERGY CONSTRUCTION IN THE CZECH REPUBLIC AND ABROAD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN MATUŠ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK KREJZA, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607R038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Matuš
Název	Nízkoenergetická výstavba v ČR a zahraničí
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014


doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu




prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

BRADÁČ, A. Teorie oceňování nemovitostí. 8. přepracované vydání, Brno: CERM, 2009. 745 s.

Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a související předpisy

TICHÁ, A., TICHÝ, Z., VYSLOUŽIL, R., ŠIMÁČEK, O. Rozpočtování kalkulace ve výstavbě díl I. Brno: CERM, 2004. ISBN 80-214-2639-X

MARKOVÁ, L., CHOVANEC, J. Rozpočtování kalkulace ve výstavbě díl II. Brno: CERM, 2004. ISBN 80-214-2639-X

Tywoniak, J. Nízkoenergetické domy - Principy a příklady. Praha: Grada Publishing, 2005, 200 s.

Kulhánek, F. Nízkoenergetické a pasivní domy - návrh a realizace. Praha: Verlag Dashöfer, 2009.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Cílem práce je popsat vývoj a nejnovější trendy v oblasti nízkoenergetické výstavby v ČR a zahraničí.

1. Definice základních pojmů, základní pravidla oceňování staveb a stavebních prací,
2. Specifikace nízkoenergetické výstavby
3. Průzkum v oblasti nízkoenergetické výstavby v ČR a zahraničí, vyhodnocení vývoje a vývojových trendů nízkoenergetické výstavby.

Výstupem práce bude porovnání vývoje a vývojových trendů v oblasti nízkoenergetické výstavby v České republice a zahraničí s akcentem na ekonomiku nízkoenergetických staveb.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce má z úkol zjistit aktuální trendy ve výstavbě nízkoenergetických budov v České republice a zahraničí. Zároveň definovat základní pojmy nízkoenergetické výstavby, technické vlastnosti těchto objektů, způsoby jejich navrhování spolu s legislativou, dotacemi a aktuálními poznatky z oboru. V praktické části se práce zaměřuje na zpracovávání statistických údajů o výstavbě v ČR a zahraničí. Závěrem je proveden výpočet technicko hospodářských ukazatelů s ohledem na návratnost investice.

KLÍČOVÁ SLOVA

Nízkoenergetická výstavba, pasivní dům, trendy, dotace, cenotvorba, typy cen, statistika, návratnost, náklady.

ABSTRACT

The bachelor's thesis goal is to find actual trends in low-energy construction in the Czech republic and abroad. Also define main concepts of low-energy construction, technical properties of these objects, methods of designing, legislative elements and new findings. Practical's part main task is to compile statistical data on low-energy construction in the Czech republic and abroad. Additionally calculate the price indicators and possible payback of low-energy houses.

KEYWORDS

Low-energy construction, passive house, trends, grants, pricing, types of prices, statistics, payback, costs.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Martin Matuš *Nízkoenergetická výstavba v ČR a zahraničí*. Brno, 2015. 69 s., 20 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební
ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2015

.....
podpis autora

Martin Matuš

PODĚKOVÁNÍ

Chci tímto poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Zdeňku Krejzovi, Ph.D., za odbornou pomoc a dohled nad správným směřováním. Poděkování patří také mé rodině za jejich podporu při studiu.

OBSAH

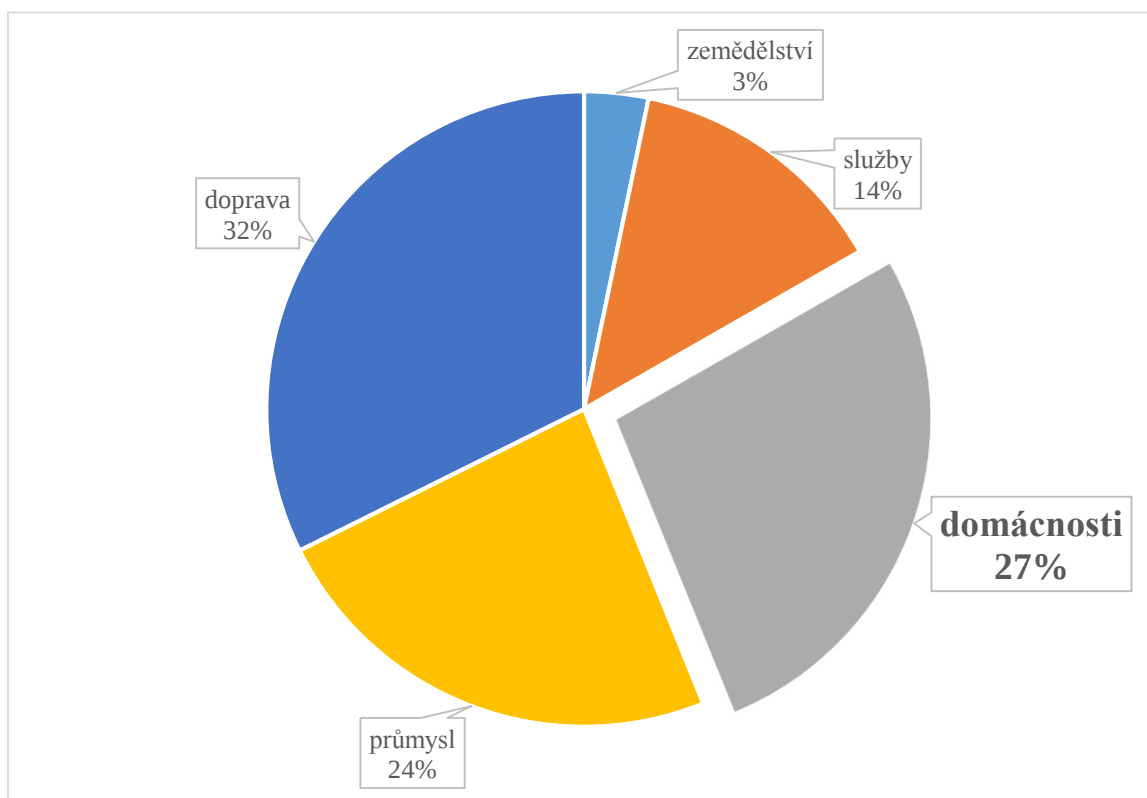
1	ÚVOD	10
2	SPECIFIKACE NÍZKOENERGETICKÉ VÝSTAVBY	11
2.1	ZÁKLADNÍ POJMY, NAVRHOVÁNÍ ÚSPORNÝCH DOMŮ	12
2.1.1	URBANISMUS	12
2.1.2	OPTIMALIZACE TVARU	12
2.1.3	OBVODOVÝ PLÁŠŤ	13
2.1.4	TEPELNÉ MOSTY	14
2.1.5	VÝPLNĚ OTVORŮ	14
2.1.6	(NE)PRŮVZDUŠNOST	18
2.1.7	VĚTRÁNÍ.....	18
2.1.8	VYTÁPĚNÍ	19
3	HISTORIE, TRENDY NÍZKOENERGETICKÉ VÝSTAVBY.....	21
3.1	HISTORIE.....	21
3.2	SOUČASNÝ TREND VÝSTAVBY V ZAHRANIČÍ.....	22
3.2.1	BRUSELSKÝ TREND	23
3.2.2	NULOVÝ TREND V EVROPĚ.....	24
3.3	SOUČASNÝ TREND VÝSTAVBY V ČESKÉ REPUBLICE	25
4	LEGISLATIVA, DOTACE ÚSPORNÉ VÝSTAVBY	29
4.1	EVROPSKÁ SMĚRNICE EPBD II	29
4.1.1	TRANSPOZICE EPBD II DO ČESKÉ LEGISLATIVY	29
4.2	DOTAČNÍ PROGRAMY V ČR	30
4.2.1	ZELENÁ ÚSPORÁM.....	31
4.2.2	PANEL 2013+, JESSICA, PROGRAM 150	32
4.2.3	ALFA, EPSILON.....	33
5	OPTIMALIZACE NÍZKOENERGETICKÝCH STAVEB	34
5.1	TEORETICKÁ UKÁZKA OPTIMALIZACE	35
5.1.1	ZMĚNA VELIKOSTI ZASKLENÍ.....	35
5.1.2	ZMĚNA ORIENTACE OBJEKTU	36
5.1.3	ZMĚNA TLOUŠŤKY IZOLACE	38
5.2	PRAKTICKÁ UKÁZKA OPTIMALIZACE	39

6	OCEŇOVÁNÍ NEMOVISTOSTÍ	41
6.1	CENA	41
6.1.1	TYPY CEN	42
6.2	ZPŮSOBY ZJIŠTĚNÍ VÝCHOZÍ HODNOTY STAVBY	44
6.2.1	CENOVÁ KALKULACE	44
6.2.2	PODROBNÝ POLOŽKOVÝ ROZPOČET	45
6.2.3	AGREGOVANÉ POLOŽKY	45
6.2.4	PROPOČET CENY, JEDNOTKOVÁ CENA	46
6.3	CENOVÉ INDEXY	46
6.4	OBESTAVĚNÝ PROSTOR	46
7	PŘÍPADOVÁ STUDIE – PRAKTICKÁ ČÁST	48
7.1	STATISTIKY CERTIFIKOVANÝCH OBJEKTŮ (ZAHRANIČÍ)	49
7.2	STATISTIKA PASIVNÍCH DOMŮ V ČESKÉ REPUBLICE	54
7.2.1	CENOVÉ UKAZATELE, NÁVRATNOST	56
8	ZÁVĚR	60
9	POUŽITÁ LITERATURA	61
	SEZNAM TABULEK	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	67
	SEZNAM VZORCŮ	68
	SEZNAM PŘÍLOH	69

1 ÚVOD

Cílem bakalářské práce je popsat vývoj a nejnovější trendy nízkoenergetické výstavby v ČR a zahraničí. Následně srovnat ČR se zahraničím a vyhodnotit vývoj nízkoenergetické výstavby s uvedením trendů v této oblasti. Další náplní práce je specifikovat nízkoenergetickou výstavbu pomocí základních pojmů a některých zásad pro navrhování. Praktickým cílem je zpracování případové studie, která má za úkol zjistit a zpracovat statistické údaje (počty, materiálové charakteristiky, ceny) nízkoenergetických staveb v ČR a zahraničí, zpracovat technicko hospodářské ukazatele studie (s využitím znalostí problematiky oceňování) a na jejich základě zjistit např. možnou dobu návratnosti investice.

V současnosti můžeme sledovat rozvoj nízkoenergetické výstavby nejen v ČR. Jedná se o logický krok v důsledku vývoje žití ve 20. století, kdy se lidé příliš nezamýšleli nad soběstačným způsobem života (dáno cenami energií a dostupností fosilních paliv), ekologií a kvalitou bydlení. Tohle už dnes neplatí, a tak hledáme způsoby, jak dosáhnout úspory spotřeby, snížení ekologické zátěže na prostředí a zvýšení kvality prostředí.



Obrázek 1.1 Celková spotřeba energie v ekvivalentu milionu tun ropy, dle sektorů (zdroj: EEA)

[1]

Na grafu zpracovaném z dat Evropské agentury pro životní prostředí můžeme vidět procentuální rozdělení spotřeby energií dle sektorů a jejich vývoj v čase. Odtud jasně vyplývá, že spotřeba domácností tvoří více než čtvrtinu všech odvětví. Jsou zde také značné rezervy pro úspory a ekonomický pohled na věc je tak na prvním místě. Nastává tedy rozmach (v zahraničí již dříve, u nás postupně posledních několik let) nízkoenergetické a pasivní výstavby.

2 SPECIFIKACE NÍZKOENERGETICKÉ VÝSTAVBY

Dle evropské definice je pasivním domem taková stavba, která splňuje tyto podmínky:

- 15 kWh/(m²a) – nejvyšší roční měrná spotřeba tepla na vytápění
- 120 kWh/(m²a) – nejvyšší roční celková spotřeba primární energie
- 0,6 h⁻¹ – neprůvzdušnost n₅₀ zjištěna pomocí Blower-door testu

Jedná se o domy, které ve větší míře využívají pasivní zisky na vytápění – lidé, vytápění a hlavně slunce. Mají nadstandardně zaizolovaný obvodový plášť a co nejvíce těsnou obálku, kterou by neměl unikat vzduch (teplo). Je také třeba dbát na detaily a naprosto eliminovat jakékoliv zjevné tepelné mosty. Úroveň materiálů, technologií, konstrukcí a samozřejmě také provedení samotných prací musí být špičkové a profesionální. Používáme například velice kvalitní okna s co nejlepšími hodnotami součinitele prostupu tepla. Veškerá technologie musí být správně navržena a nadimenzována. Nesmíme však zapomenout na samotný koncept, návrh objektu, který předchází všemu dalšímu a do značné míry ovlivňuje veškeré budoucí parametry objektu.

Pasivním domům předcházely domy nízkoenergetické (NED), kdy je nejvyšší roční měrná spotřeba tepla na vytápění na hodnotě 50 kWh/(m²a). Proti tomu stojí nulové domy, s potřebou tepla na vytápění menší než 5 kWh/(m²a), doháníme to hlavně využíváním fotovoltaických panelů. Přehledně tyto parametry ukazuje následující tabulka, která přidává i srovnání se současnou zástavbou a základní charakteristiky:

Tabulka 2.1 Srovnání různých standardů (zdroj: CPD)

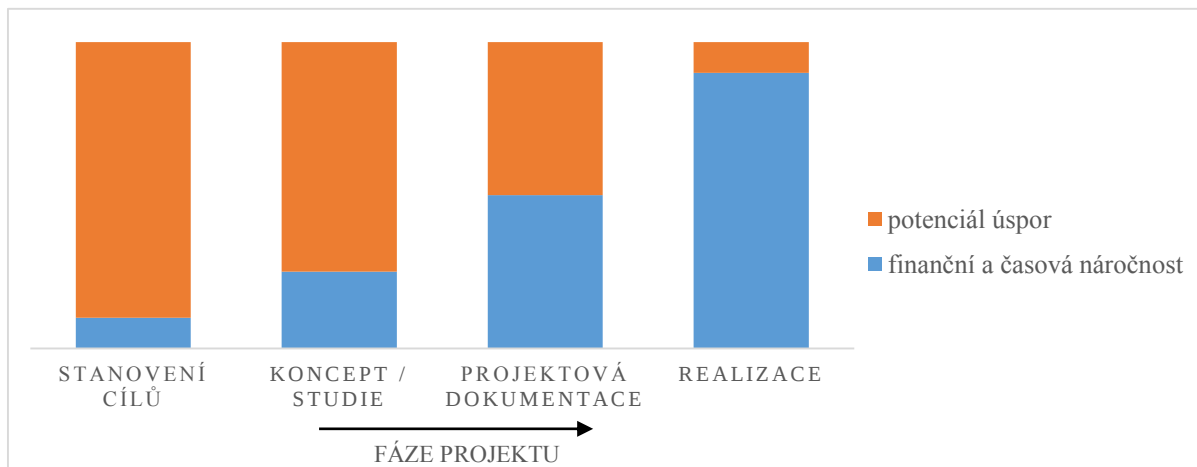
Domy běžné v 70. a 80. letech	Současná novostavba	NED	Pasivní dům	Nulový dům
Charakteristika				
Zastaralá otopná soustava, větrání pouze otevřeným oknem, nezateplené a špatně izolované konstrukce, přetápění.	Vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání hlavně oknem, konstrukce na úrovni požadavků normy.	Otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, častěji řízené větrání.	Řízené větrání s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce.	Minimálně jako pasivní dům, velká plocha fotovoltaických panelů.
Potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² a)]				
> 200	80 – 140	< 50	< 15	< 5

Zajímavé je hlavně srovnání s konvenční a starší výstavbou, kde rozdíly jsou nezanedbatelné. Dostat současný konvenční dům do „pasivu“ je velice nákladné (rekonstrukce budov, i historických, do pasivního standardu jsou možné, avšak vyplatí se hlavně u větších budov s velkými náklady na vytápění). Krok od nízkoenergetického standardu k pasivnímu je velice malý, mnohdy stačí pouhá optimalizace již navrhnutých

řešení ruku v ruce s pečlivou realizací. Z toho vyplývá, že za stejnou cenu můžeme pořídit NED nebo pasivní dům.

2.1 ZÁKLADNÍ POJMY, NAVRHOVÁNÍ ÚSPORNÝCH DOMŮ

Principy pro navrhování NED, pasivních a nulových domů jsou v podstatě podobné, u těchto případů se využívá hlavně optimalizace (nástroj PHPP – kap. 3.1). Musíme si uvědomit, že s pozdější fází projektu roste finanční náročnost prováděných změn, ale klesá jejich účinnost! Největší pozornost tak musíme věnovat již samotnému konceptu a stanovení cílů.



Obrázek 2.1 Závislost úspor a nákladů na fázi projektu (zdroj: CPD)

Z grafu je zřetelné, že kvalitní návrh tvoří základ a rozhoduje o ceně, spotřebě a komfortu bydlení. Propracovaný projekt, kde jsou správně vyřešené detaily, tvoří ideální podklad pro ocenění a kontrolu stavby.

2.1.1 URBANISMUS

Jeden ze zásadních předpokladů dosažení pasivního standardu je situování na pozemku, resp. orientace ke světovým stranám (Slunci). Umístění a poloha dokáží ovlivnit bilanci potřeby tepla až o 40 %. Základním pravidlem je snaha o eliminaci okenních otvorů na severní straně ve prospěch oken na jižní straně fasády. Tyto však musí být nějakým způsobem stíněny. Jako problematické se ukazují urbanistické studie, kdy jsou stejné domy mechanicky otáčeny pouze na základě uliční čáry, bez ohledu na orientaci ke světovým stranám. Také se neřeší vzájemné zastiňování okolními objekty. Ekonomicky se toto projeví například neprodejností takových pozemků. Na toto se myslelo v Rakousku už v roce 1992 při plánování SolarCity v Linci!

2.1.2 OPTIMALIZACE TVARU

Další předpoklad dosažení pasivního standardu je optimalizace tvaru, tj. dosažení co nejnižšího poměru plochy obálky budovy k objemu (A/V). Je zřejmé, že „nejjednodušší“ je dostat do pasivního standardu velké objekty typu bytových domů a administrativních

objektů. Na druhé straně jsou jednopodlažní RD. Netvoří to však žádné omezení z hlediska architektonického řešení stavby. Z vlastních zkušeností (z Rakouska, ale i z ČR) mohu říci, že jsou takové stavby architektonicky dokonce ještě kvalitnější, než konvenční výstavba.

2.1.3 OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Způsobů realizací obvodových plášťů, tedy konstrukčního řešení stavby je nespočet. Po komplexním porovnání jednotlivých variant však vyjde najevo, že se pohybují v podobné cenové hladině. Zde nesmíme posuzovat pouze cenu materiálu, ale vzít ohled i na rychlost výstavby, řešení jednotlivých navazujících detailů a jejich cenu. Z ekonomického pohledu je velice důležitý vliv tloušťky konstrukce na cenu obestavěného prostoru a cenu podlahové plochy. Toto si můžeme ukázat na následujících výpočtech:

Obestavěný prostor:

6 000 Kč/m³ obestavěný prostor

1 cm tloušťky obvodové stěny dělá na rodinném domku:

*(40 m * 1 cm * 6 m) * 6 000 Kč = 14 000 Kč/cm*

Podlahová plocha:

30 000 Kč/m² podlahová plocha

1 cm tloušťky obvodové stěny dělá na rodinném domku:

*(40 m * 1 cm) * 30 000 Kč = 12 000 Kč/cm*

Zajímavý je i příklad cenové optimalizace konstrukce. Mějme třeba dvě modelové situace obvodových stěn, kterými chceme dosáhnout součinitele **U = 0,110 W/(m²K)**.

- var. 1 – vápenopísková tvárnice + ETICS:
 - Skladba a cena:

▪ omítka	250,- Kč/m ²
▪ zdivo VPC	600,- Kč/m ²
▪ zdění	300,- Kč/m ²
▪ ETICS EPS	1600,- Kč/m ²
 - Cena celkem: 2750,- Kč/m²
 - Tloušťka konstrukce: **445 mm**
- var. 2 – keramický blok typu Therm s EPS výplní:
 - Skladba a cena:

▪ omítka	250,- Kč/m ²
▪ zdivo Heluz 2in1	1850,- Kč/m ²
▪ zdění	300,- Kč/m ²
▪ TO omítka + krycí	550,- Kč/m ²
 - Cena celkem: 2 950,- Kč/m²
 - Tloušťka konstrukce: **555 mm**

Na předcházejících variantách řešení je vidět, jakým způsobem lze pracovat s optimalizací návrhu. Již jsme si navíc ukázali, jaký vliv má tloušťka stěny na ekonomické parametry stavby.

V ČR je u nízkoenergetických objektů vyvážený poměr mezi zdíci systémy a dřevostavbami (viz. Případová studie).

Na závěr porovnání typických parametrů NED a pasivních domů.

Tabulka 2.2 Srovnání NED a pasivního domu (zdroj: CPD)

	NED [U = W/(m ² K); mm izolace]	Pasivní dům [U = W/(m ² K), mm izolace]
Střecha	0,15 – 0,20 240 – 340 mm TI	0,18 – 0,12 360 – 560 mm TI
Okna	< 1,20	< 0,80
Stěny	0,15 – 0,25 100 – 250 mm TI	0,10 – 0,15 240 – 350 mm TI
Podlaha	0,20 – 0,30 100 – 180 mm TI	0,12 – 0,15 220 – 300 mm TI

2.1.4 TEPELNÉ MOSTY

Tepelné mosty jsou velice sledovaná oblast již v konvenční výstavbě. O to většího významu nabývají v energeticky úsporné výstavbě, protože dopady tepelných mostů jsou značné. Představují vyšší náklady na topení, dále nižší pohodu bydlení v důsledku ochlazování povrchů a také jsou zde rizika tvorby kondenzátu a plísní. Nejvíce nás samozřejmě zajímají ekonomické ztráty způsobené vlivem tepelných mostů. Zde je nutné tato nebezpečí minimalizovat již při návrhu stavby, kde navrhujeme odpovídající konstrukce a zjistíme potenciální slabá místa – tepelné mosty. Následně musíme optimalizovat řešení na základě poměru ceny a výkonu (zde se uplatní PHPP). Při realizaci následně kontrolujeme jejich provedení, nezapomeneme na případné zaškolení pracovníků.

Ještě bych se rád zmínil o nedávno objeveném a ne úplně známém problému spojeném s tepelnými mosty. Jedná se o založení ETICS pomocí hliníkové zakládací lišty. Podle Ing. Hazuchy je roční tepelná ztráta RD u takového řešení 1108 kWh/a! Například na typickém RD z 50. let zatepleném 140 mm izolace takový systém způsobí ztrátu 35 – 50 % z celkové ztráty na obvodové stěně. Je to totéž, jako bychom objekt zateplili 90 mm izolace bez tepelného mostu. Jedná se tak o značnou ekonomickou ztrátu. [2]

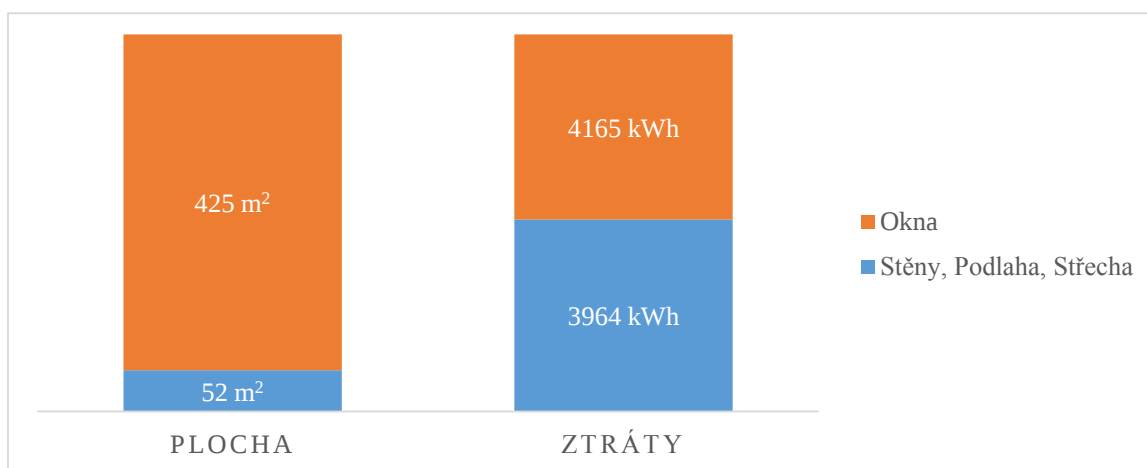
2.1.5 VÝPLNĚ OTVORŮ

Víme, že 40 % veškerých ztrát objektu tvoří okna a dveře. Jejich kvalitní konstrukce spolu s vyřešenými detaily osazení tak tvoří velice důležitou část, na druhou stranu bychom neměli plynout jejich velikostí. Také je musíme navrhovat s ohledem na světové strany, jejich tvar, velikost a umístění. Je zde velký prostor pro optimalizaci. To lze názorně ukázat na stavbě školicího střediska INTOZA v Ostravě (bude o něm ještě zmínka). V původním návrhu byla celoprosklená fasáda, vlivem optimalizací však byla použita jednotlivá okna (a některá byla dokonce zrušena) kvůli přehřívání a potřebě tepla. Tyto optimalizace probíhaly na základě výpočtů v programu PHPP. [3]

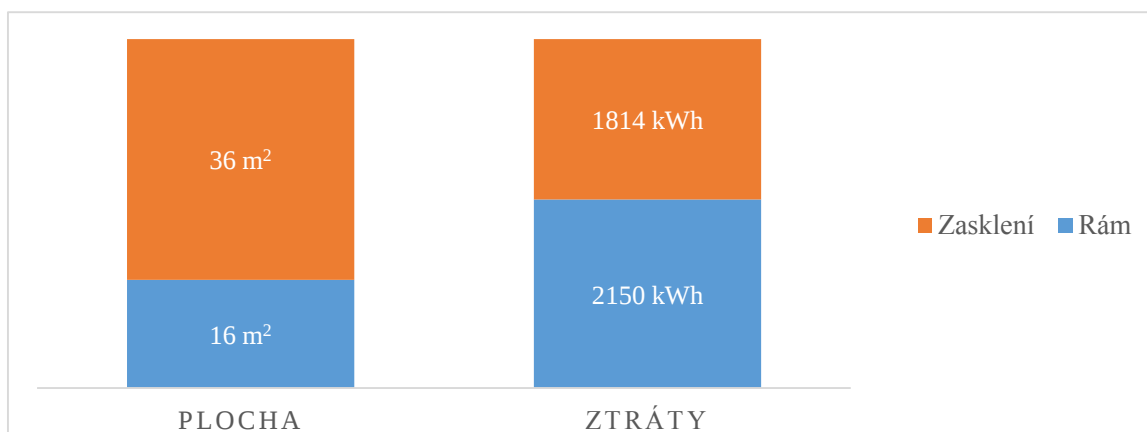


Obrázek 2.2 Optimalizace zasklení fasády, INTOZA Ostrava (zdroj: ATOS6, upraveno)

Proč na výplně otvorů (hlavně okna) klademe takový důraz, si ukážeme v následujících grafech:



Obrázek 2.3 Poměr ztrát na celkové ploše obálky budovy (zdroj: CPD, upraveno)



Obrázek 2.4 Poměr ztrát mezi okenním rámem a zaklením (zdroj: CPD)

Z prvního grafu je zřejmé, že i při minimálním podílu plochy oken na obálce budovy tvoří značnou položku ve ztrátách. Na druhém grafu je vidět, že v rámci okna je nejslabší místo rám, který i při menší ploše oproti zasklení vykazuje větší ztráty.

Vznikla tedy definice okna v pasivním standardu. Jeho celková hodnota prostupu tepla U_w musí být nižší, než $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pro lepší orientaci na trhu vydává PHI certifikát, který zařadí okna do kategorií A – C podle energetické efektivity. Na toto reagují výrobci různým sortimentem. Cenově nejvýhodnější (s cenou kolem $5\,000 \text{ Kč/m}^2$) jsou dřevěná okna. Zde volíme moderní profily s konstrukční šířkou minimálně 88 mm, lépe však 92 mm. Předpokladem dlouhé životnosti dřevěných oken je správné zabudování, kvalitní povrchová úprava a údržba. Nejnovější trend u dřevěných rámců je integrace izolace do profilu. Takové řešení je však relativně drahé.



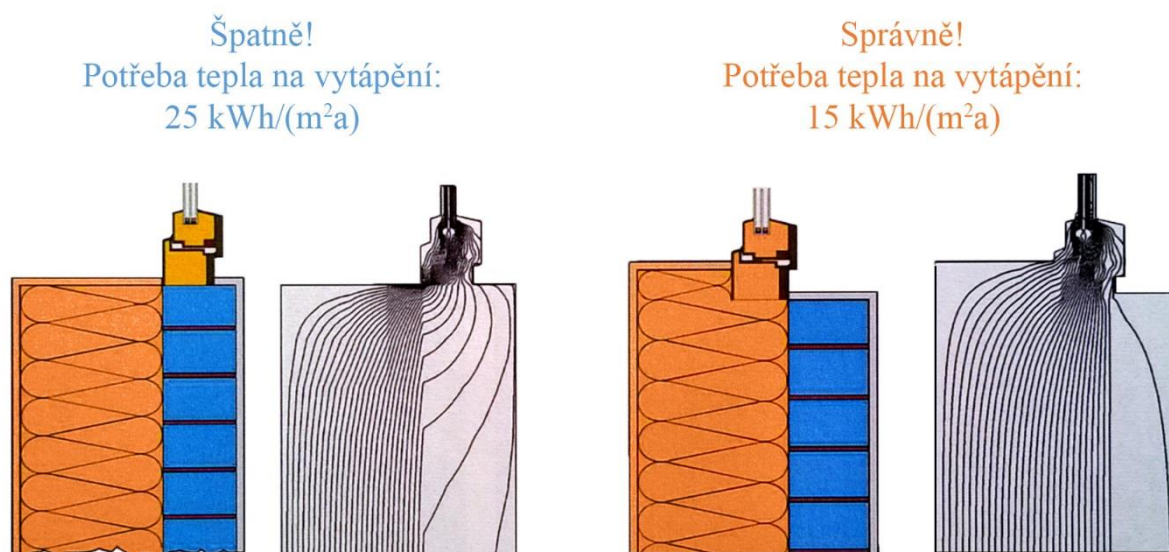
Obrázek 2.5 Dřevěné okno Makrowin 88G2 s integrovanou korkovou izolací (zdroj: Makrowin)

Dalším rámem klasické konstrukce jsou plastová okna. Vynikají příznivou cenou a množstvím výrobců, je zde problém se statikou, která se původně řešila ocelovou výztuhou. Nové profily jsou tzv. progresivní, ocelová výztuha je nahrazena kompozitním rámem s obsahem skelných vláken, případně plastovou výztuhou s integrovanými ocelovými vlákny. Postupným vývojem se došlo na dřevohliníkové a plastohliníkové rámy. Jejich výhodou je životnost a možnost integrace tepelné izolace. Také vzhled je u takových oken velice dobrý.



Obrázek 2.6 Dřevohliníkové okno Internorm HF310 (zdroj: Internorm)

Vývoj však pokračuje stále dopředu, a tak se již i u nás můžeme potkat s okenními rámy nové generace. Výrobci se snaží snížit podíl rámu na celkové ploše okna. Profily rámu nové generace tedy dosahují šířek 115 mm, ale výška je snížena z běžných 125 mm na 89 mm. Taková okna jsou tak více vhodná pro osazení do pasivních domů, kde se využívá předsazené montáže do roviny tepelné izolace v kombinaci s přetažením tepelné izolace přes rám okna.



Obrázek 2.7 Osazení oken do tepelné izolace (zdroj: PHI, CPD, upraveno)

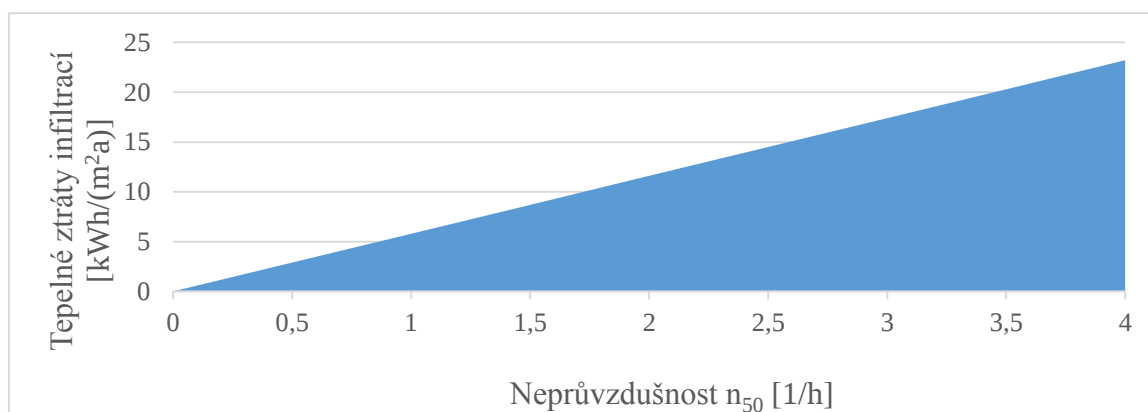
I co se týče samotného zasklení, tak je tu prostor do budoucna. „Čtyřsklo“ už není cesta, vzhledem ke značné hmotnosti a nárokům na kování, proto se experimentuje s nahrazením středního skla tzv. multifólií, která vytvoří další izolační vrstvy. Taková skla jsou již na trhu, existuje zde ovšem problém s jejich nedostatečnou propustností (g – hodnota).

Z ekonomického hlediska se zde nabízí srovnání s dvojskly, kde se průměrná cena pohybuje kolem 4 000 Kč/m². Při prosté výměně oken v panelovém bytě vychází úspora 2 350 Kč/m² podlahové plochy za 40 let při uvažované ceně tepla 480 Kč/GJ. [4]

Okna jsou tedy velice důležitý prvek, co se týče pasivních a nízkoenergetických domů. Ne nadarmo jsou považována za „topení budoucnosti“. Jejich energetická bilance je (u těch nejlepších profilů) totiž záporná, to znamená, že i v zimě mají tepelné zisky a ne ztráty. To je velice důležité při roční bilanci potřeby tepla a s tím spojenou ekonomickou úsporou.

2.1.6 (NE)PRŮVZDUŠNOST

Neprůvzdušnost je jedním z kritérií, které stavba musí splnit, aby dosáhla pasivního standardu. Toto se měří Blower - door testem, při kterém se zjišťuje množství vzduchu, které unikne netěsnostmi stavby. Důležité je provádění prvního (orientačního) testu ještě v momentu, kdy je možná náprava. Poté můžeme provést certifikační test, kdy je stavba dokončena a následné opravy by již nebyly možné. Zjišťování neprůvzdušnosti stavby je velice důležité, jedná se totiž o tepelné ztráty, snižujeme účinnost rekuperace a hrozí i nebezpečí poškození konstrukcí. Tyto ztráty si můžeme ukázat na následujícím grafu, kde vidíme, že se nejedná o nic zanedbatelného.



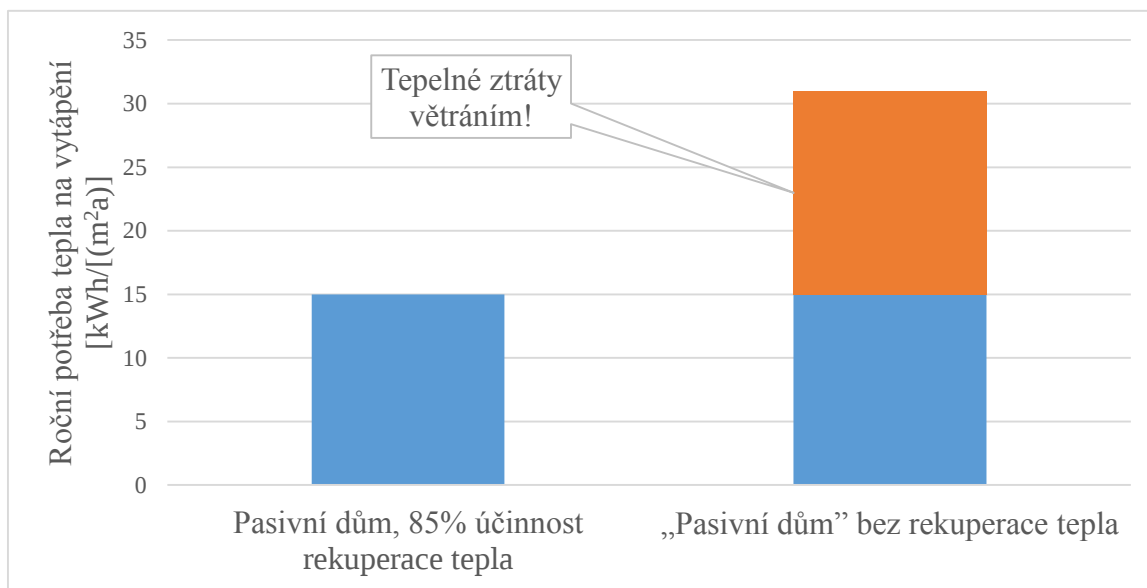
Obrázek 2.8 Ztráty infiltrace (zdroj: CPD)

Pro kvalitní obálku s dobrou hodnotou neprůvzdušnosti je třeba splnění tří věcí. Jako první se jedná o kvalitní projekt, ve kterém zvolíme vhodnou konstrukci budovy a navrhne vzduchotěsnou obálku. Dále se jedná o kvalitní realizaci s dokonalým utěsněním všech konstrukcí a detailů. To vše uzavírá závěrečná kontrola v podobě správně provedeného (orientačního i závěrečného – certifikačního) Blower-door testu.

2.1.7 VĚTRÁNÍ

V návaznosti na předchozí kapitolu je nám jasné, že přirozené větrání v pasivních domech nelze využít. Investice do kvalitních oken s trojskly a neprůvzdušné obálky by se nám tak při konvenčním – přirozeném větrání naprosto nevyplatila. Musíme tedy použít některého ze systémů nuceného větrání doplněného rekuperační jednotkou s vysokou účinností. V takovém případě neodevzdáváme teplo do okolí, navíc pořád vyměňujeme vzduch

v domě, a tak přispíváme k mnohem kvalitnějšímu vnitřnímu prostředí. Důležitost rekuperační jednotky ukazuje následující graf.



Obrázek 2.9 Ztráty větráním bez rekuperace (zdroj: CPD, J. Hazucha, upraveno)

Moderní rekuperační výměníky dosahují účinností i nad 90 %.

Nutnost instalace vzduchotechniky do objektu s sebou jistě přináší určité nevýhody, ať už je to cena, složitost technologického zařízení, nutnost rozvodů a údržby. Dále jsou zde „nevýhody“, které pramení spíše z neznalosti nepoučených lidí, kdy hluk a vysušování vzduchu můžeme velice účinně eliminovat. Navíc výhody řízené vzduchotechniky jsou značné. Neustále odvádíme škodlivý vzduch a pachy, snižujeme hodnotu CO_2 , odvádíme vlhkost a to vše bez hlukového zatížení, vznikajícího otevřenými okny. Samozřejmě je zde stále možnost otevření oken. Pasivní dům se bez řízeného větrání chová stejně, jako konvenční. Pasivní domy tedy nejsou pouze výhodné kvůli úsporám energií, ale jejich vnitřní prostředí je mnohonásobně lepší, než konvenční výstavba. Ze své zkušenosti mohu říci, že klima v takovém domě je velice dobré a např. při učení člověk nepocítuje únavu vzniklou nadměrnou koncentrací „vydýchaného vzduchu“ (CO_2). [2]

2.1.8 VYTÁPĚNÍ

Nejprve považuji za vhodné upřesnit si několik specifík při vytápění pasivních domů. Měrná roční potřeba tepla na vytápění se pohybuje kolem $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ a je tak pod úrovní potřeby tepla na teplou vodu ($18 - 35 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$). Také díky kvalitní obálce a zejména kvalitním oknům (nevytváří se nám místa s výrazně nižší teplotou) nemusíme příliš řešit umístění tepelného zdroje a ani vlastní způsob vytápění.

Z ekonomického pohledu nabývají na významu investiční náklady a také fixní platby za distribuci energie. Rovněž roste podíl spotřeby energie ostatních spotřebičů a dále se tak upozadují vlastní náklady na vytápění, které již nejsou natolik významné. Tohle je dále zajímavé například u cen nájmu, kdy postrádá smysl dále účtovat náklady na vytápění zvlášť, a tak cena za nájem může být tvořena pouze pevnou sazbou (flatrate rent model). [9] Něco takového vyzkoušeli v roce 2012 v Německu, kde po rekonstrukci panelového bytu do

pasivního standardu tento systém zavedli do praxe a zkoumali jeho dopady. Například se nepotvrdila původní obava, že by stoupla spotřeba oproti bytům, které měly pořád původní způsob účtování nájem + vytápění. Nutno dodat, že v pevné ceně za nájem byl i ohřev vody (objem spotřebované vody však ne). [5]

Způsoby distribuce tepla v pasivních domech tedy jsou:

- radiátory, žebříky, panely
- podlahové topení, topení ve stěně či stropu
- teplovzdušné systémy
- konvektory

Podle zdrojů tepla rozlišujeme:

- plyn
- peletky, dřevo
- elektřina
- tepelná čerpadla:
 - vzduch – voda
 - země – voda
- kompaktní jednotka (větrání, vytápění a ohřev vody)
- fotovoltaika

3 HISTORIE, TRENDY NÍZKOENERGETICKÉ VÝSTAVBY

Energeticky efektivní výstavba se v posledních letech dostává do popředí zájmu. Už kvůli snahám o snižování dopadu na prostředí (a na to navázaným dotačním pobídkám), tak i pro jejich menší závislost na energetických společnostech a tím i úspoře, které přinášejí. Ale není nutné se na problematiku dívat jen z pohledu možných úspor. Aktuální trendy jsou dané a je dobře, že i ve stavebnictví nastává nějaký posun se zaměřením na lepší využívání zdrojů a snahám o eliminaci opravdu zbytečného plýtvání.

3.1 HISTORIE

První výzkumy spojené s výstavbou energetických úsporných domů se objevily v 70. letech postupně ve skandinávských zemích, USA a Německu. Vznikla také řada experimentálních staveb. Byly to ovšem velice rané projekty a objevovala se u nich řada problémů, například nedostatečný důraz na vzduchotěsnost, okna s nevhodnými parametry a problematická spolehlivost technologických zařízení. Vývoj však pokračoval rychle dopředu a v roce 1990 vznikla na základě konceptu navrženého profesorem Bo Adamsonem stavba, kterou můžeme považovat za první pasivní dům (i když ten úplně první byl postaven již roku 1976 v Kodani, byla to ovšem hlavně experimentální stavba). Jedná se o řadový dům se čtyřmi byty v Darmstadt Kranichstein navržený architekty Bottem, Ridderem a Westermeyerem.



Obrázek 3.1 Pasivní dům Darmstadt Kranichstein (zdroj: Passipedia)

Zajímavostí je, že u tohoto domu se hodnota roční měrné spotřeby tepla na vytápění pohybuje kolem $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ za 15 let nepřetržitého obývání, i přes tehdejší vývojovou nevyzrálou. [2] V roce 1996 vzniká Institut pasivního domu (PHI) v Darmstadtu jako organizace, která pomáhá architektům, projektantům a výrobcům. V roce 1998 vytvořili nástroj pro projektování a optimalizaci PHPP (Passive House Planning Package), ve kterém je možné vypočítat hodnoty měrné spotřeby tepla na vytápění a okamžitě sledovat, jak se tyto hodnoty mění na základě změny vlastností projektu. Tento nástroj se používá jako hodnotící podklad pro certifikaci domu dle PHI. Již v roce 1998 vznikl Evropský program CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards), který mezi lety 1991 až 2001 spolufinancoval 221 staveb v pasivním standardu v 5 evropských zemích. V Rakousku vzniká v roce 2001 sdružení IG Passivhaus Voralberg a následně vrcholová organizace IG Passivhaus Österreich, která koordinuje podnikatele činné při výstavbě

pasivních domů. Dále se v Rakousku objevuje národní projekt klimaaktiv, který propaguje pasivní bydlení. Za zmínku stojí první pasivní dům v USA, který byl postaven v roce 2003.

3.2 SOUČASNÝ TREND VÝSTAVBY V ZAHRANIČÍ

V současnosti zažívají v Evropě úsporné stavby velký rozvoj. V Rakousku a Německu je již výrazný podíl pasivních domů u novostaveb a postupně tento podíl roste i u rekonstrukcí. Každý rok dochází ke dvojnásobnému růstu výstavby. [3] Například ve Vídni minulý rok finišovala realizace první části souboru obytných budov Eurogate, čítající 740 bytů. Do roku 2019 zde má vzniknout 1600 – 2000 bytů, které budou zajišťovat bydlení až pro 5 000 lidí. Odhadované náklady 100 milionů eur z části pokryje 40 milionovým příspěvkem město Vídeň. Nejedná se ovšem o nějaké nadstandardní bydlení, pořizovací cena bytů nebude vyšší, než v jiných částech města. [6]



Obrázek 3.2 Eurogate, Vídeň (zdroj: autor)

Není to však ojedinělý projekt. V samotné Vídni se nachází jak další bytová výstavba, tak objekty kancelářské, vzdělávací, a dokonce i koleje v pasivním standardu. Za zmínku stojí stavba mrakodrapu banky Raiffeisen, jakožto nejvyšší pasivní stavba vůbec.

Již v roce 1992 začalo plánování SolarCity v Linci. Do roku 1999 se zde postavilo 1300 bytových jednotek v nízkoenergetickém standardu pro 4 000 lidí za 190 mil. euro. Jedná se o celou městskou čtvrť, obsahující obchody, školy, školky, banky a hromadnou dopravu.

V Rakousku se tedy pasivní stavby řadí k zakázkám, které navrhují renomované kanceláře. Investice v tomto sektoru se pohybují v řádech miliard korun. Jak je zřejmé z předcházejících odstavců, neexistuje projekt, který by nebyl realizovatelný v pasivním standardu. Jsou to stavby pro bydlení, vzdělávání, administrativní stavby a dokonce i kostely a věznice.

V Německu jsou běžné i rekonstrukce památkově chráněných objektů. Něco u nás naprosto nepředstavitelného vzhledem k postoji památkářů.

Severské státy mají také veliký náskok i díky nenásilnému uplatňování energetických úspor. Švédská stavební norma z roku 1975 dokonce zavádí součinitele prostupu tepla v podstatě na úrovni současných českých požadavků na nízkoenergetické domy. Ve Finsku je například používání oken s trojsklem naprostá samozřejmost. [7]

Na Slovensku se dokončuje projekt Petržalské dvory, nacházející se v Bratislavě, který má ambice na dosažení nízké energetické náročnosti. Zatím nebyla provedena zkouška

Blower-door testem a při mé návštěvě staveniště projektant vyjádřil obavy o výsledek, respektive dával si za cíl dosažení hodnoty neprůvzdušnosti pohybující se kolem 1 h^{-1} . Toto nepřiliš optimistické číslo bylo zdůvodněno nezkušeností prováděcích firem, zejména precizního provedení detailů. Je tak pěkně vidět, nakolik rozdílné prostředí panuje mezi státy, které už s tímto mají zkušenosti a mezi státy, kde taková výstavba ještě není úplně zaběhnutá (zejména u velkých projektů).

Pokud ale ještě chvíli zůstaneme u našich východních sousedů, můžeme ukázat projekt rodinného domu v Žiaru nad Hronom (dřevostavba s velkou plochou střešních fotovoltaických panelů od firmy Fordom s.r.o., realizovaná v roce 2011), který se stal prvním prokazatelně nulovým domem na Slovensku. Toto se ověřovalo v letech 2012/2013 měřením, což je jediná zatím opravdu průkazná metoda zjišťování výsledných (skutečných) parametrů stavby. Skutečnosti se sice velmi blížíme za použití nejmodernějších výpočtových programů (PHPP), avšak v praxi se ukazuje, že výsledky se mohou, někdy i značně, lišit. Z pohledu nulového domu jde hlavně o bilanční výpočty. Zde bylo naměřeno, že dům, po odečtení nákladů, vydělává ročně 757,9 €. Tomuto pomohl i fakt, že majitel získal výhodnou cenu na výkup energie, kterou má fixovanou na 15 let. [8]

3.2.1 BRUSELSKÝ TREND

V rámci této kapitoly bych se chtěl zmínit o Belgii, konkrétně o Bruselském regionu (rozloha 161 km^2 , 1,14 mil. obyvatel). Z hlediska aktuálního trendu výstavby pasivních domů se jedná pro nás o velice zajímavé téma, jelikož před zhruba 10 lety na tom byl Bruselský region podobně jako Česká republika. Následně ale přišly osvětové kampaně s ohledem na rozvoj kultury nízké spotřeby energie a vysoké kvality ovzduší s takovým výsledkem, že od 1. ledna 2015 se veškeré budovy v Bruselu staví v pasivním standardu.

Nicméně, v roce 2004 byla v Belgii stejná situace jako v ČR, nedostatek ambicí stavět energeticky úsporné domy. Následující dva roky ale proběhla řada informačních a osvětových kampaní. Avšak nejdůležitější věc spatřuji v závazku bruselské vlády od roku 2010 provádět veškerou výstavbu a rekonstrukci veřejných budov v pasivním standardu. K něčemu takovému se však nedostali ze dne na den. Již v roce 2007 byl vyhlášen program pro podporu výstavby a renovací budov s vysokými energetickými parametry, z nichž se potom staly ukázkové projekty. V letech 2007 – 2013 vláda vyhlásila další výzvy pro předložení projektů, kterých se zúčastnilo 372 žadatelů. Z nich 243 projektům byla udělena dotace v celkové výši 33 mil. eur. Byla mezi nimi i řada projektů, která dokázala, že pasivního standardu lze dosáhnout i v případě rekonstrukce.

Z hlediska výstavby nedocházelo k žádným větším zádrhelům, naopak docházelo k vývoji ve stavebních technologiích a také nákladech. Ne vše samozřejmě proběhlo hladce, objevily se potíže ohledně vnitřního klimatu v dokončených objektech. Problémy se systémy vzduchotechniky mohou vznikat na základě chybného návrhu, dimenzování, ale i např. nedostatečného poučení uživatelů či nevhodného (a neměnitelného) nastavení systému. Možnou překážku tvoří i návyky samotných uživatelů, které je nutné přizpůsobit na změnu principů v pasivních objektech. Také i zde však dochází ke kladným přínosům, které s sebou přináší řešení určitého problému ve formě zlepšování dosavadního stavu.

S ohledem na plánované evropské cíle snižování spotřeby energií, produkce CO_2 a využívání obnovitelných zdrojů bylo jasné, že závazek veřejných budov je pouze prvním krokem. V roce 2011 se objevil plán pro pouze pasivní výstavbu od roku 2015, v předstihu, protože bylo nutné připravit architekty, projektanty a developery. Následovalo vyjednávání o co

neoptimálnější formě požadavků na pasivní domy, které by umožňovaly stále velkou variabilitu designu, ovšem se zachováním původního cíle. Vznikly tak dvě možnosti, jak onoho předepsaného standardu dosáhnout. První přístup je klasický princip návrhu pasivních domů, jak jsem ho nastínil při definování základních pojmů. Druhý způsob bere v úvahu horší poměr A/V a neideální orientaci ke světovým stranám. Jedná se zde spíše o dosažení co nejlepších parametrů součinitele prostupu tepla U.

Pasivní standard v Bruselském regionu je nyní, v roce 2015, aktuální záležitost, avšak ani tam se nehodlají zastavit a připravuje se nástup staveb s nulovou spotřebou energie. Tato spotřeba by měla být pokryta energií vyrobenou na místě, nebo z obnovitelných zdrojů. Už nyní však vyvstává několik problémů, které se v silně urbanizovaném Bruselu budou muset bát v potaz. Např. způsob zisku energie v takovém prostředí představuje problém. Fotovoltaika se nedá ve větší míře uplatnit kvůli husté, vzájemně si stínící zástavbě. Dálkové vytápění nemá ekologický a ekonomický smysl a biomasa není zrovna ekologický zdroj, vzhledem k přítomnosti pevných částic při jejím spalování. Jedná se tak o výzvu do budoucna, jež však určitě není nespílitelná, jak ukázal Bruselský region s jeho rapidním rozvojem. [9]

3.2.2 NULOVÝ TREND V EVROPĚ

Kromě rodinných domů se postupně ukazují i velké projekty administrativní s ambicemi co nejlepších parametrů spotřeby. Jedna z nejzajímavějších staveb je bezesporu švédská Våla Gärd. Jedná se o kancelářskou budovu (1 777 m²) firmy Skanska nedaleko Stockholmu, která vyniká nulovou spotřebou energie, nulovým odpadem a nulovou spotřebou nebezpečných materiálů. Dosáhla tak nejvyšší certifikace LEED na hodnotě Platinum.

LEED, neboli Leadership in Energy and Enviromental Design je systém hodnocení objektů vyvinutý Americkou radou pro šetrné budovy. Nezaměřuje se přímo na snížení potřeby energie na vytápění, ale sleduje spíše ekologické dopady stavby spolu s pokrytím spotřeby vlastními zdroji. [10]

Touto certifikací dosáhla (v rámci hodnocení LEED) nejlepšího skóre v Evropě a umístila se tak na 3. místě celosvětově. Roční potřeba energie na vytápění a chlazení je 30 kWh/(m²a), tato je však pokryta z geotermálního způsobu chlazení a vytápění bez tepelné pumpy. Dále stojí za zmínku systém inteligentního osvětlení a sběr dešťové vody. V přípravě jsou i další projekty, zkušenosti ze Švédska chce Skanska uplatnit i v polské Varšavě, kde má vyrůst kancelářská budova s užitnou plochou 16 300 m² a certifikací LEED Platinum. Podobný projekt, také od firmy Skanska, se chystá i na pražském Pankráci.

V podobném duchu se dokončuje i administrativní budova Silo ve Vídni. S 12 000 m² kancelářských ploch se řadí mezi relativně velké projekty, avšak vzhledem ke kompaktnímu tvaru a dobrému poměru A/V se zde snáze dosahuje dobrých energetických parametrů. To dokazuje i velice dobrá hodnota měrné potřeby tepla na vytápění, která činí výborných 8 kWh/(m²a). Samozřejmě budova využívá fotovoltaiku a geotermální zdroje. Vnitřní klima je zajištěno řízeným větráním. Z vlastních zkušeností mohu říci, že prostředí v takové budově bude maximálně kvalitní a nepochybně bude do jisté míry pozitivně působit na pohodu zaměstnanců. Osobně jsem v roce 2014 stavbu navštívil a na první pohled není vůbec zřejmé, že se jedná o něco „více“ než konvenční výstavbu. Až později si člověk všimne různých technologických systémů zajišťujících veškeré potřebné parametry. [11]



Obrázek 3.3 Administrativní budova Silo, Vídeň (zdroj: autor)

3.3 SOUČASNÝ TREND VÝSTAVBY V ČESKÉ REPUBLICE

Je naprosto patrné, že v porovnání se zahraničím má Česká republika opravdu co dohánět. Teprve v roce 2000 začala osvětu kolem nízkoenergetických staveb zajišťovat Nadace Veronica. V roce 2005 vzniká organizace Centrum pasivního domu se sídlem v Brně. Tato zajišťuje poradenství a školení, spolupracuje s experty ve stavebnictví.

První pasivní dům certifikovaný PHI (doloženo výpočtem v PHPP, jedná se tedy o pasivní dům posuzovaný nejpřísnější metodikou) v České republice byl postaven teprve nedávno, v roce 2010 a nachází se v obci Jenišov. Na svědomí ho má firma Kalksandstein CZ s.r.o. (konstrukce ze 175 mm vápenopískových tvárnic s 32 cm EPS) a jen samotná certifikace trvala dalších 8 měsíců.



Obrázek 3.4 Pasivní dům Jenišov (zdroj: Kalksandstein CZ s.r.o.)

Dosažené předpokládané náklady na vytápění, ohřev TUV, větrání a provoz domácích elektrospotřebičů vč. svícení jsou 11 000,- Kč/rok (cenová úroveň z roku 2009). Náklady na výstavbu byly 5 200,- Kč/m³ obestavěného prostoru (vč. DPH). [12]

Ještě dříve, již v roce 2007 vzniká první velký projekt, a to obytný soubor pasivních domů (ovšem dle metodiky výpočtů ČSN, která není tak přísná jako PHPP používaná PHI) v obci Koberovy. Jedná se o 12 obytných domů a jedno školicí středisko. Konstrukčně se jedná o dřevěný skelet od společnosti Atrea s.r.o. Náklady na výstavbu byly 5 070,- Kč/m³ obestavěného prostoru (cenová úroveň 2007). [13]



Obrázek 3.5 Pasivní domy koberovy (zdroj: Materiály pro stavbu)

Nezůstává u nás však pouze u rodinných domů. Současné trendy velí dalšímu rozvoji nízkoenergetické (pasivní) výstavby, a tak už i v České republice začaly vznikat ostatní typy objektů v pasivním standardu. Žel je toho zatím velmi málo a srovnání se zahraničím (zvláště Rakouskem a Německem) pro nás vyznívá velice špatně. Alespoň nějaký začátek, dalo by se říci.

První pasivní veřejná budova v ČR byla postavena v roce 2006, jedná se o Centrum Veronika v Hostětíně. Stavbu zadala Nadace Veronica, která zde pořádá semináře a školení. Návrhu se ujal rakouský architekt George W. Reinberg a realizace se zhostila firma Skanska CZ a.s. Konstrukčně se jedná o betonové a cihelné nosné zdi izolované 28 cm minerální vaty resp. 40 cm slámy. Investiční náklady byly 2,3 milionu Kč. Na spolufinancování se podílel Společný regionální operační program (13,2 mil. Kč), Státní fond životního prostředí (5,4 mil. Kč), stát (1,65 mil. Kč) a zbytek byl financován vlastními zdroji s pomocí darů. Podle propočtů byly náklady pouze o 7 % vyšší, než v případě použití konvenční výstavby (s násobně horší potřebou energií). Cena byla 32 000 Kč/m². Dle měření v prvním roce provozu byla dosažena reálná hodnota potřeby tepla na vytápění 16,5 kWh/(m²a). [14]

První pasivní administrativní (komerční) budova v České republice vyrostla v roce 2011 v Ostravě. Je jí sídlo firmy INTOZA s.r.o. Konstrukcí se jedná o ŽB skelet s vyzdívkou ze 175 mm vápenopískových tvárníc v kombinaci s 25 cm EPS Greywall. Výpočet zde byl proveden programem PHPP. Náklady na výstavbu činily 5 100,- Kč/m³ (bez DPH, cenová úroveň 2011). [15]



Obrázek 3.6 Pasivní administrativní budova INTOZA (zdroj: Intoza s.r.o.)

Jako další druhy výstavby se u nás začínají objevovat vzdělávací zařízení. V září 2013 byla uvedena do provozu pasivní školka v Praze – Silvenci. Autorem projektu je akad. arch. Aleš Brotánek, který je jedním z průkopníků pasivní výstavby u nás. U této stavby je zajímavé, že se autoři museli potýkat s nepochopením ze strany veřejnosti. Bylo nutná osvěta a diplomatické vyjednávání spojené s bořením předsudků, jež dokazuje stále velikou neznalost problematiky pasivních domů mezi lidmi. Navíc po dokončení se prokázalo mnohem lepší vnitřní prostředí spojené s výhodami řízeného větrání spínaného i podle množství CO_2 (věc nevídaná v konvenčních školkách). Hodnota koncentrace CO_2 naměřená před rekonstrukcí byla už po 20 minutách mimo schopnosti měřicího zařízení, to dokazuje nevhodné podmínky stávajících objektů (nejen školek, ale obecně jakýchkoliv objektů konvenční výstavby) v kontrastu s kvalitním vnitřním prostředím pasivních budov s řízeným větráním, viz kap. 3.1.7.

Pro zajímavost mohu dodat, že při své návštěvě pasivní školky v rakouském Wellsu mi bylo ředitelkou řečeno, že pozorují i dlouhodobý trend snížené nemocnosti dětí oproti dřívější běžné stavbě. Konstrukčně se jedná o dřevostavbu tvořenou lepenými dřevěnými I – nosníky. Mezery jsou vyplněny foukanou celulózou. Roční měrná potřeba tepla by dle výpočtů v PHPP neměla přesáhnout $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Celková cena školky byla 59,6 mil. Kč. Roční náklady na vytápění činí cca 16 000 Kč, jedná se tak o desetinný náklad v porovnání s běžnými objekty. [9]

Také pasivní škola už stojí v ČR, v září 2014 byla otevřena ZUŠ Holice. Stavbu navrhl ing. arch. Dalibor Borák z brněnské stavební firmy Dobrý Dům s.r.o. Při návrhu se mimo jiné dbalo také na použití materiálů s co nejnižší vestavěnou energií, tzn. materiály, při jejichž výrobě se spotřebovává nejméně zdrojů. Konstrukčně se jedná o stavbu z keramických tvárnic založenou na pěnoscle a zaizolovanou 36 cm izolace. Celkové náklady stavby dosáhly částky 52 mil. Kč. Jedna z mnoha výhod pasivní školy je ve vnitřním prostředí. Jak už bylo zmíněno u školky, díky řízenému větrání nedochází k takovým koncentracím CO_2 , což má v prostředí školy velice pozitivní dopad na celkovou pohodu. Ze zkušeností z Rakouska a Německa bylo dokázáno, že ve škole se vzduchotechnikou nedochází k pocitu ospalosti a únavy v porovnání s klasickou školou. Není tak nutné otevírání oken např. v zimním období, způsobující další tepelné ztráty objektu. [16]

Naposledy, v říjnu 2014, se dokončila výstavba bytového domu KOTI Hyacint v Praze Modřanech, prvního v ČR s certifikací Centra pasivního domu. Za stavbou stojí developerská firma YIT Stavo s.r.o., dodávku zajistila firma Průmstav a.s. Jedná se o 5 patrový bytový dům s 27 byty. Konstrukci pláště je železobetonový skelet s výplňovým porobetoným zdívem. Zateplení tvoří 24 cm šedého polystyrenu a 26 cm minerální vaty. [18] Celkové náklady na výstavbu nejsou známe, podle investora však vícenáklady pasivní stavby netvořily více než 5 % v porovnání s konvenční stavbou. Mezi tyto náklady se zařadily technologie (rekuperační jednotka, jednotka vzduchotechniky a solární panely) a zvýšené nároky na obálku budovy (tepelná izolace, okna, materiál). Naopak náklady na certifikaci se ukázaly jako zanedbatelné.

U projektu bytového domu ještě zůstaneme, dají se zde ukázat a porovnat některé ekonomické aspekty. Prodejní ceny se pohybují od 2,1 mil. Kč za nejmenší, po 6,3 mil. Kč za ty největší byty (které jsou už všechny prodané). Podobné byty pouze v nízkoenergetickém standardu se prodávají v rozpětí od 1,6 mil. Kč po 8,1 mil. Kč. Uvedené ceny jsou vč. DPH a garáží. Následuje zajímavé porovnání nákladů mezi pasivním bytem (PENB A), bytem ohodnoceným PENB C a panelákovým bytem z 80. let:

Tabulka 3.1 Srovnání nákladů bytů (zdroj: energeticky soběstačné budovy)

Dílčí spotřeba	Pasivní dům (KOTI Hyacint) [Kč/rok s DPH]	Novostavba PENB C [Kč/rok s DPH]	Panelový dům z 80. let [Kč/rok s DPH]
Vytápění	2 783 Kč	18 024 Kč	27 400 Kč
Příprava TV	3 447 Kč	6 259 Kč	5 782 Kč
Stálá platba za elektřinu	2 210 Kč	2 210 Kč	2 210 Kč
Pomocné energie	1 155 Kč	0 Kč	0 Kč
Spotřebiče	6 923 Kč	6 923 Kč	6 923 Kč
Osvětlení	1 061 Kč	1 615 Kč	2 077 Kč
Údržba a servis	1 246 Kč	166 Kč	166 Kč
Celkem/byt 70 m²	18 800 Kč	34 200 Kč	44 600 Kč
Měsíční náklady	1 567 Kč	2 850 Kč	3 717 Kč

Stejně jako v případě školky se i zde setkal investor s nedostatečnou informovaností a důvěrou u veřejnosti. O dalším podobném projektu firma bude uvažovat až po zhodnocení celého projektu a obchodních výsledků. [9]

Podle údajů CPD z léta 2014 stojí v České republice již 1 200 pasivních domů (což je sice naprostý zlomek v porovnání s 80 000 stavebními povoleními ročně, evidovaných ČSÚ). Je zde patrný růst, kdy se tento počet od roku 2010 zvýšil čtyřikrát. Nicméně se jedná v drtivé většině o RD. Nutno také podotknout, že neexistuje jednoznačně definovaný pojem „pasivní dům“. Praxe ukazuje, že např. mezi certifikací dle PHI a naproti tomu TNI je obrovský rozdíl, i když se oba objekty, splňující tyto normy, mohou nazývat pasivní (více v praktické části, kap. 7.).

4 LEGISLATIVA, DOTACE ÚSPORNÉ VÝSTAVBY

Nejprve si musíme nastínit hlavní cíle evropské a státní koncepce, abychom mohli pokračovat v konkrétních ukázkách a promítnutí do legislativy.

Postoj Evropské unie ke snižování spotřeby je zřejmý. Dochází ke snahám o snížení podílu neobnovitelných energetických zdrojů, využívání těch obnovitelných a hlavně úspory energií. Nemusíme to brát ani z pohledu ekologického, kde jsou pořád sporné dohady o dopadech člověka na klima, nebo o prozatímní dostatečnosti neobnovitelných zdrojů energie. Pohled ekonomický nám totiž jasně říká, že snižování spotřeby budov opravdu má smysl, aniž by u toho byla nějaká negativa.

4.1 EVROPSKÁ SMĚRNICE EPBD II

Při nezanedbatelné spotřebě v sektoru architektury (viz. Úvod) a možnosti značných úspor, v tomto sektoru, se v roce 2010 zrodila evropská směrnice EPBD II (Energy Performance of Buildings Directive). Navazuje na její první část z roku 2002, tou se však zde zaobírat nebudu, protože se domnívám, že její druhé provedení je v současnosti důležitější i co se týče transpozice do české legislativy. Hlavním cílem směrnice EPBD II je snížení spotřeby primárních energetických zdrojů na minimum a zbytek spotřeby pokrýt obnovitelnými zdroji. Směrnice stanovuje základní principy a požadavky na snižování energií, implementace takových požadavků je však na samotných členských státech. V budovách se nachází velký potenciál úspor (jejich spotřeba se dle EPBD II podílí 40 % na celkové spotřebě energie). Základními požadavky směrnice jsou:

- vytvořit společný postup výpočtu energetické náročnosti budov
- legislativně prosadit minimální požadavky pro budovy
- zvýšit počty budov s co nejnížší spotřebou energie
- zajistit energetické certifikaci budov, např. pomocí štítků a průkazů
- pravidelná kontrola technických zařízení budov
- ustavit nezávislé kontroly certifikačních postupů

Velké ambice směrnice dokazuje fakt, že od roku 2021 by měly být veškeré nové budovy „nulové“, nebo se tomu alespoň velmi blížit. Od roku 2019 by všechny nové budovy, financované z veřejných peněz, měly také dosahovat tohoto standardu. [11] Něčeho takového dosáhnout v tak malém časovém rámci je v našich podmínkách naprosto nepředstavitelné, avšak v zahraničí (a některé projekty jsem v práci i popsal) se to leckde i daří.

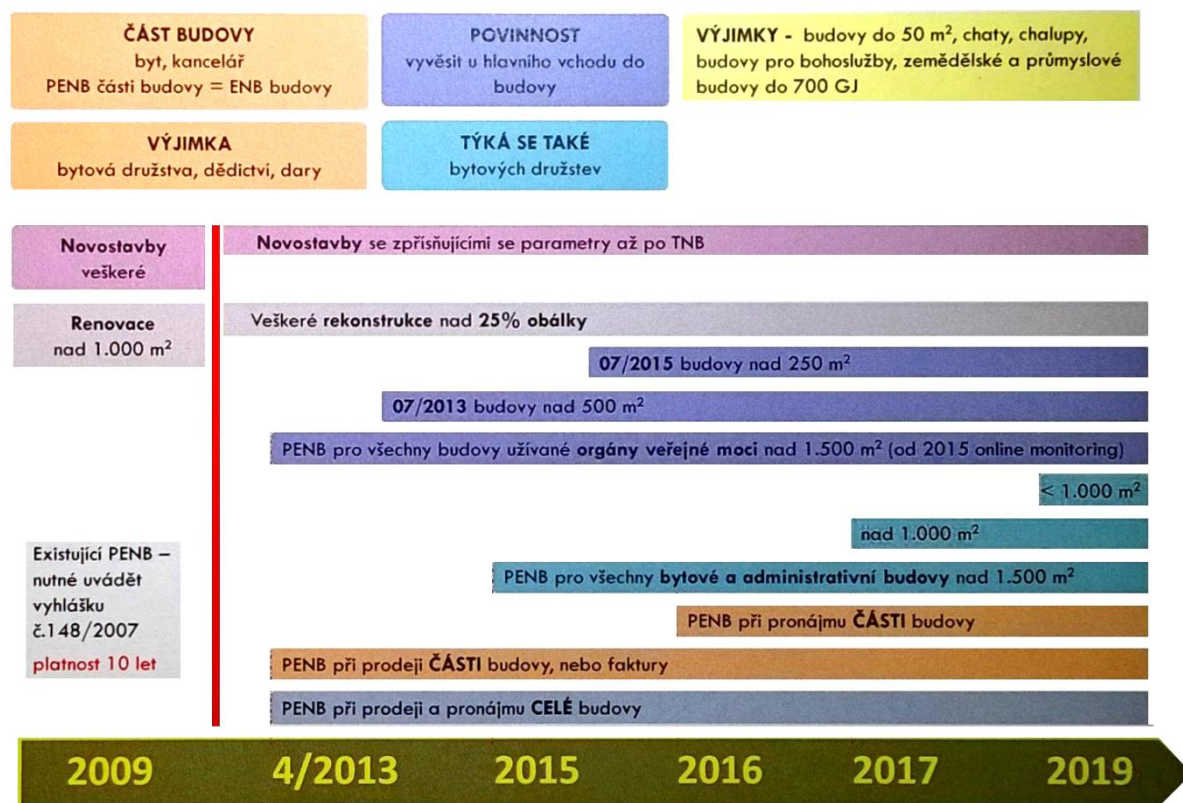
4.1.1 TRANSPOZICE EPBD II DO ČESKÉ LEGISLATIVY

Česká republika zapracovala směrnici do svých legislativních norem tímto způsobem:

- Zákon č. 318/2012 Sb., o hospodaření energií
- Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov
- Technická normalizační informace, TNI 73 0331 o energetické náročnosti budov

Vyhláška č. 78/2013 Sb. zavádí plošnou povinnost tvorby průkazu energetické náročnosti budovy (PENB). Mezi tyto ukazatele patří celková primární, celková neobnovitelná a celková dodaná energie za rok. Dále průkaz obsahuje rozepsané energie dodané pro

jednotlivé systémy technického zařízení budovy (spolu s jejich účinností) a různé součinitele prostupů tepla. [9] Postupné zavádění povinnosti PENB ukazuje následující schéma:



Obrázek 4.1 Postupné plošné zavádění povinností PENB (zdroj: Kateřina Závodníková, Isover, CPD)

Na schématu vidíme postupné zavádění PENB do praxe pro různé typy objektů. Nejbližší datum je 1. 7. 2015, kdy bude tato povinnost zavedena pro budovy nad 250 m².

„Dalším úkolem, plynoucím z dokumentu (ENPB II), bylo stanovit srovnatelnou metodu pro výpočet nákladově optimální varianty opatření vedoucí k energeticky efektivnímu opatření. V originálním znění „cost optimum“ je ve směrnici vyloženo jako dosažení nákladově optimální rovnováhy mezi investicemi a náklady na energii uspořené během životního cyklu budovy. V České republice zodpovídá za výpočty nákladově optimální úrovně Hospodářská komora, která dospěla k závěru, že nákladově optimální jsou v případě konstrukcí obálky budovy doporučené hodnoty normou ČSN 73 0540-2 (2011).“ [17]

4.2 DOTAČNÍ PROGRAMY V ČR

Další promítnutí evropské směrnice ENPB II do prostředí České republiky se odehrává skrz dotace. V současnosti u nás proběhly již 3 programy (Zelená úsporám, Nová zelená úsporám 2013 a Nová zelená úsporám). Hlavně tyto programy tak tvoří nástroj Evropské unie na snížení produkce CO₂, snížení spotřeby energie a využívání obnovitelných zdrojů.

Množí se hlasy, že dotace potřebné nejsou a pokud má mít určitý projekt smysl, měl by být realizovatelný i bez dotace. To je samozřejmě pravda, avšak je důležité se zamýšlet i nad

multiplikačními efekty, které plynou z pobídnutí investora k výstavbě objektu s nízkou spotřebou energie. Dále musíme počítat s vlivem externalit, kdy (podle studie Centra pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy) uhelné elektrárny představují škodu ročně ve výši 51 mld. Kč. Tyto jsou tak nižší, než náklady na obnovitelné zdroje energie, které činí 40 mld. Kč. Navíc dotace na obnovitelné zdroje bude vyplácena pouze prvních 20 let, zatímco skryté náklady na uhelné zdroje zde budou neustále. [18]

4.2.1 ZELENÁ ÚSPORÁM

Prvním programem v České republice, vyhlášeným Ministerstvem životního prostředí byla v roce 2009 Zelená úsporám. Původní doba trvání programu byla 4 roky, tj. do konce roku 2012, avšak neustále dochází k obnovování programu, jak se daří nacházet další prostředky (prodej emisních povolenek je stále hlavní součástí). Hlavním cílem programu se stalo snižování CO₂ dle směrnic Evropské unie. Prvotní financování programu bylo provedeno prodejem emisních povolenek v celkové hodnotě 20,5 miliardy korun a státními zdroji, které tvořily 1,5 miliardy korun. Okruhy dotačního programu byly původně nastaveny následujícím způsobem:

- Oblast podpory A – úspora energie na vytápění
- Oblast podpory B – výstavba v pasivním standardu
- Oblast podpory C – využívání obnovitelných zdrojů pro vytápění a přípravu teplé vody

Oblasti podpory byly rodinné domy, bytové domy a domy veřejného sektoru. Nicméně toto se také mění podle aktuálně vypsane pobídky k žádostem.

V rámci oblasti A byly ustanoveny dvě podoblasti. První byla zaměřena na celkové zateplení stavby, kdy u rodinných domů musela být snížena spotřeba energie na nejvýše 70 kWh/(m²a) a u bytových domů na 55 kWh/(m²a). Zároveň muselo dojít ke snížení spotřeby energie alespoň o 40 %. O tuto podporu mohli žádat majitelé rodinných a bytových domů. Druhá podoblast se týká dílčího zateplení, kdy muselo dojít k úspoře alespoň 20 %. Pro úspory nad 30 % byla přiznána vyšší částka. Tuto oblast mohli využít majitelé rodinných domů a nepochybně bytů.

V oblasti B byla dotována výstavba rodinných a bytových domů v pasivním standardu. Podmínkou bylo dosažení měrné spotřeby tepla alespoň 20 kWh/(m²a) u rodinných a 15 kWh/(m²a) u bytových domů. Aktuální nejvyšší možná hodnota dotace pro realizaci objektu v této oblasti je až 585 000 Kč.

Oblastí C byla dotována výměna neekologického zdroje vytápění (kapalná a tuhá fosilní paliva, elektřina) za zdroje na biomasu a za tepelná čerpadla.

V roce 2013 dochází k pokračování programu Zelená úsporám (Nová zelená úsporám). Bylo připraveno 1,9 mld. Kč, která se měla vyčerpat do konce roku 2013. Oblasti podpory zůstaly stejné, avšak o podporu mohli žádat pouze vlastníci rodinných domů.

Aktuální parametry Nové zelené úsporám

Další kolo programu proběhlo v roce 2014. Pro rok 2015 je aktuálně schváleno nové kolo, které je určeno pro rodinné a bytové domy. Celkový alokovaný objem finančních prostředků je 600 mil. Kč. Přijímání žádostí o dotace začalo 15. května 2015 a skončí 31. října 2015. Oblasti podpory jsou pro RD nastaveny obdobně, jako v minulých letech, a sice:

- Oblast podpory A – snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů
- Oblast podpory B – výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností
- Oblast podpory C – efektivní využití zdrojů energie

Nyní si ukážeme aktuální znění dotačních parametrů (*ke květnu 2015*)

U oblasti A se jedná o dotace na zateplení obálky budovy zajištěné výměnou oken a dveří, zateplením obvodových stěn, střechy, stropu a podlahy. Jsou podporována i dílčí opatření. Hodnotí se výsledky, není řečeno, co všechno má být obsahem realizace. Podle výsledků jsou vypočteny hodnoty dotací, které jsou poskytovány podle skutečně realizovaných konstrukcí. Jsou tedy stanoveny v Kč/m². U všech tří podoblastí je možné využít dotace na zpracování odborného posudku.

V rámci dotace B je dotována výstavba nových rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností. Možná je i změna dokončené budovy za určitých okolností. Dotace jsou opět vypočítány dle dosažených hodnot a pohybuje se od 350 tis. Kč za dům s velmi nízkou energetickou náročností až po 500 tis. Kč za dům s velmi nízkou energetickou náročností s důrazem na použití obnovitelných zdrojů energie. Dotace je omezena na 50 % řádně doložených způsobilých výdajů.

Podoblast C se zaměřuje na efektivní využívání energie, tedy na výměnu neekologického zdroje tepla za efektivní ekologicky šetrné zdroje, dále na tepelné čerpadlo, instalaci solárních termických systémů a na instalaci systémů nuceného větrání s rekuperací. Maximální výše dotace je dána fixní částkou a je omezena na 50 % řádně doložených způsobilých výdajů. Zajímavostí je, že v moravskoslezském a ústeckém kraji je dotace zvýšena o 10 %. [19], [20], [21]

4.2.2 PANEL 2013+, JESSICA, PROGRAM 150

Jedná se o programy, které umožňují čerpání nízkoúročeného úvěru za daných podmínek. Tyto zajišťuje Státní fond rozvoje bydlení.

U programu Panel 2013+ se jedná o nízkoúročený úvěr pro všechny vlastníky bytových domů (cihlových i panelových). Tento úvěr je možno čerpat až do výše 90 % započitatelných nákladů. Parametry úvěru jsou:

- 0,75 % p.a. do 10 let
- 1,75 % p.a. 10 – 20 let
- 2,75 % p.a. 20 – 20 let

Jedná se o referenční sazby Evropské unie, avšak s minimální hodnotou 0,75 % p.a. pro delší dobu splácení se připočítává 1 % p.a. resp. 2 % p.a. (referenční sazba EU je pro rok 2015 0,52 % p.a.). Oblast podpory je široká, spadají do ní veškeré opravy bytových domů (rekonstrukce bytových jader, opravy spodní stavby, statické poruchy, opravy balkonů a lodžii), ale také zateplení fasády a modernizace, popřípadě výměna TZB (instalace panelů, příprava teplé užitkové vody, vybavení kotlen). Úvěr je také možno použít na projektovou dokumentaci (vč. vypracování PENB). V roce 2014 bylo přijato 216 žádostí za cca 842 mil. Kč (zatím uzavřeno 181 smluv za 631,8 mil. Kč). Rozpočet pro rok 2015 je na hodnotě 600 mil. Kč.

Program JESSICA (Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas) je pilotně otevřen pro vlastníky bytových domů ve znevýhodněných lokalitách (jde o území,

kde žijí sociálně slabší obyvatelé, nebo území se špatnou kvalitou života). Opět se jedná o nízkoúročené úvěry, které je možné čerpat do výše 90 % započitatelných nákladů. Minimální úvěr činí 1 mil. Kč a maximální 120 mil. Kč. Parametry programu JESSICA jsou podobné, jako u Panelu 2013+, avšak sazby jsou přímo odvozeny od referenčních sazeb Evropské unie. Vypadají tedy takto (s aktuální referenční sazbou):

- 0,52 % p.a. do 10 let
- 1,52 % p.a. 10 – 20 let
- 2,52 % p.a. 20 – 20 let

Pro ukázkou jsem provedl srovnání s běžnou komerční hypotékou, výše hypotéky 1 mil. Kč s trváním 10 let:

Tabulka 4.1 Srovnání úvěru poskytovaného SFRB s komerční hypotékou (zdroj: SFRB, fincentrum)

	JESSICA	komerční hypotéka
úrok	0,52 %	2,34 % (hypindex)
pravidelná měs. splátka	8 553,68 Kč	9 354,41 Kč
celkem zapláceno	1026 441,93 Kč	1 122 529,09 Kč
zaplacené úroky	26 441,93 Kč	122 529,09 Kč

Aktuálně je schváleno 119 smluv za 428,7 mil. Kč. Rozpočet programu je zatím 550 mil. Kč.

Posledním program SFRB je Program 150, ten umožňuje poskytnutí úvěru až 150 tis. Kč lidem do 36 let na opravu nebo modernizaci domu či bytu. Doba splácení je 10 let, úrok 2 % p.a. Zatím bylo v programu uzavřeno 323 smluv za 47,3 mil. Kč. Rozpočet pro rok 2015 je 100 mil. Kč

Primárním účelem těchto programů není přímo snižování energie, nicméně lze s jejich pomocí financovat náklady spojené se zateplováním, výměnu TZB atp. A například u bytových domů se tohoto nejčastěji využívalo. [22]

4.2.3 ALFA, EPSILON

Jako poslední zmiňuji programy Technologické agentury České republiky. Jedná se o stávající program Alfa a navazující Epsilon. Program Alfa je zaměřen na hledání „chytrých řešení“ v oblasti progresivních technologií a materiálů, s důrazem na ochranu životního prostředí a udržitelnost dopravy. Chystaný program Epsilon má podporovat průmyslové aplikace s využitím nových technologií a materiálů. [23]

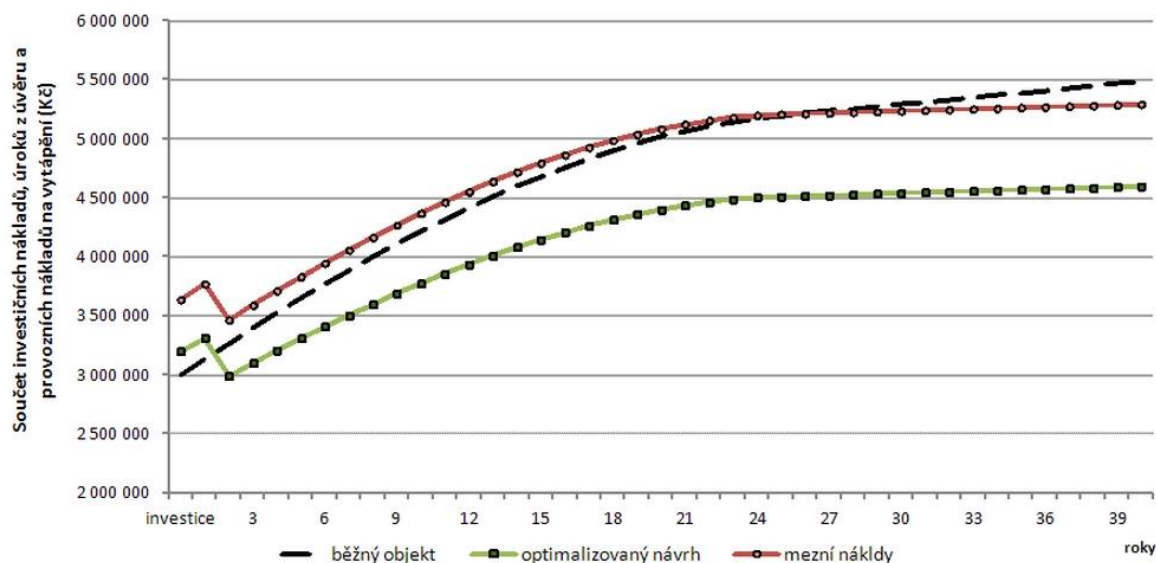
5 OPTIMALIZACE NÍZKOENERGETICKÝCH STAVEB

Touto kapitolou chci navázat jak na základní pojmy, tak i na současné trendy výstavby, ke kterým zde přidám i ekonomickou stránku, jako jeden z hlavních ukazatelů, zda má vůbec projekt energeticky úsporného objektu smysl. Jak jsem už uvedl v kapitole 2.1, samotná volba koncepce objektu je sama o sobě hlavním ukazatelem toho, jaké parametry bude mít budoucí dům.

Optimalizaci považuji za stěžejní bod výstavby nízkoenergetického objektu. Její absence může vést ke zhoršeným parametrům stavby. Reálná návratnost investice na výstavbu úsporného domu je tak mnohem delší, protože podstatná část optimalizací má nízké, dokonce i nulové náklady. Reálné zkušenosti hovoří o číslech 5 – 8 %, za předpokladu čerpání dotací je mezní hranice vícenákladů dokonce až 20 %. I tato hodnota je ekonomicky odůvodnitelná s ohledem na návratnost vícenákladů. To můžeme vidět na následujících propočtech, které předpokládají základní investici do objektu ve výši 3 mil Kč, který budeme dále optimalizovat. Hypoteční úvěr je nastaven na 25 let s úrokovou sazbou 4 %. Úspora na vytápění (zemní plyn) je pro první rok vyčíslena na 11 800 Kč, v dalších letech předpokládáme 4% nárůst ceny energií. Také využijeme dotačního programu Zelená úsporám, s podoblastí podpory B.1 na částku 435 tis. Kč. Tato úroveň nevyžaduje instalaci obnovitelných zdrojů energie v porovnání s podoblastí B.2, která instalaci obnovitelných zdrojů předpokládá, dotace v této oblasti by byla 585 tis. Kč.

Tabulka 5.1 Porovnání mezních vícenákladů výstavby energeticky úsporného domu (zdroj: TZB – info)

parametr	běžný objekt	objekt na úrovni podpory B.1	
		optimalizovaný návrh	mezní vícenáklady
investiční náklady	3 000 000 Kč	3 200 000 Kč	3 640 000 Kč
procentuální navýšení investičních nákladů oproti běžnému objektu	-	6,7 %	21,3 %
dotace	-	435 000 Kč	435 000 Kč
úroková míra (konstantní)	4 %	4 %	4 %
celková splátka úvěru za 25 let po odečtení dotace	4 750 000 Kč	4 378 000 Kč	5 075 000 Kč
úspora splátky úvěru oproti běžnému objektu	-	372 000 Kč	-325 000 Kč
úspora provozních nákladů za 25 let	-	325 000 Kč	325 000 Kč
celkový benefit na konci splátkového období vč. úspor provozních nákladů	-	697 000 Kč	0 Kč



Obrázek 5.1 Růst investičních nákladů, úroků a provozních nákladů (zdroj: TZB – info)

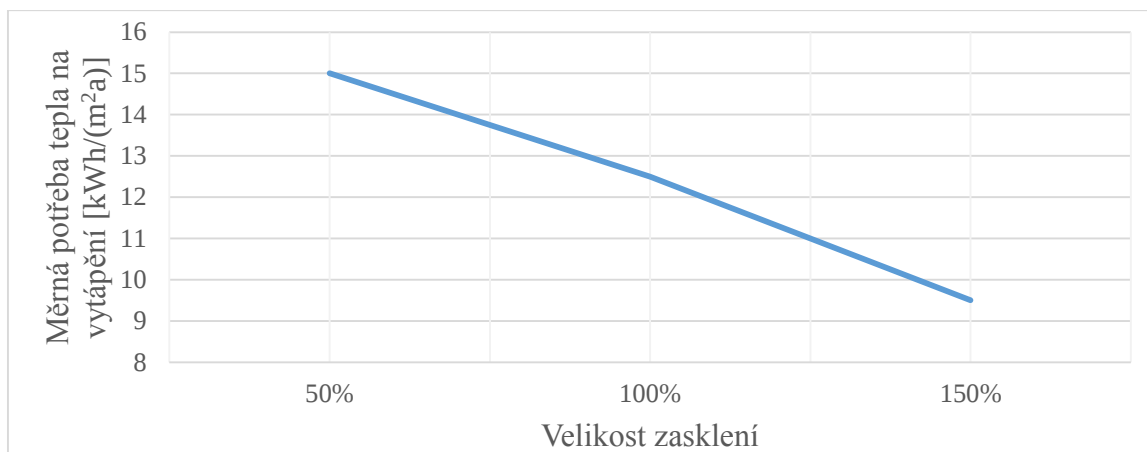
Na základě výpočtů vidíme, že po 25 letech splacení hypotéky bude objekt generovat úsporu (při mezní hodnotě vícenákladů). U běžné hodnoty vícenákladů již při splacení hypotéky bude úspora 697 000 Kč, po 40 letech tato částka dosáhne hodnoty 890 000 Kč. [24]

5.1 TEORETICKÁ UKÁZKA OPTIMALIZACE

Z diplomové práce Ing. Šrubařové – Pochmanové na téma „výpočtových modelů hodnocení pasivních domů v podmínkách ČR“ použiji studii malého kompaktního rodinného domu, na kterém, kromě již zjištěných technických parametrů, provedu výpočty ekonomického charakteru, abych ukázal provázání se technickými změnami v různých situacích. Tuto práci jsem si vybral z důvodu kvalitního zpracování po stránce technického řešení. Těžko bych vlastními silami namodeloval pasivní dům při splnění veškerých podmínek. Vzhledem k tomu, že se zaměřuji spíše na ekonomické aspekty, mohly by vzniknout již ve fázi modelování některé chyby, které by zbytečně zkreslily mnou vypočítané parametry.

5.1.1 ZMĚNA VELIKOSTI ZASKLENÍ

Jak jsem již popisoval v kapitole 2.1.5, změna velikosti výplní otvorů je velice častý způsob optimalizace v návaznosti na ekonomické úspory (při zohlednění solárních zisků samozřejmě). Zde si ukážeme, jak se tyto změny projevují, konkrétně na jižní fasádě.



Obrázek 5.2 Závislost změny velikosti oken na spotřebě energie (zdroj: Ing. Šrubářová – Pochmanová, upraveno)

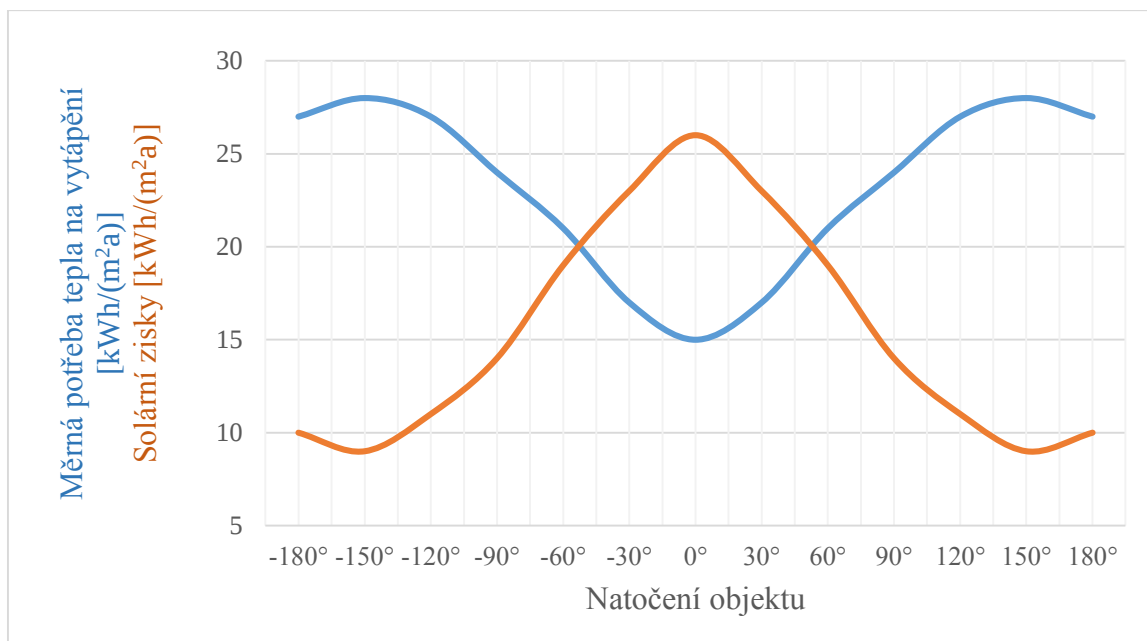
Vidíme, že potřeba energie je zhruba o čtvrtinu menší v porovnání s výchozím stavem. Ekonomický dopad takovéto změny je tak při ploše zasklení fasády 15 m^2 a ceně zasklení 5000 Kč/m^2 následující:

- prosté materiálové vícenáklady na zasklení jižní fasády činí $37\,500 \text{ Kč}$, pokud od této částky odečteme „ušpořené“ zdivo (3000 Kč/m^2), vyjdou nám vícenáklady pro větší zasklení $15\,000 \text{ Kč}$.
- dle PHPP je roční úspora energie $3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, to při ceně $2,3 \text{ Kč/kWh}$ a výpočtové ploše objektu 100 m^2 činí 690 Kč .

Tuto částku můžeme pro malý kompaktní RD považovat za relativně zanedbatelnou, jak z pohledu potenciálních „úspor“, tak i z pohledu opačného, kdy si například přejeme více či méně prosklenou fasádu. Samozřejmě z dlouhodobého hlediska už by takové porovnání mohlo být zajímavější, kdy např. za 30 let provozu (bez uvažování rostoucích cen energií) by úspora na vytápění činila $20\,700 \text{ Kč}$ ($5\,700 \text{ Kč}$ se započítáním vícenákladů pro větší plochu zasklení). Situace by opět byla jiná u velkých (administrativních) objektů, kdy např. u již zmíněného objektu INTOZA v kap. 2.1.5 docházelo spíše k optimalizaci na opačnou stranu, z důvodu přehřívání objektu v létě, při již však značné ploše fasády.

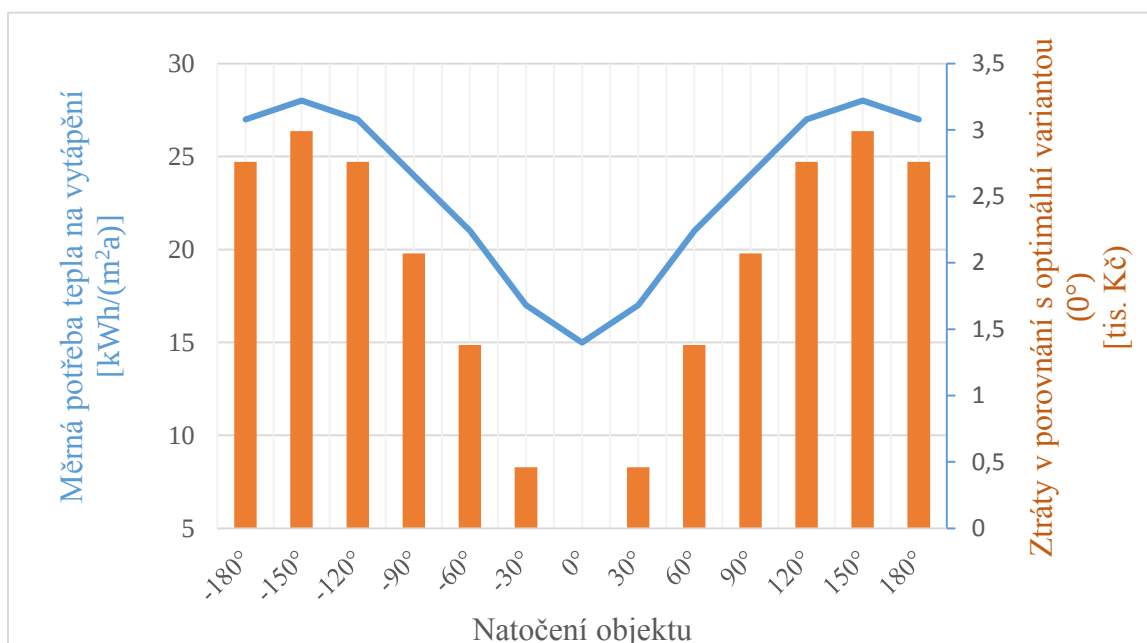
5.1.2 ZMĚNA ORIENTACE OBJEKTU

Snad nejzásadnější změna nastává, pokud máme nevhodně natočený pozemek. Zde dle výpočtů Ing. Šrubářové – Pochmanové vychází najevo potřeba solárních zisků objektu. Opatření korigující nevhodné natočení (180°) jsou už v podstatě mimo možnosti. Jednalo by se o přidání neúměrného množství izolace na to, aby objekt měl nějakou ekonomickou efektivitu.



Obrázek 5.3 Závislost změny natočení na spotřebě energie (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno)

Na grafu vidíme vysokou citlivost takového malého objektu na orientaci vůči světovým stranám, pro ukázkou ještě přidávám graf, kde ukazují citlivost změny ve finančním ohodnocení spotřeby energie:

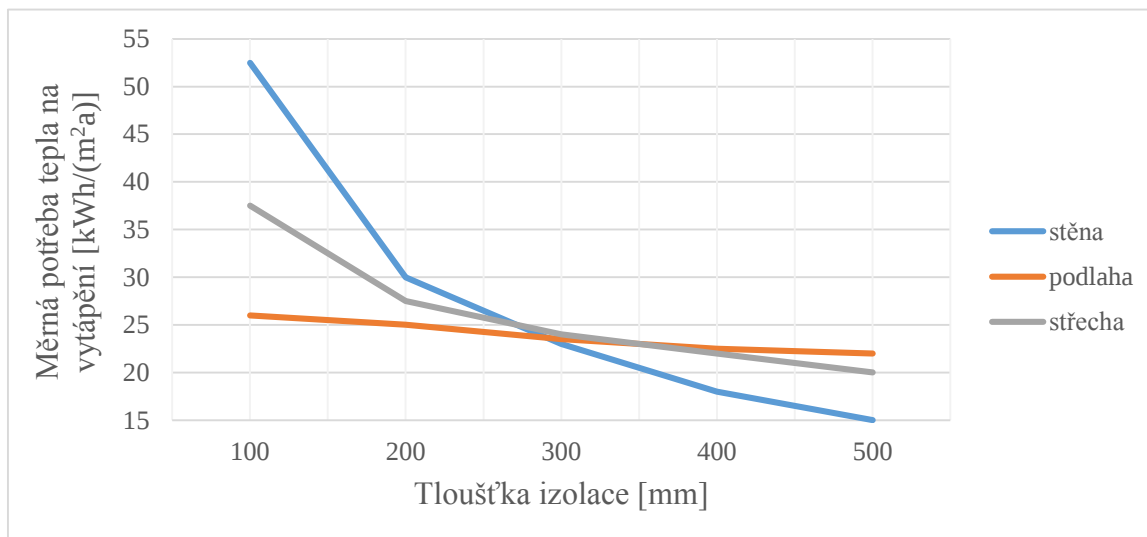


Obrázek 5.4 Závislost změny natočení na nákladech vytápění (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno)

Ruku v ruce jde, jak vidíme, i ekonomika spojená se změnou orientace. Při nevýhodné orientaci činí roční rozdíl oproti optimální variantě bezmála 3 tis. Kč. Je evidentní, že volba pozemku a orientace objektu je extrémně důležitá při návrhu stavby!

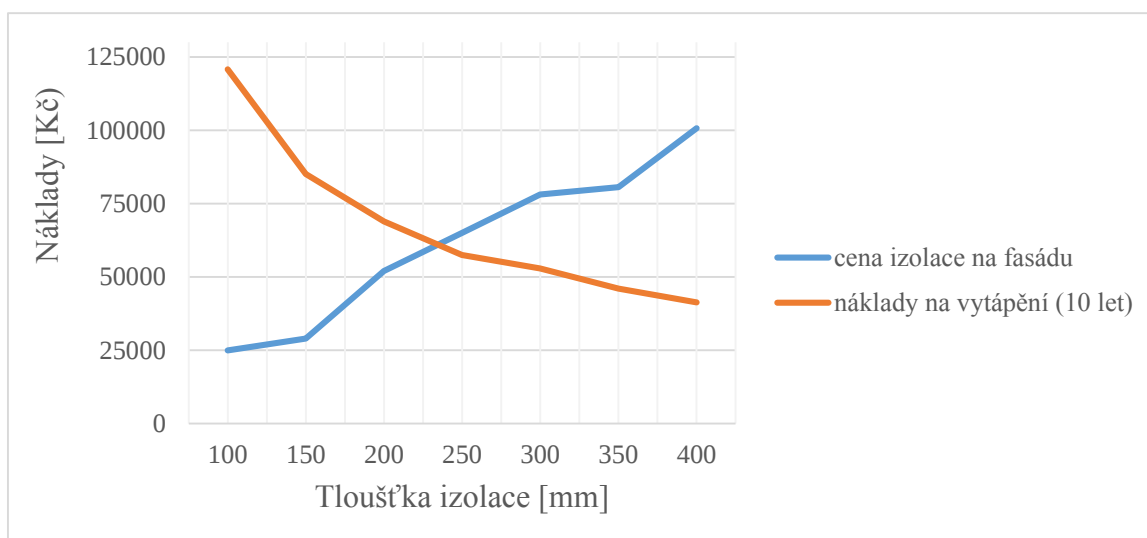
5.1.3 ZMĚNA TLOUŠŤKY IZOLACE

Dále si ukážeme, jaký vliv má pouhá změna tloušťky izolace na ekonomiku objektu. Předpokládejme objekt zateplený 200 mm izolace EPS.



Obrázek 5.5 Závislost změny tloušťky izolace na spotřebě energie (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno)

Je zjevné, že izolace má svůj vliv, ale od určité tloušťky již klesá účinnost dalšího zateplování, převládají zde totiž vlivy jiné, např. tepelné vazby, technologie vytápění objektu, zasklení aj. Jak se tato změna promítne do ekonomiky návrhu, znázorňuje následující graf:



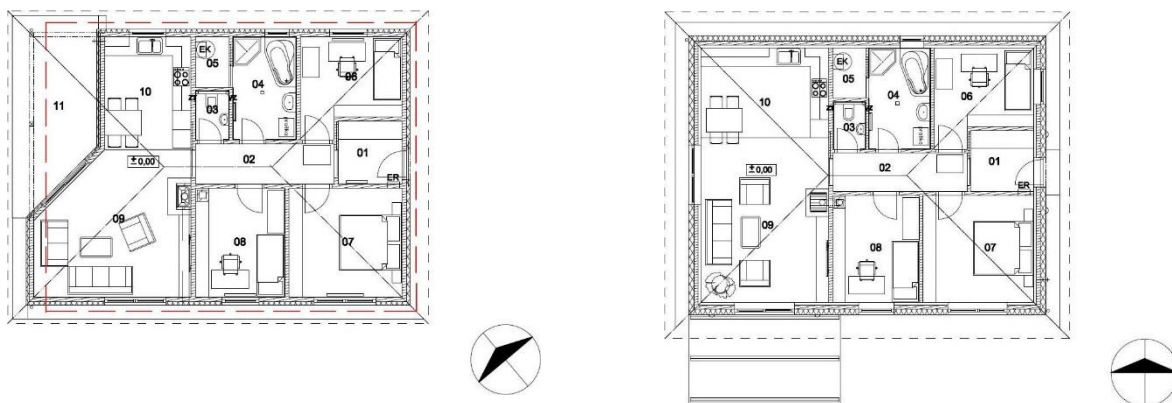
Obrázek 5.6 Závislost tloušťky izolace na cenách (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno)

Z grafu je zřetelné, že stejně tak ekonomická výhodnost postupně klesá s přibývajícím tloušťkou izolace. Pokud se zaměříme na rozdíl mezi 350 mm a 400 mm, tak zjistíme, že cenový rozdíl pořízení (pro materiál, práci díky tomu, že bude porovnatelná, zanedbávám) činí 20 020 Kč. Roční úspora je však pouze 460 Kč, vychází nám tedy prostá návratnost přes 43 let. [7]

5.2 PRAKTICKÁ UKÁZKA OPTIMALIZACE

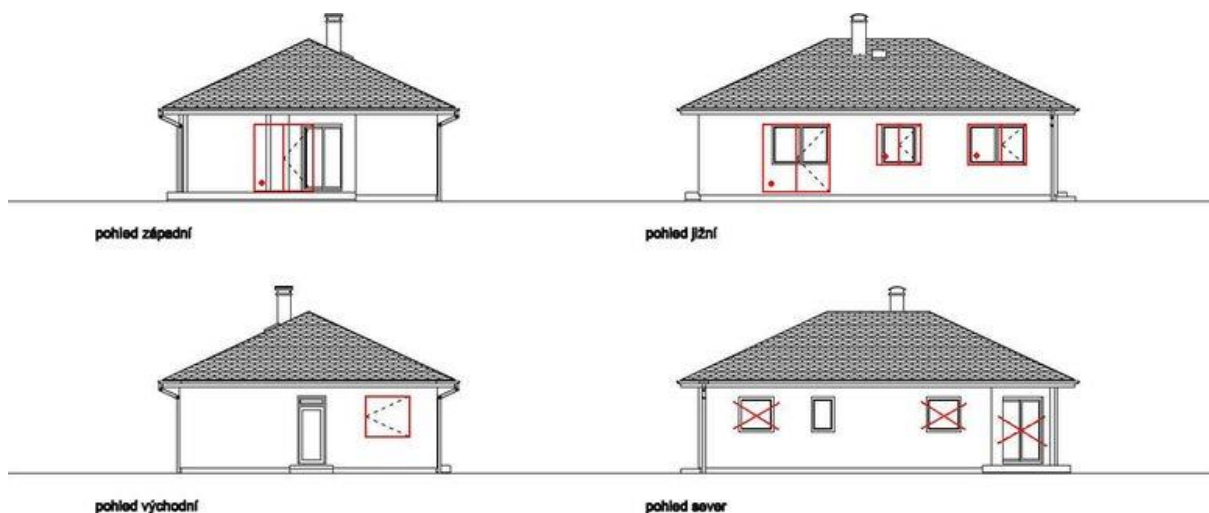
Na praktické ukázce optimalizace katalogového rodinného domu typu bungalov (sloupková dřevostavba) si ukážeme konkrétní postupy z praxe. Nutno dodat, že objekty takového typu (přízemní bungalovy) jsou z pohledu optimalizace náročnější, než dvoupodlažní, díky jejich nepříznivému poměru A/V (zde $1,08 \text{ m}^2/\text{m}^3$). V původním stavu objekt nesplňoval podmínky podpory Zelené úsporám. Měrná potřeba tepla činila $76 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Jako první byla upravena situace, dispoziční uspořádání a geometrie objektu (tím se snížila hodnota A/V na $0,98 \text{ m}^2/\text{m}^3$). Vlevo na obrázku vidíme původní stav, napravo potom stav po optimalizaci:



Obrázek 5.7 Uspořádání před a po optimalizaci (zdroj: TZB – info)

Dále byly provedeny opatření na zefektivnění solárních zisků, celková plocha oken byla navýšena o $3,2 \text{ m}^2$ na finálních 19 m^2 .



Obrázek 5.8 Optimalizace zasklení (zdroj: TZB – info)

Dále byly upraveny součinitelé prostupu tepla obvodové stěny, střechy a podlahy doplněním izolace do zmíněných konstrukcí. Následně se optimalizací dočkaly i tepelné mosty, systém větrání a vytápění.

Výsledkem všech těchto změn bylo snížení potřeby tepla o 75 %, na hodnotu 19 kWh/(m²a). Tím objekt dosáhl na dotaci B.1 s částkou 435 tis. Kč. Proti tomu stojí vícenáklady na tyto optimalizace ve výši kolem 250 tis. Kč. Úspora provozních nákladů na vytápění je tak 11 500 Kč/rok. Mezní náklady by dovolily další úpravy za 390 000 Kč a projekt by byl pořád ekonomicky efektivní. [24]

6 OCEŇOVÁNÍ NEMOVITOSTÍ

V praktické části své práce se (mimo jiné) z dat získaných o pasivních domech v České republice pokusím sestavit ukazatele cen staveb a to na základě obestavěného prostoru. Dále tyto ceny porovnám s rozpočtovými ukazateli stavebních objektů. Na následujících řádcích tak popíšu typy a vznik cen a rozeberu tvorbu technicko hospodářských ukazatelů.

6.1 CENA

V současnosti se cena stanoví dohodou, nebo oceněním podle zvláštního předpisu, jak plyne z ustanovení zákona č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů, v § 1 odst. 2:

(2) *Cena je peněžní částka*

- a) sjednaná při nákupu a prodeji zboží podle § 2 až 13 nebo*
- b) určená podle zvláštního předpisu 1) k jiným účelům než k prodeji.*

Zde bych jen podotkl, že toto ustanovení se podle zákona č. 303/2013 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím rekodifikace soukromého práva, v části třetí, čl. IV mění zákon 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů, takto:

1. *V § 1 odst. 2 písm. b) se slovo „zjištěná“ nahrazuje slovem „určená“.*

Tabulka 6.1 Systém cen v České republice podle cenového práva (zdroj: Bradáč, Zákon o cenách)

Ceny sjednané	volné	
	regulované	úředně
		věcně
		časově
		cenové moratorium
Ceny určené	ceny majetku	nemovitosti
		věci movité
		majetek finanční
		majetek ostatní
	ceny služeb	

Oceňování je způsob, jak dané věci přiřadíme peněžní ekvivalent. Musíme však rozlišovat mezi pojmem cena a hodnota, kdy cena je pojem používaný pro požadovanou, nabízenou nebo skutečně zaplacenou částku. Hodnota není skutečně požadovanou, nabízenou nebo zaplacenou cenou. Jedná se o peněžní vztah mezi zbožím a službami, o odhad.

6.1.1 TYPY CEN

Cena určená

Cena určená podle zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku, a prováděcí vyhlášky Ministerstva financí ČR č. 441/2013 a předpisu č. 199/2014 Sb. Základním předpisem je zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů.

Cena pořizovací

Též cena „historická“. V zákoně č. 563/1991 Sb., o účetnictví je podle § 25 odst. (5) písm. a) je definována:

„pořizovací cenou cena, za kterou byl majetek pořízen a náklady s jeho pořízením související“

V případě staveb se tedy jedná o cenu, za kterou byla nemovitost pořízena v čase postavení

Cena reprodukční

Též „reprodukční pořizovací cena“. V zákoně č. 563/1991 Sb., o účetnictví je podle § 25 odst. (5) písm. b) definována:

„reprodukční pořizovací cenou cena, za kterou by byl majetek pořízen v době, kdy se o něm účtuje“

Je to cena, za kterou bychom mohli pořídit srovnatelnou věc v době jejího ocenění. Nepočítá se zde s opotřebením.

Zjišťujeme ji buď pomocí individuální kalkulace, položkového rozpočtu, agregovaných položek, nebo podle technicko hospodářských ukazatelů.

Věcná hodnota

Též „substanční hodnota“, dle právního názvosloví „časová cena“.

Jde o reprodukční cenu poníženou o přímé opotřebení.

Jednotková a základní cena

Jedná se o cenu za určenou měrnou jednotku (objem, plocha, délka, hmotnost, ks). Z oceňovací vyhlášky č. 441/2013 Sb. a předpisu č. 199/2014 Sb. vyplývají tyto pojmy:

- ZC – základní cena v Kč na měrnou jednotku
- ZCU – základní cena upravená pomocí koeficientů

Cena obvyklá

V zákoně č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku je podle § 2 odst. (1) je stanoveno:

„Obvyklou cenou se pro účely tohoto zákona rozumí cena, která by byla dosažena při prodejích stejného, popřípadě obdobného majetku nebo při poskytování stejné nebo obdobné služby v obvyklém obchodním styku v tuzemsku ke dni ocenění.“

Cena mimořádná

V zákoně č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku je podle § 2 odst. (2) je stanoveno:

„Mimořádnou cenou se rozumí cena, do jejíž výše se promítly mimořádné okolnosti trhu, osobní poměry prodávajícího nebo kupujícího nebo vliv zvláštní oblíbenosti.“

Dle odst. (3) téhož zákona se rozumí cena určená jinak, než cenou obvyklou a mimořádnou jako **cena zjištěná**.

Cena zjištěná nákladovým způsobem

V zákoně č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku je podle § 2 odst. (5) písm. a) definován tento způsob ocenění jako:

„nákladový způsob, který vychází z nákladů, které by bylo nutno vynaložit na pořízení předmětu ocenění v místě ocenění a podle jeho stavu ke dni ocenění“

Cena zjištěná výnosovým způsobem

V zákoně č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku je podle § 2 odst. (5) písm. b) definován tento způsob ocenění jako:

„výnosový způsob, který vychází z výnosu z předmětu ocenění skutečně dosahovaného nebo z výnosu, který lze z předmětu ocenění za daných podmínek obvykle získat, a z kapitalizace tohoto výnosu (úrokové míry)“

Cena zjištěná porovnávacím způsobem

V zákoně č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku je podle § 2 odst. (5) písm. c) definován tento způsob ocenění jako:

„porovnávací způsob, který vychází z porovnání předmětu ocenění se stejným nebo obdobným předmětem a cenou sjednanou při jeho prodeji; je jím též ocenění věci odvozením z ceny jiné funkčně související věci“

Ostatní metody ocenění

Další metody oceňování jsou dle zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku, podle § 2 odst. (5) písm. d) až g) tyto:

- oceňování podle jmenovité hodnoty, vycházející z částky, na kterou předmět ocenění zní nebo je jinak zřejmá
- oceňování podle účetní hodnoty, vycházející ze způsobů stanovených na základě předpisů o účetnictví
- ocenění podle kurzové hodnoty, vycházející z ceny předmětu ocenění zaznamenané ve stanoveném období na trhu
- ocenění sjednanou cenou, kterou je cena předmětu ocenění sjednaná při jeho prodeji, popřípadě cena odvozená ze sjednaných cen [25], [26], [27], [28], [29]

6.2 ZPŮSOBY ZJIŠTĚNÍ VÝCHOZÍ HODNOTY STAVBY

Metody zjištění hodnoty nové stavby jsou dle Bradáče následující:

- Reprodukční cena (cena za stavebně technickou hodnotu), zjištěná dle skutečně uskutečněných nákladů, v daném období
 - individuální cenová kalkulace
 - podrobný položkový rozpočet
 - metody agregovaných položek
 - propočet ceny (technicko hospodářské ukazatele)
- Zjištění výchozí ceny staveb podle vyhl. č. 441/2013 Sb. a předpisu č. 199/2014 Sb.
- Zjištění výchozí ceny bodovací metodikou
- Zjištění výchozí ceny na základě obytné plochy

6.2.1 CENOVÁ KALKULACE

Nejpřesnější, ale nepracnější je individuální cenová kalkulace. Jedná se o nákladovou metodu a lze ji použít pouze v případě, kdy máme k dispozici kompletní projektovou dokumentaci objektu, tedy známe konstrukce a způsob provedení. Také zde rozlišujeme dvě kategorie nákladů: přímé a nepřímé. Přímé náklady jsou závislé přímo na každé položce a souvisejí s jejím množstvím. Nepřímé naproti tomu nemůžeme vyčíslit pro konkrétní položku. Náznorně to ukazuje kalkulační vzorec, který je nejobecnějším vyjádřením tohoto způsobu sestavení ceny objektu.

Tabulka 6.2 Kalkulační vzorec (zdroj: Bradáč)

Cena						Zisk
Náklady celkem						
Přímé náklady				Nepřímé náklady		
Materiál	Mzdy	Stroje	OPN	Režie výrobní	Režie správní	

Přímé náklady

Mezi přímé náklady můžeme zařadit vyčíslitelný materiál, který spotřebujeme přímo na konkrétní zakázce. Dále jsou zde přímé mzdy výrobních pracovníků, potřebné na provedení zakázky a náklady na provoz a údržbu strojů. Pojištění pracovníků bývá zahrnuto v ostatních přímých nákladech spolu s ostatními nezařaditelnými položkami.

Nepřímé náklady

Také „režijní náklady“, jsou náklady, které nelze vyčíslit na konkrétní práci. Do výrobní režie dáváme náklady na materiál spojený s výrobou (nářadí). Mohou se zde objevit i mzdové náklady za nepracovní dny. Dále jsou zde zahrnuty odpisy investičního majetku a ostatní finanční náklady. Správní režie je tvořena obdobným typem nákladů jako režie výrobní, ale souvisejících se řízením a správou. Navíc jsou zde mzdy technicko hospodářských pracovníků.

Režie, zisk

Vyjádření režie v % se nazývá „sazba režie“. Počítá se jako podíl režijních nákladů z předem zvolené základny. Zisk by měl na základě finančních výpočtů zahrnovat i inflaci, protože v případě stavebních zakázek se může jednat i o delší časový úsek. Celkové náklady a zisk nám dají cenu, ke které je ještě třeba připočíst daň z přidané hodnoty (pokud je dodavatel jejím plátcem).

6.2.2 PODROBNÝ POLOŽKOVÝ ROZPOČET

V této metodě používáme již zjištěné ceníkové položky např. z Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací (KCSP), který vydává Ústav racionalizace ve stavebnictví (ÚRS).

Pomocí položek a druhů stavebních prací jsme schopni přesně ocenit stavební objekt. Cena těchto položek je sestavena individuální kalkulací (přímo v podniku, na základě skutečných hodnot), nebo pomocí směrných cen (orientačních). Pro položkový rozpočet je samozřejmě nutná prováděcí dokumentace.

Struktura katalogů společnosti ÚRS je následující: pravidla pro použití jsou shrnuta v úvodním sborníku Pravidla „S“. Dále jsou katalogy barevně rozlišeny podle prací HSV (modrá) a PSV (červená). Vnitřní rozdělení je na část A (zřízení konstrukcí), část B (demontáže, demolice) a část C (opravy a údržba konstrukcí).

Vnitřní zatřídění do KCSP je provedeno devítimístným číslem položky s popisem položky, její cenou, měrnou jednotkou a hmotností.

Obdobnými materiály disponuje i společnost RTS, a.s.

6.2.3 AGREGOVANÉ POLOŽKY

Pokud známe materiálovou charakteristiku a stavební konstrukce, ale nemáme k dispozici projektovou dokumentaci, tak můžeme použít agregované položky. Zde jsou v rámci agregace sloučeny stavební práce do účelové položky. Např. u položky základový pas ŽB tato v rámci agregace obsahuje již i bednění (vč. odbednění) a výztuž. Tato metoda je tak velmi oblíbená a používaná, umožňují nám relativně rychlé ocenění. Otázka zůstává nad přesností takového způsobu.

6.2.4 PROPOČET CENY, JEDNOTKOVÁ CENA

Oproti rozpočtu je tato metoda mnohem jednodušší, samozřejmě však mnohem méně přesná. Musíme zjistit výměru stavby, nejčastěji obestavěný prostor, zastavěnou plochu, příp. ostatní rozměry (u jiných konstrukcí). Pro zjištěnou jednotku se tak stanoví dle katalogu technicko hospodářských ukazatelů jednotková cena a jejím vynásobením se zvoleným parametrem stavby dostaneme reprodukční (pořizovací) cenu.

Jednotkovými cenami se u nás zabývá několik společností. Nejprve to byl ÚRS, který vydává odpovídající katalogy „Rozpočtové ukazatele stavebních objektů“. Každý tento katalog obsahuje zhruba 100 staveb roztržiených dle JKSO. Objekt má v katalogu svou kartu, kde je popsána lokalita, dispozice, konstrukce, nákres, rozměry a pochopitelně samotné cenové ukazatele. Také firma RTS, a.s. má svůj „Katalog stavebních objektů“. Zde jsou odvozené hodnoty od již realizovaných staveb, třízené na nejvyšší úrovni dle materiálové charakteristiky. [25]

6.3 CENOVÉ INDEXY

Protože potřebné ceny objektů jsou z jiného roku, než ke kterému provádíme cenovou kalkulaci, musíme tyto ceny upravit pomocí cenových indexů. Pomocí nich tak můžeme upravit cenu z jednoho roku na druhý. Tyto indexy vydává jak Český statistický úřad (Indexy cen stavebních prací, indexy cen stavebních děl a indexy nákladů stavební výroby), tak i ÚRS.

Pro přepočet pomocí podkladů ÚRS (Index změn stavebních prací) použijeme následující vztah:

$$c.u. 2009/I = c.u. 2007/II * i_{08/I} * i_{08/II} * i_{09/I} , \quad (6.1)$$

kde c.u. cenová úroveň části daného roku
i index změny cen

Při přepočtu dle indexů cen stavebních prací ČSÚ je vzorec následující:

$$I = \frac{\text{index pro rok, ke kterému je známa cena}}{\text{index roku, na který je cenu třeba přepočíst}} \quad (6.2)$$

Výslednou cenu tak vynásobíme vypočítaným koeficientem. [25], [30]

6.4 OBESTAVĚNÝ PROSTOR

Tento pojem je vymezen přílohou č. 1 oceňovací vyhlášky č. 441/2013 Sb., která říká, že:

„Obestavěný prostor stavby se vypočte jako součet obestavěného prostoru spodní stavby, vrchní stavby a zastřešení. Obestavěný prostor základů se neuvažuje.“

Obestavěný prostor dle ČSN 73 4055

Podle normy se jedná o prostorové vymezení stavebního objektu ohraničeného vnějšími vymezeními plochami. Obestavěný prostor (OP) se skládá ze základního obestavěného prostoru (O_p) a dílčího obestavěného prostoru (O_d):

$$OP = O_p + O_d \quad (6.3)$$

Další možností členění obestavěného prostoru je následující:

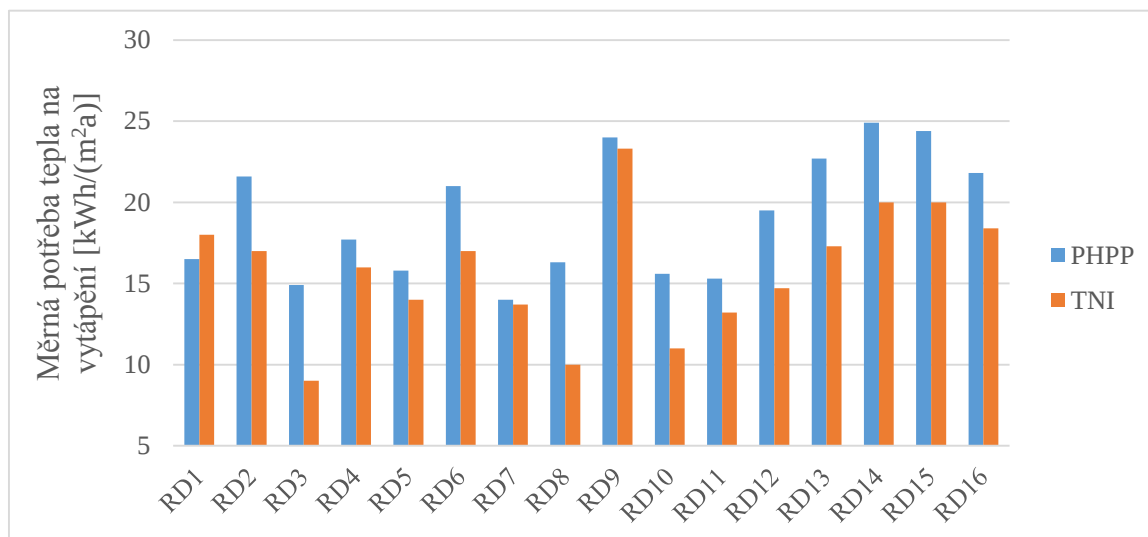
$$OP = O_z + O_s + O_v + O_t \quad (6.4)$$

Kde O_z je obestavěný prostor základů, O_s je obestavěný prostor spodní části objektu, O_v je obestavěný prostor vrchní části objektu a O_t je obestavěný prostor zastřešení.

Otvory, výklenky, lodžie a průduchy nebo světlíky do 6 m² se neodečítají. [25], [27], [30]

7 PŘÍPADOVÁ STUDIE – PRAKTICKÁ ČÁST

Při tvorbě statistiky okamžitě narážíme na problém, co je to vlastně pasivní dům. Ve své práci jsem popsal pasivní dům podle kritérií PHI, jakožto mezinárodně uznávané certifikační autority (a dovolil bych si říct jedině). U nás se však také, např. pro program Zelená úsporám, používá metodika výpočtu TNI. Tato je při výpočtu mírnější, což dokazují hodnoty naměřené společností Kalksandstein. Následující graf ukazuje naměřené hodnoty dle PHPP a TNI pro stejné objekty.



Obrázek 7.1 Porovnání měřících metodik (zdroj: Kalksandstein s.r.o., upraveno)

Z grafu jednoznačně vidíme, že hodnoty vypočítané dle TNI jsou v drtivé většině nižší, než podle PHPP. Tato odchylka (z mnohou vybraných přímo porovnatelných objektů) zde v průměru dosahuje 3,3 kWh/(m²a).

Firma má vypracovanou komplexnější statistiku, do které je zahrnuto 57 rodinných domů (data z r. 2011) a z té dokonce vyplývá, že rozdíl činí skoro 4 kWh/(m²a). TNI bylo mírnější vždy, v extrémních případech až o 13 kWh/(m²a).

„Z výsledků je patrné, že průměrná hodnota je ve fázi studie, předběžného návrhu a hodnocení 21,93 kWh/(m²a). Detailně navrhovaným projektem a optimalizací v PHPP se hodnota pak snižuje na 18,26 kWh/(m²a). Po dokončení a realizaci je po dalším přepočtu PHPP hodnota opět o něco vyšší než projektovaná, a to průměrně 20,36 kWh/(m²a). A to i přes dobré hodnoty naměřené Blower-door, které vesměs projektovaný výsledek ještě výrazně zlepšují. Je z toho zřejmé, že domy je možné oproti prvotnímu návrhu projektu optimalizovat, ale na stavbách pak dochází k dalším úlevám: např. výběr horších oken, vynechání zemního výměníku, výběr horších izolací, chyby v řešení detailů tepelných mostů atd.“ [7]

Další takovou ukázkou je optimalizace bytového domu KOTI HYACINT a následný výpočet parametrů dle jednotlivých metodických přístupů. Výsledky měření jsou shrnuty v následující tabulce:

Tabulka 7.1 Porovnání měřících metodik u bytového domu (zdroj: TZB – info)

Metodika hodnocení	Vztažná plocha	Potřeba tepla na vytápění	Celková dodaná energie	Spotřeba primární technologie	Hodnocení
	m ²	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	
PHPP	1 963	15		68	Vyhovuje dle PHI
TNI 730330	2 321	9		68	Vyhovuje dle PHI
Vyhláška č. 78/2013 Sb. (PENB)	2 551	12	37	48	Kategorie A

Co tedy můžeme skutečně nazvat pasivním domem, když ze vzorku 57 domů jich reálně může na tento titul aspirovat pouhých 10, zatímco dle TNI je to možné pro více než 50 objektů (pouhé 3 by tento požadavek určitě nesplnily) a v případě výpočtu bytového domu je také patrný rozdíl ve výsledcích různých měřících metodik. Není tedy možné srovnávat metodiku pro Zelenou úsporám a certifikaci PHI, tato by dle mého názoru měla být určující na hodnocení, zda je dům pasivní nebo nikoliv. Na druhou stranu zde však leží problém polohy ČR, kdy ve zdejších podmínkách je prostě těžší dosáhnout potřebných parametrů (např. vyšší nadmořská výška). [7], [31]

Všechno tohle však značně znemožňuje vytvoření nějaké statistiky napříč Evropou, dokonce ani v rámci České republiky nejsou spolehlivá čísla, vzhledem k absenci jednotné a spolehlivé porovnávací metodiky.

Pokud tedy bereme certifikaci PHI jako metodiku, podle které hodnotíme domy, podívejme se v následující kapitole, jaká je situace.

7.1 STATISTIKY CERTIFIKOVANÝCH OBJEKTŮ (ZAHRANIČÍ)

Data jsem zpracoval z německé databáze certifikovaných objektů (dle PHI), jedná se o přílohu č.1 (*PHI_DATA.xlsx*).

Ve světě je následující situace, co se týče pouze certifikovaných objektů (bez rozlišení typu):

Tabulka 7.2 Počty certifikovaných objektů (zdroj: Passive house database)

Počty pasivních objektů s certifikací PHI					
	Evropa	S. Amerika	J. Amerika	Asie	Austrálie
Počty objektů	688	25	2	16	7

Vidíme, že logicky nejvíce objektů je v Evropě, z toho v samotném Německu databáze obsahuje celých 388 certifikovaných objektů. Pracuji tedy s omezeným vzorkem dat a jako univerzální srovnávací pomůcku, a tak databázi není v žádném případě možné použít.

Dále jsem si vybral pouze Německo, Francii a Rakousko. Německo samozřejmě, protože se jedná o Německou databázi a certifikační systém, Francii, jako stát, který má v databázi druhý největší vzorek. A nakonec pro doplnění Rakousko, jako stát sousedící s ČR

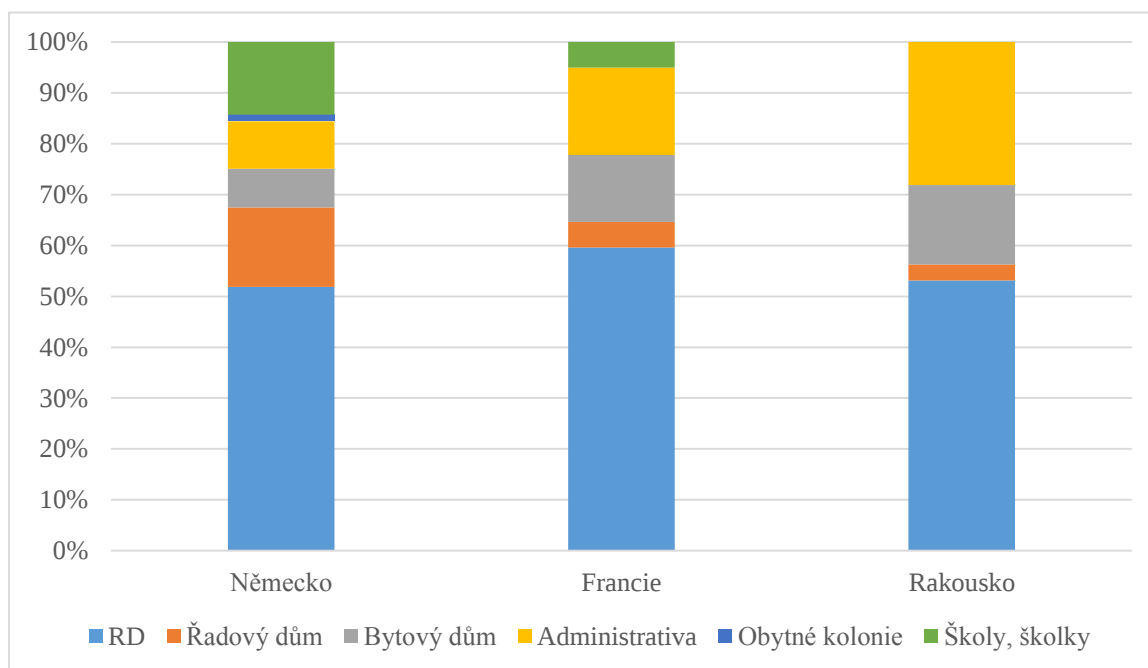
a podobnými parametry (rozloha, počet obyvatel – bohužel ekonomické ukazatele už pro nás vyznívají mnohem hůře).

Tabulka 7.3 Počty certifikovaných objektů, rozděleno dle typu (zdroj: Passive house database)

Počty pasivních objektů s certifikací PHI, dle typu				
	Německo	Francie	Rakousko	ČR
klasický RD	156	59	17	2
Řadové domy	47	5	1	0
Bytové domy	23	13	5	1
Administrativa	28	17	9	0
Obytné kolonie (RD)	4	0	0	0
Školy, školky	43	5	1	0

Dominance Německa je zde jasně znatelná, nesmíme však zapomínat, že se jedná o Německý certifikační systém, takže ukazatel počtu staveb je značně zkreslen. Pro ukázkou jsem přidal i ČR, kdy kromě dvou již zde zmiňovaných (RD Jenišov a BD KOTI Hyacint) certifikovaných pasivních domů existuje ještě třetí objekt, který si nepřeje být zveřejňován (jedná se o RD a má ho na svědomí firma Kalksandstein).

Můžeme si dále ukázat procentuální zastoupení nejhojnějších typů certifikovaných staveb na základě údajů z předchozí tabulky.



Obrázek 7.2 Procentuální rozdělení typu výstavby (zdroj: Passive house database)

Zastoupení jednotlivých typů objektů je napříč státy velmi podobné. U všech tří zemí se nadpoloviční většinou podílí na certifikovaných objektech rodinné domy.

Jako zajímavý srovnávací ukazatel jsem si dále vybral podlahové plochy domů a to nejprve celkové, ale pro porovnání hlavně průměrné hodnoty.

Tabulka 7.4 Celkové plochy certifikovaných pasivních objektů (zdroj: Passive house database)

Plochy pasivních objektů s certifikací PHI, dle typu [m ²]			
	Německo	Francie	Rakousko
RD	29057	9004	2807
Bytové domy	83831	18636	38492
Administrativa	77292	13222	47372

Tabulka 7.5 Průměrné plochy certifikovaných pasivních objektů (zdroj: Passive house database)

Průměrné plochy pasivních objektů s certifikací PHI, dle typu [m ²]			
	Německo	Francie	Rakousko
RD	184	153	175
Bytové domy	3645	1434	7698
Administrativa	2760	778	5264

Zde je zajímavý pohled na průměrné hodnoty rodinných domů (kdy u všech tří států byl dostatečně velký srovnávací vzorek). Německo vede, co se týče průměrné velikosti rodinných domů, Rakousko má v průměru největší bytové a administrativní objekty (i když u těch zkresluje statistiku pasivní mrakodrap ve Vídni, s plochou přesahující 20 000 m². Francie má napříč všemi vybranými typy objektů nejmenší průměrnou plochu.

S ohledem na konstrukci domů vypadá situace následovně:

Tabulka 7.6 Konstrukční systémy RD (Passive house database)

Konstrukční řešení certifikovaných RD			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	71	15	8
dřevostavby	62	37	7
tvárnice + dřevo	22	6	2
ztracené bednění	1	1	0

Tabulka 7.7 Podíl konstrukčních systémů RD (zdroj: Passive house database)

Podíl konstrukční řešení certifikovaných RD [%]			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	46	25	47
dřevostavby	40	63	41
tvárnice + dřevo	14	10	12
ztracené bednění	1	2	0

Tabulka 7.8 Konstrukční systémy administrativních objektů (zdroj: Passive house database)

Konstrukční řešení certifikovaných administrativních budov			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	16	4	3
dřevostavby	7	4	3
tvárnice + dřevo	5	6	3
ztracené bednění	0	1	0

Tabulka 7.9 Podíl konstrukčních systémů administrativních budov (zdroj: Passive house database)

Podíl konstrukčního řešení certifikovaných administrativních budov [%]			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	57	27	33
dřevostavby	25	27	33
tvárnice + dřevo	18	40	33
ztracené bednění	0	7	0

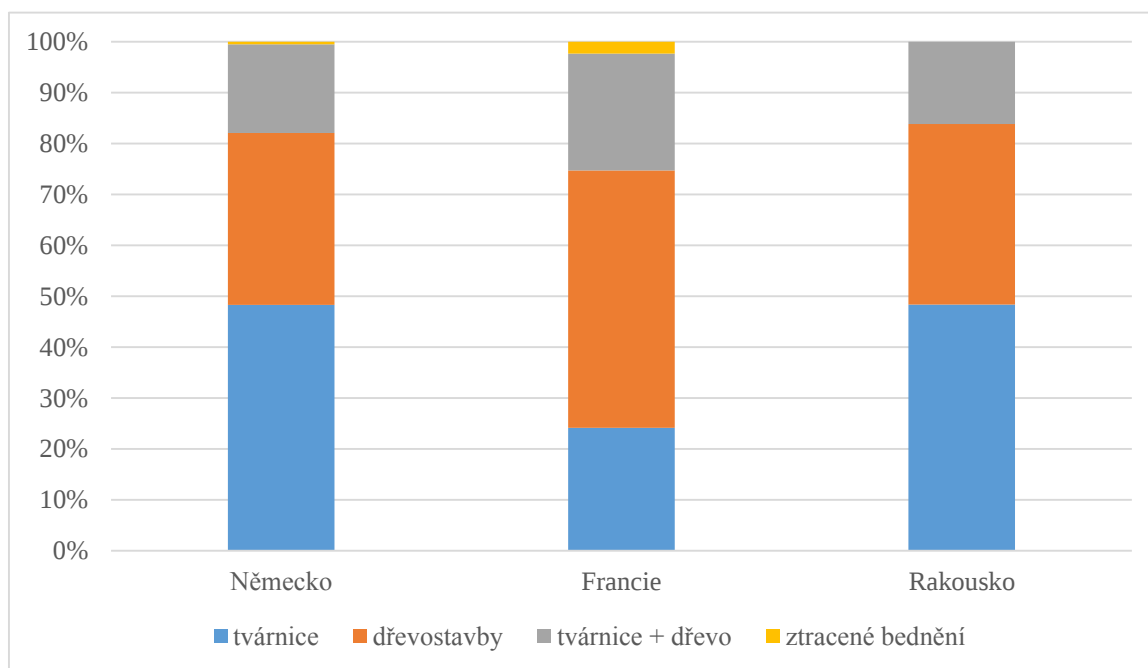
Tabulka 7.10 Konstrukční systémy bytových domů (zdroj: Passive house database)

Konstrukční řešení certifikovaných bytových objektů			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	13	2	4
dřevostavby	1	3	1
tvárnice + dřevo	9	8	0
ztracené bednění	0	0	0

Tabulka 7.11 Podíl konstrukčních systémů bytových domů (zdroj: Passive house database)

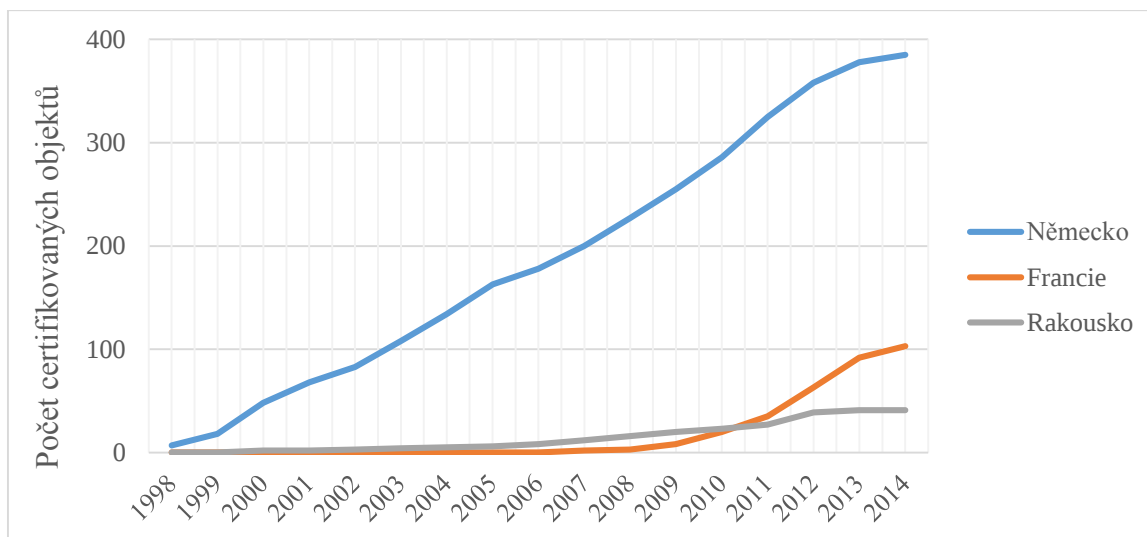
Podíl konstrukčního řešení certifikovaných bytových objektů [%]			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	57	15	80
dřevostavby	4	23	20
tvárnice + dřevo	39	62	0
ztracené bednění	0	0	0

U objektů je situace ve všech zemích rozdělena mezi čistě tvárnicové systémy a dřevostavby (s výjimkou Francie a jejímu celkem velkému zastoupení kombinace tvárnic se dřevem), ostatní řešení jsou velmi málo zastoupena. V Německu a Rakousku spíše převládá zděná technologie nad dřevem. Celkový trend jsem shrnul v následujícím grafu:



Obrázek 7.3 Procentuální rozdělení konstrukčních systémů (zdroj: Passive house database)

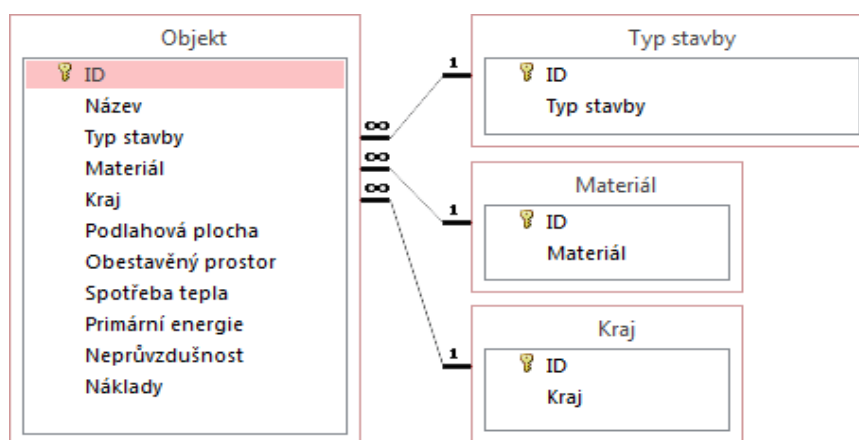
Jako poslední ukazatel jsem vytvořil časový trend certifikací. Z důvodu přehlednosti jsem začal od roku 1998, kdy se začaly objevovat další objekty (první certifikovaný dům je už z roku 1991, avšak to byla pouze první vlašťovka, viz. kap. 3.1).



Obrázek 7.4 Vývojový trend certifikací dle PHI (zdroj: Passive house database)

7.2 STATISTIKA PASIVNÍCH DOMŮ V ČESKÉ REPUBLICE

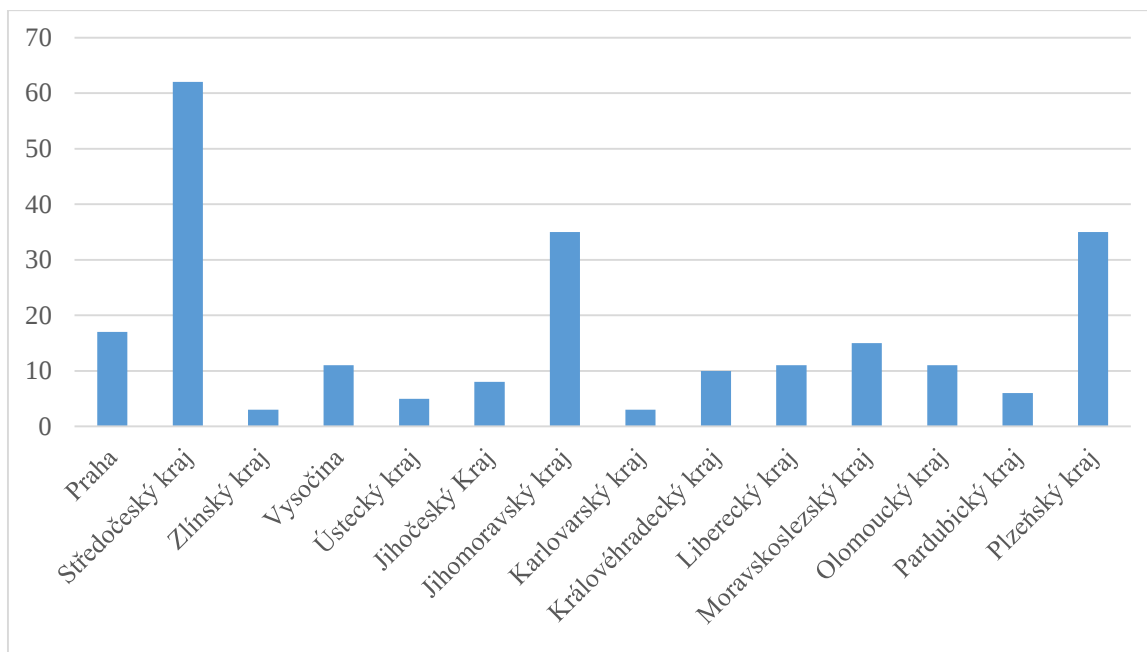
Zde jsem využil soubor dat shromážděný Centrem pasivního domu, na základě kterého jsem provedl vytvoření databáze v programu Microsoft Access a podřízených tabulek pro výpočty cen (THU) a ostatních statistických ukazatelů. Jedná se o přílohu č. 2 (DATABASE_CPD.accdb)



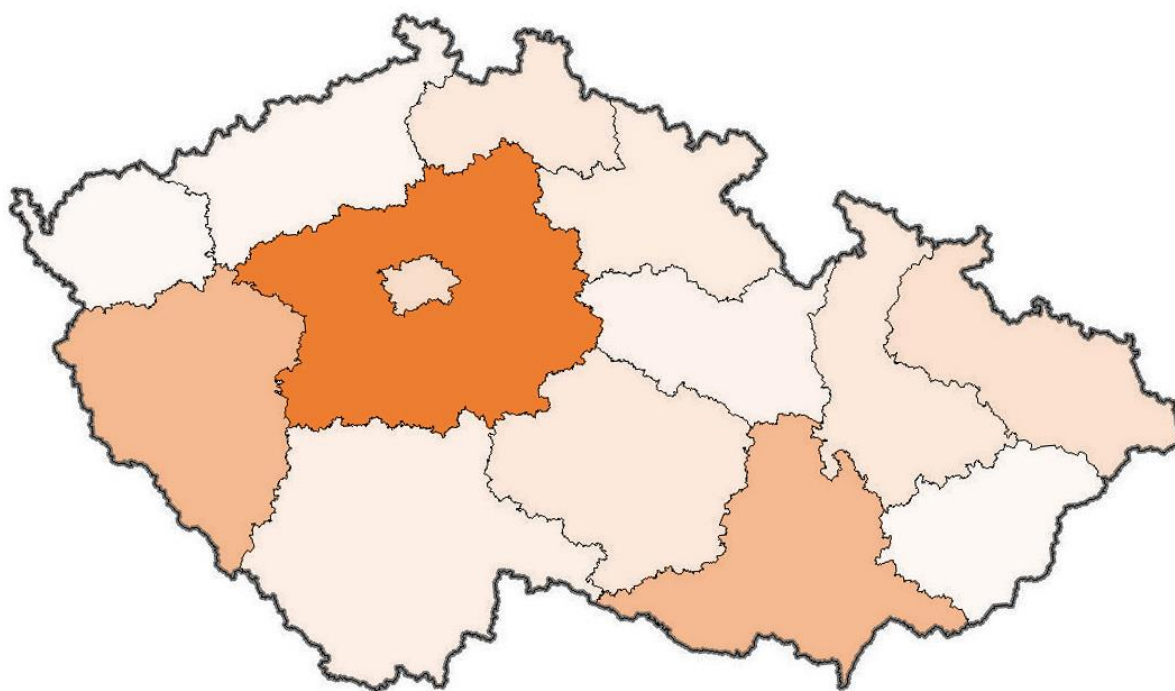
Obrázek 7.5 Ukázka struktury databáze (zdroj:autor)

Katalog objektů z Centra pasivního domu jsem si zvolil, protože se jedná o největší a neudržovanější databázi u nás. Nejsou zde samozřejmě všechny stavby, ale i tak je zde zastoupen vcelku reprezentativní počet staveb. Navíc mám z osobní zkušenosti jistotu, že ty opravdu kvalitní zde mají své zastoupení.

Nejprve si představme některé základní údaje. Databáze obsahuje 232 objektů ze 14 krajů. Rozdělení dle krajů je tak následující:



Obrázek 7.6 Rozdělení do krajů (zdroj: CPD)



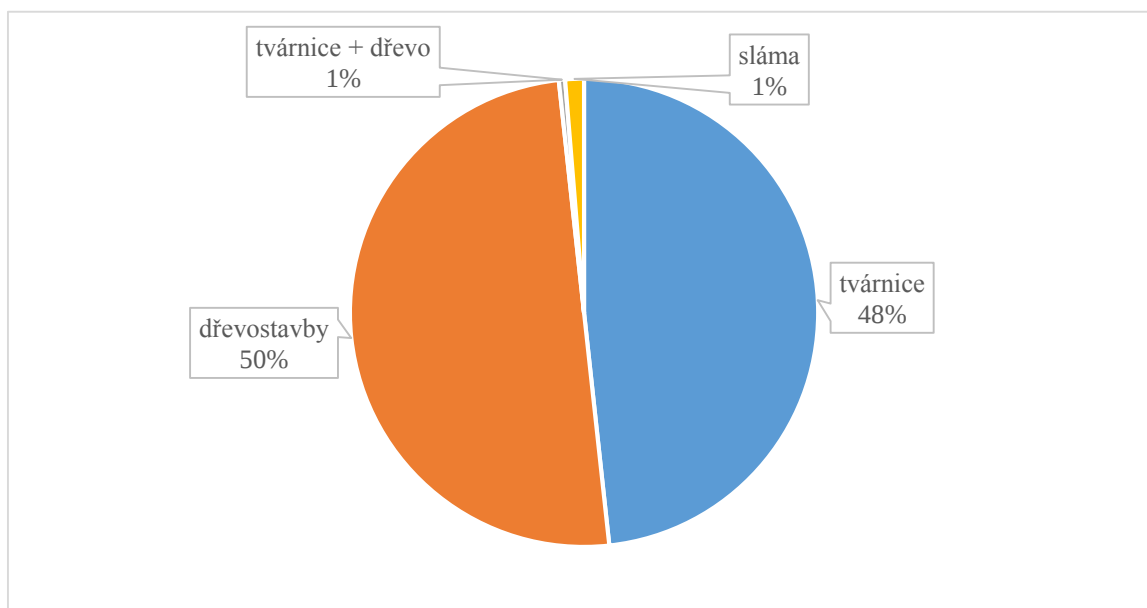
Obrázek 7.7 Grafické znázornění počtu staveb v krajích (zdroj: Zemepis.com, CPD, upraveno)

Jak můžeme vidět, v ČR jsou na špičce 3 kraje s největším počtem zastoupených staveb, a to Středočeský (62 staveb, 26,7 %), Plzeňský a Jihomoravský (oba shodně 35 staveb, 15,1 %). Dále už jsou počty mnohem nižší, v sestupném pořadí následují kraje: Praha (17 staveb, 7,3 %), Moravskoslezský (15 staveb, 6,5 %), Vysočina, Liberecký a Olomoucký (všichni

shodně 11 staveb, 4,7 %), Královéhradecký (10 staveb, 4,3 %), Jihočeský (8 staveb, 3,4 %), Pardubický (6 staveb, 2,6 %), Zlínský a Karlovarský (oba shodně 3 stavby, 1,3 %).

Ohledně typů staveb, vzhledem ke struktuře dat (218 z 232, tj. 94 % jich tvoří rodinné domy), nemá cenu dělat žádné složité závěry. Snad jen to, že ostatních typů staveb je u nás opravdu zoufale málo, pro představu se jedná o 6 bytových domů, 4 administrativní objekty, 1 školu a 1 byt.

Z materiálové charakteristiky jsou už výsledky zajímavější:



Obrázek 7.8 Rozdělení materiálů (zdroj: CPD)

Pasivní domy v ČR jsou takřka rovnoměrně rozděleny mezi tvárnicové zdivo (112 objektů) a dřevostavby (116 objektů). Kromě toho jsou v databázi ještě 3 objekty ze slámy a 1 z kombinace zdiva a dřeva (Otevřená zahrada v Brně, sídlo Centra pasivního domu).

7.2.1 CENOVÉ UKAZATELE, NÁVRATNOST

Na základě 49 oceněných objektů jsem pro každý vypočítal technicko hospodářský ukazatel propočtu ceny za m^3 obestavěného prostoru. Nejprve souhrnná data bez materiálového uspořádání:

Tabulka 7.12 Souhrnný THU (zdroj: CPD)

Průměrný obestavěný prostor [m^3]	Průměrná cena [$\text{Kč}/\text{m}^3$]
663,4	6 264

Následně jsem pro porovnání s rozpočtovými ukazateli firmy RTS, a.s. rozdělil stavby podle materiálu:

Tabulka 7.13 THU zděných objektů (zdroj: CPD)

Průměrný obestavěný prostor [m ³]	Průměrná cena [Kč/m ³]
677,6	6 388

Tabulka 7.14 THU dřevostaveb (zdroj: CPD)

Průměrný obestavěný prostor [m ³]	Průměrná cena [Kč/m ³]
641,1	6 068

V databázi se mi při výpočtu nákladů na obestavěný prostor objevilo několik budov, které výrazně přesahovaly průměrnou hodnotu. Jednalo se však o budovy specifické např. svým architektonickým řešením a koncepcí, které si nepochybně vyžádaly vyšší náklady.

Pro porovnání jsem použil ceny z roku 2014 (všechny ceny v databázi jsem přepočítal k tomuto datu pomocí cenových indexů ČSÚ).

Tabulka 7.15 Porovnání THU (zdroj: CPD, RTS, a.s.)

objekty	THU pasivní domy	THU konvenční stavby RTS, a.s.
zděné stavby	6 388 Kč/m ³	4 975 Kč/m ³
dřevostavby	6 068 Kč/m ³	5 245 Kč/m ³
vážené průměrné hodnoty (všechny materiálové charakteristiky)	6246 Kč/m ³	5301 Kč/m ³

Z čísel je patrná vyšší cena oproti konvenčním objektům v databázi RTS. U zděných staveb se pohybujeme s cenou o 1 413 Kč nad průměrem a u dřevostaveb o 823 Kč nad průměrem.

Pokud si ze statistik vezmeme průměrnou kubaturu rodinného domu (hodnota z roku 2012) 756,6 m³, průměrnou plochu 136,9 m² a podle těchto hodnot si vytvoříme fiktivní srovnávací dům, tak si můžeme spočítat vícenáklady vynaložené na takový objekt a podívat se na návratnost.

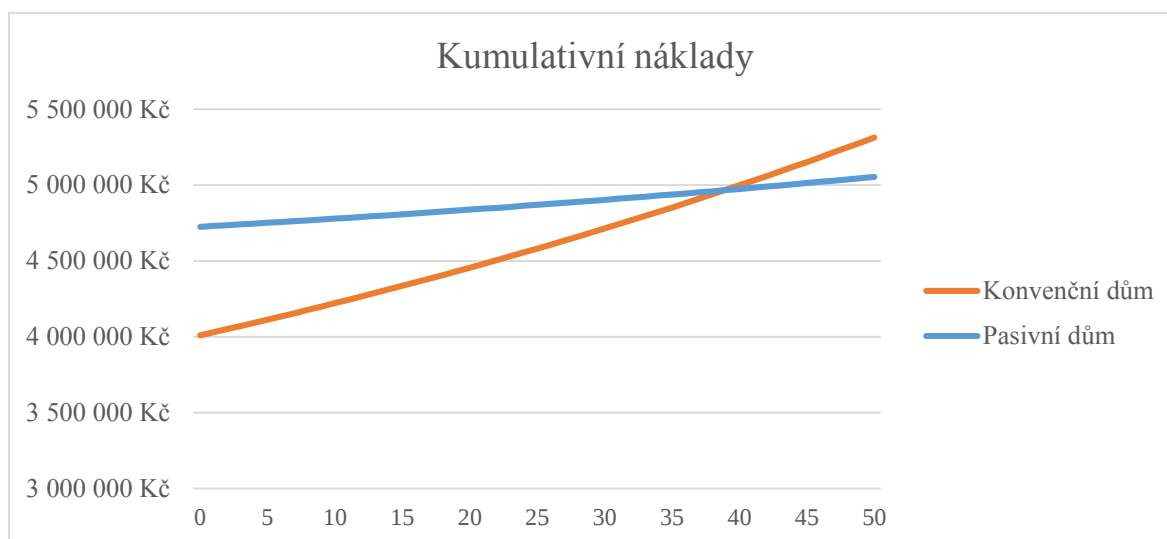
Tabulka 7.16 Vícenáklady fiktivního objektu (zdroj: ČSÚ, CPD, RTS, a.s.)

Pasivní dům		Konvenční dům
Cena	Vícenáklady	Cena
4 725 723 Kč	714 986 Kč (17,8 %)	4 010 737 Kč

Tabulka 7.17 Parametry zkoumaných objektů (zdroj: CPD, TZB – info)

Objekt	Potřeba tepla	Roční spotřeba tepla	Cena za kWh (kondenzační plynový kotel)	Předpokládaný roční nárůst ceny energie
Pasivní	16,4 kWh/(m ² a).	2,245 MWh	2,27 Kč/kWh	1 %
Konvenční	90 kWh/(m ² a).	12,321 MWh	1,64 Kč/kWh	

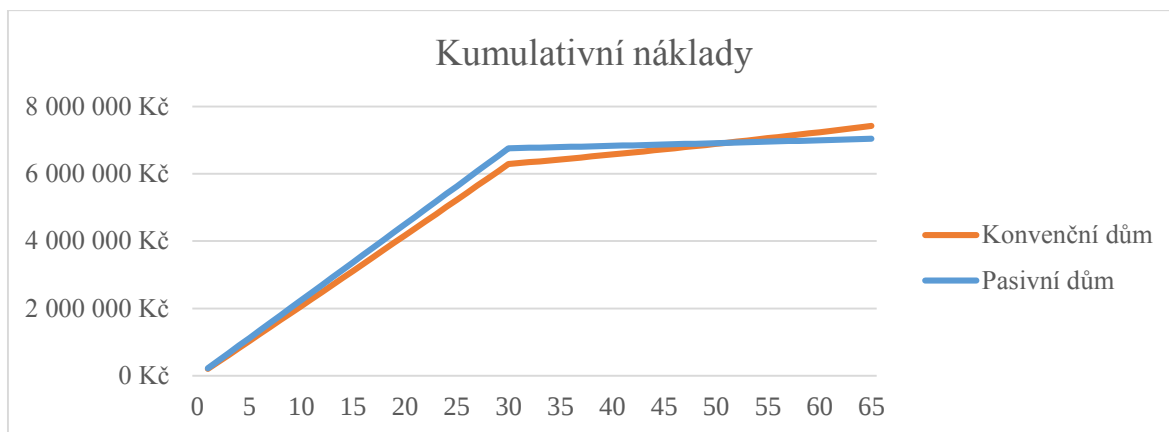
Nesmíme však zapomenout na velmi nízké nároky takových staveb. Pokud vezmeme pro konvenční dům hodnotu dle ČSN 73 0540 potřeby energie na vytápění 90 kWh/(m²a) a pro pasivní domy použijeme pro větší přesnost naměřené hodnoty (zděné stavby 16,2 kWh/(m²a), dřevostavby 16,8 kWh/(m²a), vážený průměr 16,4 kWh/(m²a)), vyjde nám průběh nákladů následovně:



Obrázek 7.9 Průběh nákladů obou objektů

Dle vypočítaných čísel dojde k vyrovnání vícenákladů, a tedy návratnosti investice do pasivního domu za 39 let. To při vícenákladech 17,8 % je pořád docela dobře ekonomicky obhájitelné číslo.

Pokud však budeme uvažovat reálný způsob financování, zvolíme hypoteční úvěr na 30 let, při úrokové sazbě 2,34 % dostaneme nepříznivější čísla:

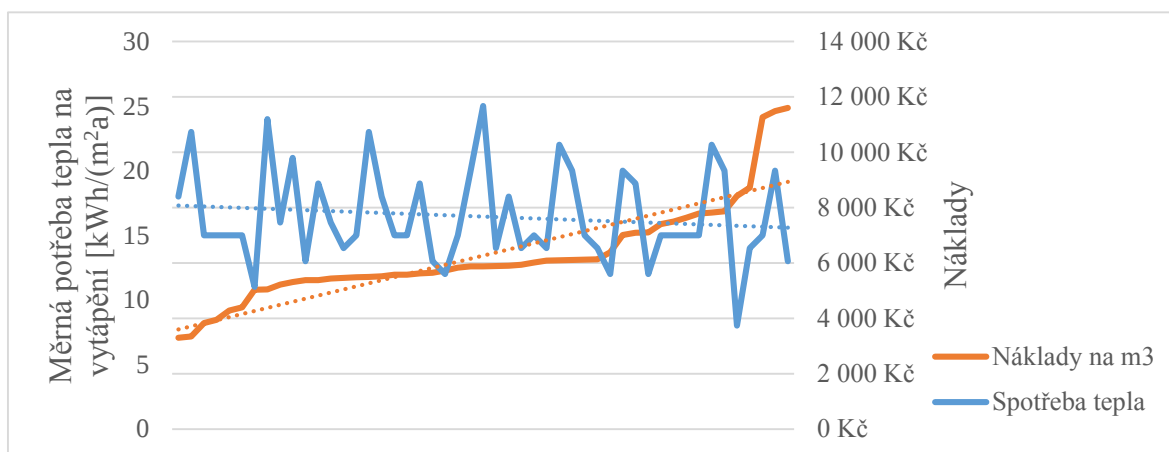


Obrázek 7.10 Porovnání nákladů obou objektů, hypoteční úvěr

Zde už dochází k návratnosti 51 let. Počítám však s růstem energií „pouze“ 1 %, což je sice v současnosti pro zemní plyn reálná hodnota, která se však do budoucna může výrazně změnit. Také je vidět, že při financování hypotékou na plnou cenu objektu už kvůli úrokům dochází ke značné finanční zátěži dražšího (ale energeticky efektivnějšího) objektu. Podrobné výpočty jsou v příloze č.3 (CPD_DATA-VYPOCTY.xlsx).

Ve svých závěrech se tak shodují s tvrzeními, že pasivní dům je docela výhodná forma penzijního pojištění a, vzhledem k růstu cen energií, již 10 let po vrácení nákladů uspoříme oproti konvenčnímu objektu bezmála 240 000 Kč (pokud nepočítáme s hypotékou). Není také možné myslet pouze na ekonomické úrovni, jak jsem již psal, výsadou pasivních objektů je mnohem kvalitnější vnitřní prostředí a to dle mého názoru převyšuje vyšší náklady na pořízení.

Na závěr ještě mohu na datech také ukázat, že zde v podstatě neexistuje závislost mezi náklady a parametry. Například to, že neplatí tvrzení, že čím dražší objekt, tím lepší parametry potřeby tepla.



Obrázek 7.11 Závislost spotřeby tepla na nákladech

Jak je z grafu zřejmé, závislost mezi spotřebou tepla a náklady na m³ zde prakticky nejsou. Hodnoty spotřeby (levý sloupec) jsou v průměru stejné napříč všemi cenovými úrovněmi. Od určité hranice vícenákladů (oproti konvenčnímu bydlení) už cena nehraje roli v kontrastu s dosahovanými parametry.

8 ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo popsat vývoj a nejnovější trendy nízkoenergetické výstavby v ČR a zahraničí, provést průzkum v této výstavbě, srovnat ČR se zahraničím a vyhodnotit vývoj s uvedením vývojových trendů. Ukazuje se, že potřebná technologie a „know-how“ v ČR již existuje, avšak je zapotřebí skutečně osvědčených stavebníků, architektů, projektantů a v neposlední řadě zkušených stavebních firem, které se nebudou bát jít do nevyzkoušeného. Jak jsem zjistil, ve vyspělých západních státech jsou mnohem dál a tam, kde u nás je zapotřebí sporných dotací, tak např. v Německu a Rakousku tento styl bydlení úspěšně adoptovali a stává se pomalu standardem jak v soukromé, tak i ve veřejné sféře. V ČR se hlavně zaměřujeme (také díky vlivu dotací) na výstavbu rodinných domů v nízkoenergetickém standardu. Jsou zde sice již první vlaštovky v podobě bytových domů, škol apod., nicméně se jedná o zanedbatelný zlomek výstavby.

Cíl popsat základní pojmy a zásady pro navrhování byl splněn ve 2. kapitole. Zde vychází najevo, že návrh takového pasivního domu je velice komplexní záležitostí, která si žádá naprosto specifický přístup pro každý objekt. Dostupnost stavebních materiálů, dílů a technologických zařízení pro nízkoenergetické domy je však u nás na velmi dobré úrovni, a tak to nijak uměle nebrzdí vývoj.

Také jsem zjistil, že např. pojem „pasivní dům“ není úplně jednoznačně definován, a tak jsou mezi nimi znatelné rozdíly (které do jisté míry znemožňují přímé srovnání mezi sebou). Zde by se hodilo krátké zamyšlení nad přínosem dotací, které zde posledních několik let sice zavedly povědomí o šetření energií, nízkoenergetických a pasivních stavbách. Bohužel na druhé straně do jisté míry devalvovaly původní parametry pasivních domů tak, jak byly vytvořeny německým PHI. Bohužel metodika byla u nás nastavena trochu jinak (volněji), nicméně i toto se v současnosti lepší, například větším optimalizováním staveb (PHPP).

Splnění praktického cíle zpracování statistických údajů nízkoenergetické výstavby v ČR a zahraničí jsem dosáhl případovou studií, kde jsem se nejprve zaměřil na certifikované objekty v Německu, Rakousku a Francii. Zde jsem zjistil, že například podíl ostatních typů nízkoenergetické výstavby (administrativa, byty, školy, školky) je v těchto krajinách mnohem vyšší, než u nás. V rámci studie jsem vytvořil databázi nízkoenergetických staveb v ČR (na základě údajů CPD), která tvoří jakýsi průřez výstavby tohoto typu v ČR. Zde jsem ukázal několik zajímavých statistických ukazatelů, jako např. materiálová charakteristika, typy domů, počty objektů jednotlivých krajů apod. Nakonec jsem na základě zjištěných cen (nákladovým způsobem) zjistil technicko hospodářské ukazatele ceny za obestavěný prostor a spočítal a porovnal cenovou náročnost oproti konvenčnímu domu. Výsledkem pak bylo srovnání s konvenčním objektem, kde jsem zjistil návratnost investice v horizontu od 40 let a více.

Závěrem bych chtěl podotknout, že ekonomický pohled je jedna věc, avšak možnost velice komfortního bydlení spolu s menší závislostí na energetických zdrojích je třeba také zvážit. S rozvojem nízkoenergetické výstavby máme možnost mnohem lepšího vnitřního prostředí díky využití technologií řízeného větrání. Také můžeme ve větší míře využít přírodní materiály (dřevo, ale i sláma), což spolu s kvalitním vnitřním klimatem vytváří dobrou pohodu bydlení. Z ekologického hlediska se navíc jedná o příspěvek do snahy Evropské unie o snižování dopadu škodlivých látek (CO₂) v ovzduší. Nezanedbatelná je nakonec také menší závislost na zvyšování cen energií.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Total final energy consumption by sector in the EU-27, 1990-2010. In: *European Enviroment Agency* [online]. 2012 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/ds_resolveuid/df43ee8502e14ebe88d7832db7a4eeee
- [2] BROTHÁNEK, Aleš, Martin AUGUSTÝN, Martin RŮŽIČKA, Petr VOGEL, Jan ANTONÍN a Josef SMOLA. CENTRUM PASIVNÍHO DOMU. *Základní principy navrhování pasivních a nulových domů*. Brno, 2014.
- [3] VÁCLAVÍK, Radim. Pasivní administrativní budova INTOZA. In: *ČKAIT* [online]. 2014 [cit. 2015-02-05]. Dostupné z: <http://www.ckait.cz/sites/default/files/V%C3%A1clav%C3%ADk%20-INTOZA.pdf>
- [4] Dvojskla nebo trojskla? Okna a úspory. In: *nazeleno.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/dvojskla-nebo-trojskla-okna-a-uspory.aspx>
- [5] GROBKLOS, Margrit, SCHAEDE a HACKE. Results from the retrofit of seven multi-family units to the Passive House Standard. In: *Institut Wohnen und Umwelt* [online]. 2013 [cit. 2015-02-09]. Dostupné z: http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/neh_ph/17.PHT_eng_scan.pdf
- [6] MERTENOVÁ, Kateřina. V zahraničí téměř standard. In: NĚMCOVÁ, Lucie (ed.). *Pasivní domy: Speciál 2015*. Praha: PRO VOBIS, s.r.o., 2014, s. 112-117. ISBN 978-80-905322-7-4. Dostupné z: www.drevoastavby.cz
- [7] *Pasivní domy 2011*. Brno: Centrum pasivního domu, 2011. ISBN 978-80-260-0563-6.
- [8] ŠTEFKO, Jozef. Prvý preukazateľne nulový dom na Slovensku. In: *TZB – info* [online]. 2014 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/smernice-2010-31-eu/12029-prvy-preukazatelne-nulovy-dom-na-slovensku>
- [9] *Energeticky soběstačné budovy: první český titul zaměřený na výstavbu a provoz budov s nízkou energetickou náročností* [online]. 2014 [cit. 2015-02-14]. ISBN 1805-3297. Dostupné z: <http://view.ceros.com/expodata/esb-01-2014>
- [10] *U.S. Green Building Council* [online]. 2015 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.usgbc.org/leed>
- [11] Silo – storage for ideas, developments and solutions. In: *silo* [online]. 2014 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.silo-offices.at/downloads/idea.pdf>
- [12] *Kalksandstein CZ s. ro.* [online]. 2015 [cit. 2015-01-21]. Dostupné z: www.kalksandstein.cz
- [13] *Materiály pro stavbu*. Praha: Springer media, 2008. ISSN 1213- 0311.

- [14] HOLLAN, Jan a Yvonna GAILLYOVÁ. *Ekologické stavění: Pasivní dům Centra Veronica Hostětín* [online]. Hostětín: ZO ČSOP Veronica, 2009 [cit. 2015-02-13]. ISBN 978-80-904109-7-8. Dostupné z: http://hostetin.veronica.cz/sites/default/files/0131_ekologicke_staveni_pasivni_dum_centra_veronica_hostetin.pdf
- [15] Pasivní administrativní budova INTOZA. In: ROSA, Martin. *archiweb* [online]. 2011 [cit. 2015-01-21]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=3089>
- [16] BORÁK, Dalibor, Milan BAKEŠ a František PÝCHA. ZUŠ Holice v pasivním standardu. In: *BW Stavební holding* [online]. 2014 [cit. 2015-02-14]. Dostupné z: <http://www.bwstavebniholding.cz/public/docs/zusholice.pdf>
- [17] Evropská směrnice EPBD II. In: *Isover* [online]. 2011 [cit. 2015-02-09]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/evropska-smernice-epbd-ii>
- [18] BECHNÍK, Bronislav. Výroba elektřiny z uhlí je dotována více než obnovitelné zdroje. In: *TZB – info* [online]. 2014 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/12142-vyroba-elektriny-z-uhli-je-dotovana-vice-nez-obnovitelne-zdroje>
- [19] *Nová zelená úsporám* [online]. 2015 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/>
- [20] *Nová zelená úsporám 2013* [online]. 2014 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.nzu2013.cz/>
- [21] Výroční zpráva programu Zelená úsporám za rok 2013. In: *Státní fond životního prostředí České republiky* [online]. 2014 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. Výroční zpráva programu Zelená úsporám za rok 2013. 2014. Dostupné z: http://www.zelenausporam.cz/soubor-ke-stazeni/17/5123-zu_vyrocní_zprava_2013_web.pdf
- [22] *Státní fond rozvoje bydlení* [online]. 2015 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.sfrb.cz/>
- [23] ZILVAR, Jiří. Přínos dotačních programů pro české stavebnictví. In: *TZB – info* [online]. 2014 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/dotace/10831-prinos-dotacnich-programu-pro-ceske-stavebnictvi>
- [24] ČEJKA, Michal a Miroslav ŠAFAŘÍK. Nová zelená úsporám – zkušenosti s optimalizací novostavby rodinného domu Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz/zelenausporam-na-tzb-info/12325-nova-zelena-usporam-zkusenosti-s-optimalizaci-novostavby-rodinneho-domu>. In: *TZB-INFO* [online]. 2015 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/zelenausporam-na-tzb-info/12325-nova-zelena-usporam-zkusenosti-s-optimalizaci-novostavby-rodinneho-domu>
- [25] BRADÁČ, Albert. *Teorie oceňování nemovitostí*. 7., přeprac. a dopl. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 736 s. ISBN 978-80-7204-578-5.

- [26] *Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku)*. 1998.
- [27] *Vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška)*. 2014.
- [28] *Zákon č. 526/1990 sb., o cenách*. 1991.
- [29] *Zákon č. 563/1991 Sb., o účetnictví*. 1992.
- [30] *Rozpočtování a oceňování stavebních prací*. Praha: ÚRS, 2009, 206 s. ISBN 978-80-7369-239-1.
- [31] ČEJKA, Michal a Jan PATKA. Optimalizace a certifikace prvního pasivního bytového domu v ČR – Koti Hyacint F Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/12125-optimalizace-a-certifikace-prvniho-pasivniho-bytoveho-domu-v-cr-koti-hyacint-f>. In: *TZB-INFO* [online]. 2014 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/12125-optimalizace-a-certifikace-prvniho-pasivniho-bytoveho-domu-v-cr-koti-hyacint-f>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.1 Srovnání různých standardů (zdroj: CPD)	11
Tabulka 2.2 Srovnání NED a pasivního domu (zdroj: CPD)	14
Tabulka 3.1 Srovnání nákladů bytů (zdroj: energeticky soběstačné budovy).....	28
Tabulka 4.1 Srovnání úvěru poskytovaného SFRB s komerční hypotékou (zdroj: SFRB, fincentrum)	33
Tabulka 5.1 Porovnání mezních vícenákladů výstavby energeticky úsporného domu (zdroj: TZB – info).....	34
Tabulka 6.1 Systém cen v České republice podle cenového práva (zdroj: Bradáč, Zákon o cenách).....	41
Tabulka 6.2 Kalkulační vzorec (zdroj: Bradáč).....	44
Tabulka 7.1 Porovnání měřících metodik u bytového domu (zdroj: TZB – info)	49
Tabulka 7.2 Počty certifikovaných objektů (zdroj: Passive house database).....	49
Tabulka 7.3 Počty certifikovaných objektů, rozděleno dle typu (zdroj: Passive house database).....	50
Tabulka 7.4 Celkové plochy certifikovaných pasivních objektů (zdroj: Passive house database).....	51
Tabulka 7.5 Průměrné plochy certifikovaných pasivních objektů (zdroj: Passive house database).....	51
Tabulka 7.6 Konstrukční systémy RD (Passive house database).....	51
Tabulka 7.7 Podíl konstrukčních systémů RD (zdroj: Passive house database)	52
Tabulka 7.8 Konstrukční systémy administrativních objektů (zdroj: Passive house database)	52
Tabulka 7.9 Podíl konstrukčních systémů administrativních budov (zdroj: Passive house database).....	52
Tabulka 7.10 Konstrukční systémy bytových domů (zdroj: Passive house database).....	52
Tabulka 7.11 Podíl konstrukčních systémů bytových domů (zdroj: Passive house database)	53
Tabulka 7.12 Souhrnný THU (zdroj: CPD)	56
Tabulka 7.13 THU zděných objektů (zdroj: CPD).....	57
Tabulka 7.14 THU dřevostaveb (zdroj: CPD).....	57
Tabulka 7.15 Porovnání THU (zdroj: CPD, RTS, a.s.).....	57
Tabulka 7.16 Vícenáklady fiktivního objektu (zdroj: ČSÚ, CPD, RTS, a.s.).....	57
Tabulka 7.17 Parametry zkoumaných objektů (zdroj: CPD, TZB – info)	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.1 Celková spotřeba energie v ekvivalentu milionu tun ropy, dle sektorů (zdroj: EEA)	10
Obrázek 2.1 Závislost úspor a nákladů na fázi projektu (zdroj: CPD).....	12
Obrázek 2.2 Optimalizace zasklení fasády, INTOZA Ostrava (zdroj: ATOS6, upraveno)	15
Obrázek 2.3 Poměr ztrát na celkové ploše obálky budovy (zdroj: CPD, upraveno).....	15
Obrázek 2.4 Poměr ztrát mezi okenním rámem a zaklením (zdroj: CPD).....	15
Obrázek 2.5 Dřevěné okno Makrowin 88G2 s integrovanou korkovou izolací (zdroj: Makrowin)	16
Obrázek 2.6 Dřevohliníkové okno Internorm HF310 (zdroj: Internorm)	17
Obrázek 2.7 Osazení oken do tepelné izolace (zdroj, PHI, CPD, upraveno)	17
Obrázek 2.8 Ztráty infiltračí (zdroj: CPD)	18
Obrázek 2.9 Ztráty větráním bez rekuperace (zdroj: CPD, J. Hazucha, upraveno)	19
Obrázek 3.1 Pasivní dům Darmstadt Kranichstein (zdroj: Passipedia).....	21
Obrázek 3.2 Eurogate, Vídeň (zdroj: autor)	22
Obrázek 3.3 Administrativní budova Silo, Vídeň (zdroj: autor)	25
Obrázek 3.4 Pasivní dům Jenišov (zdroj: Kalksandstein CZ s.r.o.)	25
Obrázek 3.5 Pasivní domy koberovy (zdroj: Materiály pro stavbu)	26
Obrázek 3.6 Pasivní administrativní budova INTOZA (zdroj: Intoza s.r.o.)	27
Obrázek 4.1 Postupné plošné zavádění povinností PENB (zdroj: Kateřina Závodníková, Isover, CPD)	30
Obrázek 5.1 Růst investičních nákladů, úroků a provozních nákladů (zdroj: TZB – info). 35	
Obrázek 5.2 Závislost změny velikosti oken na spotřebě energie (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno)	36
Obrázek 5.3 Závislost změny natočení na spotřebě energie (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno)	37
Obrázek 5.4 Závislost změny natočení na nákladech vytápění (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno)	37
Obrázek 5.5 Závislost změny tloušťky izolace na spotřebě energie (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno)	38
Obrázek 5.6 Závislost tloušťky izolace na cenách (zdroj: Ing. Šrubařová – Pochmanová, upraveno).....	38
Obrázek 5.7 Uspořádání před a po optimalizaci (zdroj: TZB – info).....	39
Obrázek 5.8 Optimalizace zasklení (zdroj: TZB – info)	40
Obrázek 7.1 Porovnání měřících metodik (zdroj: Kalksandstein s.r.o., upraveno).....	48
Obrázek 7.2 Procentuální rozdělení typu výstavby (zdroj: Passive house database).....	50

Obrázek 7.3 Procentuální rozdělení konstrukčních systémů (zdroj: Passive house database)	53
Obrázek 7.4 Vývojový trend certifikací dle PHI (zdroj: Passive house database).....	54
Obrázek 7.5 Ukázka struktury databáze (zdroj:autor).....	54
Obrázek 7.6 Rozdělení do krajů (zdroj: CPD)	55
Obrázek 7.7 Grafické znázornění počtu staveb v krajích (zdroj: Zemepis.com, CPD, upraveno).....	55
Obrázek 7.8 Rozdělení materiálů (zdroj: CPD).....	56
Obrázek 7.9 Průběh nákladů obou objektů.....	58
Obrázek 7.10 Porovnání nákladů obou objektů, hypoteční úvěr.....	59
Obrázek 7.11 Závislost spotřeby tepla na nákladech	59

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

A	Plocha [m ²]
CO ₂	Oxid uhličitý
CPD	Centrum pasivního domu
ČSN	Česká státní norma
ČSÚ	Český statistický úřad
EPBD	Energy performance of buildings directive
EPS	Expandovaný pěnový polystyren
g	Součinitel propustnosti celkové energie slunečního záření [%]
JESSICA	Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas
JKSO	Jednotná klasifikace stavebních objektů
LEED	Leadership in energy and enviromental design
n	Neprůvzdušnost [h ⁻¹]
NED	Nízkoenergetický dům
NZÚ	Nová zelená úsporám
PD	Pasivní dům
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
PHI	Passivhaus institut
PHPP	Passive house planning package
SFRB	Státní fond rozvoje bydlení
TNI	Technická normalizační informace
U	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² K)]
ÚRS	Ústav racionalizace ve stavebnictví
V	Objem [m ³]

SEZNAM VZORCŮ

Vzorec 6.1 Přepočet cen stavebních prací.....	46
Vzorec 6.2 Výpočet indexu změny cen stavebních prací.....	46
Vzorec 6.3 Výpočet obestavěného prostoru dle ČSN 73 4055.....	47
Vzorec 6.4 Výpočet obestavěného prostoru dle ČSN 73 4055.....	47

SEZNAM PŘÍLOH

1. Výběr z databáze PHI (4 strany)
(*PHI_DATA.xlsx*)
2. Databáze pasivních a nízkoenergetických staveb v ČR (8 stran)
(*DATABAZE_CPD.accdb*)
3. Ceny, výpočty THU a nákladů (8 stran)
(*CPD_DATA-VYPOCTY.xlsx*)

PŘÍLOHY

1 VÝBĚR Z DATABÁZE PHI

1.1 SVĚT

Počty pasivních objektů s certifikací PHI					
	Evropa	S. Amerika	J. Amerika	Asie	Austrálie
Počty objektů	688	25	2	16	7

1.2 NĚMECKO, RAKOUSKO, FRANCIE

Počty pasivních objektů s certifikací PHI, dle typu				
	Německo	Francie	Rakousko	ČR
klasický RD	156	59	17	2
Řadové domy	47	5	1	0
Bytové domy	23	13	5	1
Administrativa	28	17	9	0
Obytné kolonie (RD)	4	0	0	0
Školy, školky	43	5	1	0

Plochy pasivních objektů s certifikací PHI, dle typu [m ²]			
	Německo	Francie	Rakousko
RD	29057	9004	2807
Bytové domy	83831	18636	38492
Administrativa	77292	13222	47372

Průměrné plochy pasivních objektů s certifikací PHI, dle typu [m ²]			
	Německo	Francie	Rakousko
RD	184	153	175
Bytové domy	3645	1434	7698
Administrativa	2760	778	5264

Konstrukční řešení certifikovaných RD			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	71	15	8
dřevostavby	62	37	7
tvárnice + dřevo	22	6	2
ztracené bednění	1	1	0

Podíl konstrukční řešení certifikovaných RD [%]			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	46	25	47
dřevostavby	40	63	41
tvárnice + dřevo	14	10	12
ztracené bednění	1	2	0

Konstrukční řešení certifikovaných administrativních budov			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	16	4	3
dřevostavby	7	4	3
tvárnice + dřevo	5	6	3
ztracené bednění	0	1	0

Podíl konstrukčního řešení certifikovaných administrativních budov [%]			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	57	27	33
dřevostavby	25	27	33
tvárnice + dřevo	18	40	33
ztracené bednění	0	7	0

Konstrukční řešení certifikovaných bytových objektů			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	13	2	4
dřevostavby	1	3	1
tvárnice + dřevo	9	8	0
ztracené bednění	0	0	0

Podíl konstrukčního řešení certifikovaných bytových objektů [%]			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	57	15	80
dřevostavby	4	23	20
tvárnice + dřevo	39	62	0
ztracené bednění	0	0	0

Celkový počet konstrukčního řešení			
	Německo	Francie	Rakousko
tvárnice	100	21	15
dřevostavby	70	44	11
tvárnice + dřevo	36	20	5
ztracené bednění	1	2	0

Vývoj certifikovaných objektů v čase			
	Německo	Francie	Rakousko
1991	1	0	0
1992	0	0	0
1993	0	0	0
1994	0	0	0
1995	0	0	0
1996	0	0	0
1997	0	0	0
1998	7	0	0
1999	11	0	0
2000	30	0	2
2001	20	0	0
2002	15	0	1
2003	25	0	1
2004	26	0	1
2005	29	0	1
2006	15	0	2
2007	22	2	4
2008	27	1	4
2009	28	5	4
2010	31	12	3
2011	39	15	4
2012	33	28	12
2013	20	29	2
2014	7	11	0

2 DATABÁZE PASIVNÍCH A NÍZKOENERGETICKÝCH STAVEB V ČR

ID	Název	Typ stavby	Material	Kraj	Podlahová plocha	Obestavěný prostor	Spotřeba tepla	Primární energie	Neprůvzdušnost	Náklady
1	RD Beroun	1	1	2	129	569	18	80	0,43	
2	RD Příbram - Zdaboř	1	1	2	143	650	17	83		
3	RD Dříteň	1	1	6	141	625	15	88		
4	RD Ústí nad Orlicí	1	1	13	137	609	16	85		
5	RD Kyje	1	1	1	128		26	83		
6	RD Kostelec	1	1	14	169	689	17	68		
7	RD Malá Vrbka	1	2	7			25			
8	EPD Kolovraty	1	2	1	155	633	13	72		
9	EPD Vělopolí	1	2	11	190		15	119	0,6	
10	EPD Horní Slivno	1	2	2	187	183	16	80	0,6	
11	EPD Těptín	1	2	2	148	632	20	75	0,6	
12	EPD Tuchoměřice	1	2	2	202	672	16	13	0,43	
13	EPD Strašín – Říčany	1	2		155	586	18	18	0,48	
14	EPD Přerov nad Labem	1	2	2	193	659	23	19	0,58	
15	EPD Modřany II	1	2	1	165	601	19	20	0,45	
16	Pasivní dům Krtely	1	1	6	160	489	14	168	0,4	3 000 000,00 Kč
17	Rodinný dům Kubšice	1	2	7	286	682	34	34	0,7	
18	Pasivní dům Veřovice	1	2	11	158	517	15	110	0,44	2 000 000,00 Kč
19	Dům Atrea Mníšek pod Brdy	1	2	2	160	493	13	30	0,22	
20	ZUŠ Holice	4	1	13	2041	9256	8	92		43 000 000,00 Kč
21	RD Všechnovice	1	1		168		15	90	0,6	
22	EPRD Zvole	1	1	4	115		15	126		
23	EPRD Blažovice	1	1	7	133	558	12	48	0,1	4 000 000,00 Kč
24	RD Jablonná	1	2	2	125	467	19	87	0,5	
25	RD Tlumačov	1	2	14	152	467	19	85	0,5	
26	RD Dubňany	1	2	7	229		18	51	0,24	
27	RD Benešov	1	1	2	181	765	20	32	0,25	6 000 000,00 Kč
28	RD Česká Třebová	1	2	13	155	738	19	68		
29	Pasivní dům Pod třešní	1	1	12	239	804	13	74		
30	RD Obřany	1	1	7	157	716	17	36	0,49	
31	Řepov	1	1	2	169		18	89		

32	Čihadla	1	1	2	124		19	90		
33	Bor u Tachova	1	1	14	165		19			
34	Bučí	1	1	14	86		19	77	0,44	
35	Ejpovice	1	2	14	198		20	87	0,6	
36	Pasivní dům Hamry nad Sázavou	1	1	4			15	0		
37	Slaměný dům Rádlo	1	5	10	234	634	24	120	0,2	
38	Dům Nad vodopásem	1	2	4	134		19	81	0,32	
39	EPD Slamáček	1	5	2	119	786	12	53	0,6	
40	Univerzitní centrum ČVUT	3	2	2	3960	32350	31			288 000 000,00 Kč
41	Pasivní dům v Dobřanech	1	1	14	99	731	18	170		4 000 000,00 Kč
42	Park Hloubětín	2	1	1	7000		11	11	0,6	
43	Dřevěný dům Baranovice	1	2	11			25		0,8	
44	Pasivní dům Malšova Lhota	1	2	9	110	519	12	120	0,32	
45	Pasivní dům Kladno	1	2	2	200	929	15	50	0,17	
46	Pasivní slaměný dům Pod Radobýlem	1	5	5	0		15			3 000 000,00 Kč
47	Pasivní dřevěný dům Kamýk	1	2	1	149	575	18	83	0,31	
48	Futura Neo	1	2	2	98	487	19	89		
49	Vila Na Výsluní	2	1	1	1524	5351	13		0,45	50 000 000,00 Kč
50	RD Hradištko	1	2	2	105	524	17	69	0,5	
51	Ecocity Malešice	2	1	1	3465	13531	11		0,4	120 000 000,00 Kč
52	RD Černošice 02	1	2	2	80	281	15	54	0,4	
53	Pasivní dům Jílové u Prahy	1	2	2	176	691	13	75	0,6	
54	RD Hamry nad Sázavou	1	1	4	149	510	15	54	0,25	3 000 000,00 Kč
55	Plzeň – Valcha	1	1	14	149	992	13	87	0,6	
56	Praha – Stodůlky	1	1	1	150	1213	19	120	0,6	
57	RD Mantov	1	1	14	90		15	50	0,6	
58	Davle	1	1	2	125		23	59	0,6	
59	Rodinný dům Na Stráni	1	2	3	125		25	50	0,26	
60	RD Šťáhlavy	1	1	14	122		19	58	0,6	
61	Koti Hyacint F	2	1	1	560	8288	15	54		
62	RD Plzeň 2	1	2	14	123	835	20	66	0,5	
63	Otevřená zahrada	3	3	7	562	5564	7	54	0,5	63 000 000,00 Kč
64	RD Míčkov	1	2	7	122	586	22	31		
65	RD Praha 9	1	2	1	215	1030	14	119	0,6	

66	RD Krakov	1	2	2	211	877	14	76	0,6	
67	Dům Isover v Záhořanech	1	1	2	133	907	15	88	0,6	5 500 000,00 Kč
68	Mini RD	7	1	7	61	401	15	76	0,6	1 804 500,00 Kč
69	RD Osek nad Bečvou	1	1	12	147	578	19		0,6	
70	RD Dubňany	1	2	7	125		20	50	0,6	
71	RD Plešnice	1	1	14	89		21		0,6	
72	Dům Atrea Kosmonosy	1	2	2	97		14	31	0,21	
73	Pasivní RD V Pučerech	1	2	2	155	574	15	120	0,4	3 200 000,00 Kč
74	RD Vysoká nad Labem	1	1	9	105	639	14	48	0,6	
75	Dům Atrea Klokočí	1	2	10	83		15		0,28	
76	Dům Atrea Ústí nad Labem	1	2	5	89		15	33	0,5	
77	Dům Atrea Liberec – Harcov	1	2	10	84		15	55	0,3	
78	Dům Atrea Cerekvice	1	2	9	85		15		0,36	
79	Dům Atrea České Budějovice	1	2	6	78		13	17	0,3	
80	Dům Atrea Tábor	1	2	6	88		15		0,21	
81	Dům Atrea Mnichovice	1	2	2	85		15		0,22	
82	Dům Atrea Choceň	1	2	13	87		20		0,3	
83	Dům Atrea Plzeň	1	2	14	91		15		0,25	
84	Dům Atrea/Juwi Polevsko	1	2	10	80		15		0,22	
85	RD Plesná	1	2	11	90	567	18	59	0,37	
86	RD Atrea Kolovraty	1	2	1	102		15	17	0,23	
87	Pasivní dům Zlín	1	1	3	193	612	13	66	0,6	
88	RD Suchdol Lysolajská	1	2	1	114		19	41	0,18	6 000 000,00 Kč
89	RD Hýskov	1	1	2	159	762	12	36	0,16	
90	RD Olomouc – Lošov	1	1	12	129	891	17	52	0,6	
91	RD Náměšť na Hané	1	1	12	112	702	11	34	0,57	3 500 000,00 Kč
92	RD Šardice	1	1	7	121	490	18	47	0,29	1 600 000,00 Kč
93	RD Šternberk	1	1	12	161	719	17	31	0,6	
94	RD Vřesina	1	2	11	93	586	15	111		
95	RD Bystřec	1	1	7	150		21		0,6	
96	RD Beryl Polanka nad Odrou	1	2	11	143	679	15	40	0,31	
97	RD Olešná	1	2	2	63		31	122	0,45	
98	RD Lobčec	1	1	2	126		18	83	0,6	
99	RD Herink	1	1	2	144		24	118	0,6	
100	RD Radonice	1	1	2	114		20	105	0,27	
101	RD Halže	1	1	14	135	608	18	88		

102	RD Odolena Voda	1	1	2	154	665	19	89		
103	RD Řenče	1	1	14	107		23	119	0,6	
104	RD Velká Dobrá	1	1	2	96		20	116	0,6	
105	RD Rudolfov	1	1	6	130		17	56	0,6	
106	RD Řevnice	1	2	2	120		15	100	0,32	3 935 300,00 Kč
107	RD Achát	1	2	11	118	525	15	48	0,29	
108	RD Citrín Štarnov	1	2	12	103	488	22		0,21	
109	RD Citrín	1	2	12	103	488	15	50	0,21	
110	RD Most	1	1	5	167	1192	14	110		7 000 000,00 Kč
111	Plusový dům Chimney	1	2	7	202	595	10	-60		
112	RD Rožmitál pod Třemešínem	1	2	2	114	771	14	82	0,26	
113	PARD Útěchov	1	1	7	124	584	15	107	0,36	4 500 000,00 Kč
114	RD Bdeněves	1	1	14	108		22	59	0,6	
115	RD Třebechovice pod Orebem	1	1	9	143	659	19	58	0,4	3 500 000,00 Kč
116	RD Brno Bystrc	1	1	7	133	539	24	109		
117	RD Křimice	1	1	14	86		23	129	0,51	
118	RD Praha Vinoř	1	2	1	100		15	39	0,38	
119	Pasivní Obytný ateliér v Ostrově u Macochy	1	2	7	85	457	23	56	0,6	1 500 000,00 Kč
120	Kulatý dům v Rapoticích	1	2	4	150	754	15	75	0,6	3 000 000,00 Kč
121	RD Rokytnice v Orlických Horách	1	2	9	123	419	15	0	0,15	
122	RD v Olešku	1	2	2	85	569	12	115		
123	Pasivní dřevostavba Ratměřice	1	2	2	122	485	25	89	0,4	
124	RD Pstruží	1	2	11	85	529	20	57	0,25	
125	Rodinný dům Ve Svahu	1	1	7	160	640	13	51	0,46	
126	RD Dětmárovice	1	2	11	84	525	20	58	0,38	
127	Nulový RD v Hustopečích	1	1	7	90	721	13	-36	0,19	
128	RD Kolín	1	2	2	158		14	11	0,33	
129	RD Přybslav	1	2	4	149		14	15	0,13	
130	EPRD Rosice	1	1	7	97		14	17	0,22	3 500 000,00 Kč
131	RD Modřany	1	1	1	126	873	21	113	0,6	
132	NERD Svitavy	1	1	13	90	570	21	87	0,4	3 000 000,00 Kč
133	RD Netunice	1	1	14	118		21	115	0,6	
134	RD Plzeň – Litice	1	1	14	89		20	123	0,27	
135	RD Ptice	1	2	2	135		19	36	0,16	5 500 000,00 Kč
136	BD Pod Altánem	2	1	1	298	3820	15	101	0,6	
137	RD Vodslivy	1	1	2	169	1005	32	50	0,39	

138	EPD Atrea Brandýs	1	2	2	100	552	15		0,27	4 100 000,00 Kč
139	RD Teplice	1	1	5	128		16	55	0,43	
140	RD Senomaty	1	1	2	121	658	19	53	0,12	
141	RD Wankel Rotary Engine	1	1	7	175	743	15		0,15	
142	RD Rajhrad	1	1	7	142	962	29		0,8	
143	RD Nezdice	1	2	14	150	1139	25	95	0,36	
144	RD Zeleneč	1	1	2	90	513	20	56	0,56	
145	RD Žežice	1	1	2	86	605	20	109	0,44	
146	RD Chrastava v CHKO	1	2	10	107	568	20	57	0,6	
147	RD Sedlčany	1	2	2	155	700	20	49	0,58	4 950 000,00 Kč
148	RD Hradištko	1	2	2	93	669	23	72	0,6	
149	RD Hradčany C2	1	2	7	68	445	26	95	0,52	
150	RD Hradčany B1	1	2	7	298	566	35	51	0,6	
151	EPD Brandýs nad Labem	1	2	2	141	743	20	86	0,48	4 500 000,00 Kč
152	EPD Kamenice	1	2	2	71	510	14	88	0,55	3 100 000,00 Kč
153	RD Chomutov – Pod Lesem	1	2	5	266	1370	15	30	0,26	
154	RD Štěnovice	1	1	14	200	1501	24	112	0,26	7 500 000,00 Kč
155	RD Eneus	1	1	2	168	652	13	70	0,6	7 500 000,00 Kč
156	BD Dubňany	2	1	7	1001	21381	12	43		
157	Pasivní byt Dolní Měcholupy	6	1	1	57	180	14	37	0,6	1 966 000,00 Kč
158	RD Jablonec nad Nisou	1	2	10	135	917	14	61	0,6	8 000 000,00 Kč
159	RD Chocerady	1	2	2	173	667	22	71	0,59	5 150 000,00 Kč
160	RD Slatina	1	2	11	105	558	20	116	0,29	3 250 000,00 Kč
161	EPD Buková	1	1	2	97	637	19	126	0,6	
162	RD Popice	1	2	4	121	480	14	55	0,4	2 600 000,00 Kč
163	RD Nová Paka	1	2	9	155	756	22	65	0,6	4 570 000,00 Kč
164	PD Jablonec nad Nisou	1	2	10	109	706	15	22	0,26	
165	RD Hausnerových	1	1	14	102	848	21	75	0,6	
166	RD Předenice	1	1	14	83	628	19	114	0,47	3 500 000,00 Kč
167	RD Chválenice	1	1	14	87	660	12	53	0,6	4 200 000,00 Kč
168	RD Sedlec	1	1	14	93	735	23	127	0,15	4 000 000,00 Kč
169	RD Dobřany	1	1	14	106	550	19	59	0,27	3 900 000,00 Kč
170	RD Vrchlabí	1	1	8	152	967	16	107	0,3	5 000 000,00 Kč
171	RD Veltrusy	1	1	2	98	650	19	120	0,05	
172	PD Nevid	1	1	14	103	660	16	98	0,6	
173	PD Srch	1	1	13	154	895	16	57	0,3	4 800 000,00 Kč
174	RD Kurdějov	1	1	7	157	577	28	60	0,6	
175	RD Fryčovice	1	1	11	162	743	20	56	0,6	

176	RD Vrábče	1	1	6	207	561	18	54	0,26	
177	RD Únětice	1	2	14	160	623	34	30	0,5	
178	RD Čtyřkoly	1	2	2	105	379	22	112	0,59	
179	RD Benešov u Boskovic	1	2	7	64	394	14	60	0,37	
180	RD Litovel	1	2	12	91	544	19	60	0,31	
181	EPD Hlinsko	1	2	12	121	424	18	96	0,41	
182	RD Doudlevice	1	1	14	80	495	20		1	
183	RD Černý Vůl	1	2	2	130		20	58	0,49	
184	RD Milady Horákové	1	1	9	124	696	15	49	0,6	7 700 000,00 Kč
185	PD Horažďovice	1	1	14	87	464	24	86	0,53	
186	PD Liberec	1	1	10	105	659	24	110	0,4	
187	PD Dýšina	1	1	14	89	667	18	60	0,6	3 900 000,00 Kč
188	PD Dobřany	1	1	14	102	654	18	107	0,6	
189	Inteza – Ostrava	3	1	11	386	5512	12	111	0,17	
190	RD Proseč u Seče	1	1	14	89	491	17	53	0,6	
191	RD Dolany	1	1	2	106	559	17	52		
192	RD Koberovy	1	2	10	83	449	15	118	0,53	
193	RD Spálené Poříčí	1	1	14	138	494	19	114	0,08	
194	Vzdělávací Středisko Atrea Koberovy	7	2	10	115	611	15	110	0,53	
195	PD Votice	1	2	2	97	733	15	135	0,57	4 400 000,00 Kč
196	PD Dubňany	1	2	7	148	645	15	30	0,51	4 957 127,00 Kč
197	RD Mnichovice	1	1	2	115	606	14	60	0,45	
198	RD Ločenice	1	2	9	146	618	15	79	0,14	
199	RD Uhřetěves	1	2	1	152	660	15	85	0,48	
200	RD Bukovina	1	1	9	100	593	13	44	0,6	3 300 000,00 Kč
201	RD Český Brod	1	2	2	120	515	16	110	0,3	
202	PARD Františkovy Lázně	1	1	8	126	831	13	43	0,11	
203	ND Vysočina	1	2	4	143	1063	18	53	0,23	
204	RD K Milovicům	1	1	2	170	344	20	53	0,52	3 900 000,00 Kč
205	RD Milotice	1	2	7	122	856	15		0,51	
206	PD Písek	1	2	6	193	1040	25	16	0,6	6 000 000,00 Kč
207	PD Na Podvolání	1	2	11	155	563	13	27	0,42	3 000 000,00 Kč
208	PD Hlincova Hora	1	2	6	120	375	8	15	0,3	3 100 000,00 Kč
209	RD Jihlava	1	1	4	105	715	20	133	0,31	
210	PD Plandry	1	1	4	113	417	15	81	0,32	1 800 000,00 Kč
211	RD Hromnice	1	1	14	104	658	18	113	0,13	
212	RD Krásné Pole	1	1	11	90	630	13	50	0,6	
213	RD Popice	1	2	7	114		13	45	0,33	2 000 000,00 Kč
214	RD Jenišov	1	1	8	121	518	15	96	0,29	2 800 000,00 Kč

215	RD Smaragd Bělkovice	1	2	12	91	601	15	102	0,48	
216	RD Karneol	1	2	9	80	119	16	159	0,34	
217	RD Třemošná	1	2	14	92	541	17	59	0,5	
218	RD Rubín	1	2	12	79	458	15	170	0,7	
219	RD Dědice	1	2	7	167	640	31	60	0,49	
220	RD Studenec	1	1	4	112	768	15	48	0,27	4 200 000,00 Kč
221	RD Bystře Vějíř	1	1	7	168	620	12	89	0,3	3 500 000,00 Kč
222	RD Židlochovice I	1	1	7	80	397	15	69	0,38	2 900 000,00 Kč
223	RD Židlochovice II	1	1	7	82	563	14	89	0,48	3 300 000,00 Kč
224	EPD Rychnov	1	2	10	139		14	112	0,88	
225	PD Letovice II	1	2	7	97	514	15	2	0,21	
226	RD Petřkovice	1	2	11	112	523	14	107	0,2	
227	Centrum Veronica	3	1	3	1743	2953	18	1	0,7	24 000 000,00 Kč
228	RD Kostomlaty	1	2	2	128	474	26	2		
229	RD Hradčany	1	2	7	106	424	36	60	0,71	
230	RD Zlatníky	1	2	2	79	492	15		0,17	
231	RD Kosoř	1	2	2	108	719	22	100	0,21	
233	RD Habrovany	1	2	2	143	640	15	90	0,45	2 700 000,00 Kč

LEGENDA

ID	Materiál
1	Tvárnice
2	Dřevostavba
3	Tvárnice + Dřevo
4	Ztracené bednění
5	Sláma

ID	Kraj
1	Praha
2	Středočeský kraj
3	Zlínský kraj
4	Vysočina
5	Ústecký kraj
6	Jihočeský Kraj
7	Jihomoravský kraj
8	Karlovarský kraj
9	Královéhradecký kraj
10	Liberecký kraj
11	Moravskoslezský kraj
12	Olomoucký kraj
13	Pardubický kraj
14	Plzeňský kraj

ID	Typ
1	Rodinný dům
2	Bytový dům
3	Administrativní objekt
4	Škola
5	Školka
6	Byt
7	Jiný

3 CENY

3.1 SEZNAM DOMŮ – ZJIŠTĚNÁ CENA A THU

Typ stavby	Materiál	Kraj	Podlahová plocha	Obestavěný prostor	Spotřeba tepla	Primární energie	Neprůvzdušnost	Náklady	Rok	Kč/m ³	I	Kč/m ³ 2014
RD	1	6	160	489	14	168	0,4	3 000 000 Kč	2013	6 135 Kč	0,991055	6 080 Kč
RD	2	11	158	517	15	110	0,44	2 000 000 Kč	2013	3 868 Kč	0,991055	3 834 Kč
RD	1	7	133	558	12	48	0,1	4 000 000 Kč	2013	7 168 Kč	0,991055	7 104 Kč
RD	1	2	181	765	20	32	0,25	6 000 000 Kč	2012	7 843 Kč	1,002683	7 864 Kč
RD	1	9	124	696	15	49	0,6	7 700 000 Kč	2009	11 063 Kč	1,018784	11 271 Kč
RD	1	14	89	667	18	60	0,6	3 900 000 Kč	2011	5 847 Kč	1,008945	5 899 Kč
RD	2	2	97	733	15	135	0,57	4 400 000 Kč	2009	6 003 Kč	1,018784	6 115 Kč
RD	2	7	148	645	15	30	0,51	4 957 127 Kč	2010	7 685 Kč	1,013417	7 789 Kč
RD	1	9	100	593	13	44	0,6	3 300 000 Kč	2010	5 565 Kč	1,013417	5 640 Kč
RD	1	2	170	344	20	53	0,52	3 900 000 Kč	2010	11 337 Kč	1,013417	11 489 Kč
RD	2	6	193	1040	25	16	0,6	6 000 000 Kč	2009	5 769 Kč	1,018784	5 878 Kč
RD	2	11	155	563	13	27	0,42	3 000 000 Kč	2011	5 329 Kč	1,008945	5 376 Kč
RD	2	6	120	375	8	15	0,3	3 100 000 Kč	2009	8 267 Kč	1,018784	8 422 Kč
RD	1	4	113	417	15	81	0,32	1 800 000 Kč	2009	4 317 Kč	1,018784	4 398 Kč
RD	1	8	121	518	15	96	0,29	2 800 000 Kč	2010	5 405 Kč	1,013417	5 478 Kč
RD	1	9	143	659	19	58	0,4	3 500 000 Kč	2010	5 311 Kč	1,013417	5 382 Kč
RD	2	7	85	457	23	56	0,6	1 500 000 Kč	2009	3 282 Kč	1,018784	3 344 Kč
RD	2	4	150	754	15	75	0,6	3 000 000 Kč	2013	3 979 Kč	0,991055	3 943 Kč
RD	1	13	90	570	21	87	0,4	3 000 000 Kč	2011	5 263 Kč	1,008945	5 310 Kč
RD	2	2	100	552	15		0,27	4 100 000 Kč	2011	7 428 Kč	1,008945	7 494 Kč
RD	1	14	99	731	18	170		4 000 000 Kč	2011	5 472 Kč	1,008945	5 521 Kč
RD	1	4	149	510	15	54	0,25	3 000 000 Kč	2013	5 882 Kč	0,991055	5 830 Kč
RD	1	2	133	907	15	88	0,6	5 500 000 Kč	2013	6 064 Kč	0,991055	6 010 Kč
RD	2	2	155	574	15	120	0,4	3 200 000 Kč	2014	5 575 Kč	1	5 575 Kč
RD	1	4	112	768	15	48	0,27	4 200 000 Kč	2009	5 469 Kč	1,018784	5 571 Kč
RD	1	7	168	620	12	89	0,3	3 500 000 Kč	2010	5 645 Kč	1,013417	5 721 Kč
RD	1	7	80	397	15	69	0,38	2 900 000 Kč	2010	7 305 Kč	1,013417	7 403 Kč
RD	1	7	82	563	14	89	0,48	3 300 000 Kč	2010	5 861 Kč	1,013417	5 940 Kč
RD	2	2	143	640	15	90	0,45	2 700 000 Kč	2010	4 219 Kč	1,013417	4 275 Kč
RD	1	5	167	1192	14	110		7 000 000 Kč	2012	5 872 Kč	1,002683	5 888 Kč
RD	1	7	124	584	15	107	0,36	4 500 000 Kč	2013	7 705 Kč	0,991055	7 637 Kč
RD	2	2	155	700	20	49	0,58	4 950 000 Kč	2013	7 071 Kč	0,991055	7 008 Kč

RD	2	2	141	743	20	86	0,48	4 500 000 Kč	2011	6 057 Kč	1,008945	6 111 Kč
RD	2	2	71	510	14	88	0,55	3 100 000 Kč	2011	6 078 Kč	1,008945	6 133 Kč
RD	1	14	200	1501	24	112	0,26	7 500 000 Kč	2011	4 997 Kč	1,008945	5 041 Kč
RD	1	2	168	652	13	70	0,6	7 500 000 Kč	2011	11 503 Kč	1,008945	11 606 Kč
RD	2	10	135	917	14	61	0,6	8 000 000 Kč	2014	8 724 Kč	1	8 724 Kč
RD	2	2	173	667	22	71	0,59	5 150 000 Kč	2010	7 721 Kč	1,013417	7 825 Kč
RD	2	11	105	558	20	116	0,29	3 250 000 Kč	2011	5 824 Kč	1,008945	5 876 Kč
RD	2	4	121	480	14	55	0,4	2 600 000 Kč	2011	5 417 Kč	1,008945	5 465 Kč
RD	2	9	155	756	22	65	0,6	4 570 000 Kč	2011	6 045 Kč	1,008945	6 099 Kč
RD	1	14	83	628	19	114	0,47	3 500 000 Kč	2011	5 573 Kč	1,008945	5 623 Kč
RD	1	14	87	660	12	53	0,6	4 200 000 Kč	2012	6 364 Kč	1,002683	6 381 Kč
RD	1	14	93	735	23	127	0,15	4 000 000 Kč	2011	5 442 Kč	1,008945	5 491 Kč
RD	1	14	106	550	19	59	0,27	3 900 000 Kč	2014	7 091 Kč	1	7 091 Kč
RD	1	8	152	967	16	107	0,3	5 000 000 Kč	2011	5 171 Kč	1,008945	5 217 Kč
RD	1	13	154	895	16	57	0,3	4 800 000 Kč	2010	5 363 Kč	1,013417	5 435 Kč
RD	1	12	112	702	11	34	0,57	3 500 000 Kč	2011	4 986 Kč	1,008945	5 030 Kč
RD	1	7	121	490	18	47	0,29	1 600 000 Kč	2011	3 265 Kč	1,008945	3 295 Kč

PRŮMĚRNÉ THU

Op [m3]	Kč/m.j.
663,4	6 264 Kč

ZDĚNÉ DOMY

Op [m3]	Kč/m.j.
677,6	6 388 Kč

DŘEVĚNÉ DOMY

Op [m3]	Kč/m.j.
641,1	6 068 Kč

PRŮMĚRNÁ POTŘEBA TEPLA – ZDĚNÉ

16,2 kWh/(m²a)

PRŮMĚRNÁ POTŘEBA TEPLA – DŘEVĚNÉ

16,8 kWh/(m²a)

PRŮMĚRNÁ POTŘEBA TEPLA – VŠECHNY

16,4 kWh/(m²a)

3.2 LEGENDA

ID	Materiál
1	Tvárnice
2	Dřevostavba
3	Tvárnice + Dřevo
4	Ztracené bednění
5	Sláma

ID	Kraj
1	Praha
2	Středočeský kraj
3	Zlínský kraj
4	Vysočina
5	Ústecký kraj
6	Jihočeský Kraj
7	Jihomoravský kraj
8	Karlovarský kraj
9	Královéhradecký kraj
10	Liberecký kraj
11	Moravskoslezský kraj
12	Olomoucký kraj
13	Pardubický kraj
14	Plzeňský kraj

3.3 PŘEPOČTOVÉ INDEXY

3.3.1 PŘEPOČTOVÝ INDEX NA ROK

Rok	I
2009	1,018784
2010	1,013417
2011	1,008945
2012	1,002683
2013	0,991055

$$I = \frac{\text{index pro rok, ke kterému je známa cena}}{\text{index pro rok, na který je cenu potřeba přepočíst}}$$

3.3.2 INDEXY V LETECH (ČSÚ)

Rok	Index
2009	113,9
2010	113,3
2011	112,8
2012	112,1
2013	110,8
2014	111,8

3.4 POROVNÁNÍ OBJEKTŮ

	Cena	Plocha	Potřeba tepla	Vícenáklady	%	Splátka hypotéky (měsíčně)
Pasivní dům	4 725 723 Kč	136,9	16,4	714 986 Kč	17,8%	18 281,58 Kč
Konvenční dům	4 010 737 Kč	136,9	90,0			15 515,64 Kč

ODHAD NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ, PASIV

2,27	Kč/kWh	kondenzační plynový kotel (102 %)	
1	roční růst cen energie [%]		

ODHAD NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ, KONVENČNÍ

2,27	Kč/kWh	kondenzační plynový kotel (102 %)	
1	roční růst cen energie [%]		

3.5 NÁKLADY PASIVNÍHO DOMU

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Cena energie	Kumulativní náklad	S hypotékou	Kum. náklad - hypotéka
0	4 725 723 Kč			4 725 723 Kč		
1		5 097 Kč	2,3	4 730 820 Kč	219 379 Kč	224 475 Kč
2		5 147 Kč	2,3	4 735 967 Kč	219 379 Kč	449 002 Kč
3		5 199 Kč	2,3	4 741 166 Kč	219 379 Kč	673 580 Kč
4		5 251 Kč	2,3	4 746 417 Kč	219 379 Kč	898 210 Kč
5		5 303 Kč	2,4	4 751 720 Kč	219 379 Kč	1 122 892 Kč
6		5 356 Kč	2,4	4 757 077 Kč	219 379 Kč	1 347 628 Kč

7		5 410 Kč	2,4	4 762 487 Kč	219 379 Kč	1 572 417 Kč
8		5 464 Kč	2,4	4 767 951 Kč	219 379 Kč	1 797 260 Kč
9		5 519 Kč	2,5	4 773 470 Kč	219 379 Kč	2 022 157 Kč
10		5 574 Kč	2,5	4 779 044 Kč	219 379 Kč	2 247 110 Kč
11		5 630 Kč	2,5	4 784 674 Kč	219 379 Kč	2 472 119 Kč
12		5 686 Kč	2,5	4 790 360 Kč	219 379 Kč	2 697 184 Kč
13		5 743 Kč	2,6	4 796 102 Kč	219 379 Kč	2 922 306 Kč
14		5 800 Kč	2,6	4 801 903 Kč	219 379 Kč	3 147 485 Kč
15		5 858 Kč	2,6	4 807 761 Kč	219 379 Kč	3 372 722 Kč
16		5 917 Kč	2,6	4 813 678 Kč	219 379 Kč	3 598 018 Kč
17		5 976 Kč	2,7	4 819 654 Kč	219 379 Kč	3 823 373 Kč
18		6 036 Kč	2,7	4 825 690 Kč	219 379 Kč	4 048 788 Kč
19		6 096 Kč	2,7	4 831 786 Kč	219 379 Kč	4 274 263 Kč
20		6 157 Kč	2,7	4 837 943 Kč	219 379 Kč	4 499 799 Kč
21		6 219 Kč	2,8	4 844 162 Kč	219 379 Kč	4 725 397 Kč
22		6 281 Kč	2,8	4 850 443 Kč	219 379 Kč	4 951 057 Kč
23		6 344 Kč	2,8	4 856 786 Kč	219 379 Kč	5 176 780 Kč
24		6 407 Kč	2,9	4 863 194 Kč	219 379 Kč	5 402 566 Kč
25		6 471 Kč	2,9	4 869 665 Kč	219 379 Kč	5 628 416 Kč
26		6 536 Kč	2,9	4 876 201 Kč	219 379 Kč	5 854 331 Kč
27		6 601 Kč	2,9	4 882 802 Kč	219 379 Kč	6 080 311 Kč
28		6 667 Kč	3,0	4 889 469 Kč	219 379 Kč	6 306 357 Kč
29		6 734 Kč	3,0	4 896 203 Kč	219 379 Kč	6 532 470 Kč
30		6 801 Kč	3,0	4 903 005 Kč	219 379 Kč	6 758 650 Kč
31		6 869 Kč	3,1	4 909 874 Kč		6 765 520 Kč
32		6 938 Kč	3,1	4 916 812 Kč		6 772 458 Kč
33		7 007 Kč	3,1	4 923 819 Kč		6 779 465 Kč
34		7 077 Kč	3,2	4 930 897 Kč		6 786 543 Kč
35		7 148 Kč	3,2	4 938 045 Kč		6 793 691 Kč
36		7 220 Kč	3,2	4 945 265 Kč		6 800 911 Kč
37		7 292 Kč	3,2	4 952 557 Kč		6 808 203 Kč
38		7 365 Kč	3,3	4 959 922 Kč		6 815 567 Kč
39		7 438 Kč	3,3	4 967 360 Kč		6 823 006 Kč
40		7 513 Kč	3,3	4 974 873 Kč		6 830 519 Kč
41		7 588 Kč	3,4	4 982 461 Kč		6 838 107 Kč
42		7 664 Kč	3,4	4 990 125 Kč		6 845 771 Kč
43		7 741 Kč	3,4	4 997 865 Kč		6 853 511 Kč
44		7 818 Kč	3,5	5 005 683 Kč		6 861 329 Kč
45		7 896 Kč	3,5	5 013 580 Kč		6 869 225 Kč
46		7 975 Kč	3,6	5 021 555 Kč		6 877 200 Kč
47		8 055 Kč	3,6	5 029 609 Kč		6 885 255 Kč

48		8 135 Kč	3,6	5 037 745 Kč		6 893 391 Kč
49		8 217 Kč	3,7	5 045 962 Kč		6 901 607 Kč
50		8 299 Kč	3,7	5 054 260 Kč		6 909 906 Kč
51		8 382 Kč	3,7	5 062 642 Kč		6 918 288 Kč
52		8 466 Kč	3,8	5 071 108 Kč		6 926 754 Kč
53		8 550 Kč	3,8	5 079 658 Kč		6 935 304 Kč
54		8 636 Kč	3,8	5 088 294 Kč		6 943 940 Kč
55		8 722 Kč	3,9	5 097 017 Kč		6 952 662 Kč
56		8 809 Kč	3,9	5 105 826 Kč		6 961 472 Kč
57		8 898 Kč	4,0	5 114 724 Kč		6 970 369 Kč
58		8 987 Kč	4,0	5 123 710 Kč		6 979 356 Kč
59		9 076 Kč	4,0	5 132 786 Kč		6 988 432 Kč
60		9 167 Kč	4,1	5 141 954 Kč		6 997 599 Kč
61		9 259 Kč	4,1	5 151 212 Kč		7 006 858 Kč
62		9 351 Kč	4,2	5 160 564 Kč		7 016 210 Kč
63		9 445 Kč	4,2	5 170 009 Kč		7 025 654 Kč
64		9 539 Kč	4,2	5 179 548 Kč		7 035 194 Kč
65		9 635 Kč	4,3	5 189 183 Kč		7 044 829 Kč

3.6 NÁKLADY KONVENČNÍHO DOMU

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Cena energie	Kumulativní náklad	S hypotékou	Kum. náklad - hypotéka
0	4 010 737 Kč			4 010 737 Kč		
1		20 206 Kč	1,6	4 030 943 Kč	186 187,68 Kč	206 394,12 Kč
2		20 409 Kč	1,7	4 051 352 Kč	186 187,68 Kč	412 990,30 Kč
3		20 613 Kč	1,7	4 071 965 Kč	186 187,68 Kč	619 790,57 Kč
4		20 819 Kč	1,7	4 092 783 Kč	186 187,68 Kč	826 796,97 Kč
5		21 027 Kč	1,7	4 113 810 Kč	186 187,68 Kč	1 034 011,55 Kč
6		21 237 Kč	1,7	4 135 047 Kč	186 187,68 Kč	1 241 436,40 Kč
7		21 450 Kč	1,7	4 156 497 Kč	186 187,68 Kč	1 449 073,63 Kč
8		21 664 Kč	1,8	4 178 161 Kč	186 187,68 Kč	1 656 925,35 Kč
9		21 881 Kč	1,8	4 200 042 Kč	186 187,68 Kč	1 864 993,70 Kč
10		22 099 Kč	1,8	4 222 141 Kč	186 187,68 Kč	2 073 280,87 Kč
11		22 320 Kč	1,8	4 244 462 Kč	186 187,68 Kč	2 281 789,03 Kč
12		22 544 Kč	1,8	4 267 005 Kč	186 187,68 Kč	2 490 520,40 Kč
13		22 769 Kč	1,8	4 289 774 Kč	186 187,68 Kč	2 699 477,20 Kč
14		22 997 Kč	1,9	4 312 771 Kč	186 187,68 Kč	2 908 661,69 Kč
15		23 227 Kč	1,9	4 335 998 Kč	186 187,68 Kč	3 118 076,15 Kč
16		23 459 Kč	1,9	4 359 457 Kč	186 187,68 Kč	3 327 722,88 Kč
17		23 694 Kč	1,9	4 383 151 Kč	186 187,68 Kč	3 537 604,20 Kč

18		23 931 Kč	1,9	4 407 081 Kč	186 187,68 Kč	3 747 722,46 Kč
19		24 170 Kč	2,0	4 431 251 Kč	186 187,68 Kč	3 958 080,02 Kč
20		24 412 Kč	2,0	4 455 663 Kč	186 187,68 Kč	4 168 679,28 Kč
21		24 656 Kč	2,0	4 480 318 Kč	186 187,68 Kč	4 379 522,66 Kč
22		24 902 Kč	2,0	4 505 221 Kč	186 187,68 Kč	4 590 612,59 Kč
23		25 151 Kč	2,0	4 530 372 Kč	186 187,68 Kč	4 801 951,55 Kč
24		25 403 Kč	2,1	4 555 775 Kč	186 187,68 Kč	5 013 542,02 Kč
25		25 657 Kč	2,1	4 581 432 Kč	186 187,68 Kč	5 225 386,52 Kč
26		25 913 Kč	2,1	4 607 345 Kč	186 187,68 Kč	5 437 487,58 Kč
27		26 173 Kč	2,1	4 633 517 Kč	186 187,68 Kč	5 649 847,78 Kč
28		26 434 Kč	2,1	4 659 952 Kč	186 187,68 Kč	5 862 469,70 Kč
29		26 699 Kč	2,2	4 686 650 Kč	186 187,68 Kč	6 075 355,97 Kč
30		26 966 Kč	2,2	4 713 616 Kč	186 187,68 Kč	6 288 509,22 Kč
31		27 235 Kč	2,2	4 740 851 Kč		6 315 744,45 Kč
32		27 508 Kč	2,2	4 768 359 Kč		6 343 252,03 Kč
33		27 783 Kč	2,3	4 796 141 Kč		6 371 034,69 Kč
34		28 060 Kč	2,3	4 824 202 Kč		6 399 095,17 Kč
35		28 341 Kč	2,3	4 852 543 Kč		6 427 436,26 Kč
36		28 624 Kč	2,3	4 881 167 Kč		6 456 060,76 Kč
37		28 911 Kč	2,3	4 910 078 Kč		6 484 971,50 Kč
38		29 200 Kč	2,4	4 939 278 Kč		6 514 171,35 Kč
39		29 492 Kč	2,4	4 968 770 Kč		6 543 663,20 Kč
40		29 787 Kč	2,4	4 998 557 Kč		6 573 449,97 Kč
41		30 085 Kč	2,4	5 028 641 Kč		6 603 534,61 Kč
42		30 385 Kč	2,5	5 059 027 Kč		6 633 920,09 Kč
43		30 689 Kč	2,5	5 089 716 Kč		6 664 609,42 Kč
44		30 996 Kč	2,5	5 120 712 Kč		6 695 605,65 Kč
45		31 306 Kč	2,5	5 152 018 Kč		6 726 911,85 Kč
46		31 619 Kč	2,6	5 183 638 Kč		6 758 531,10 Kč
47		31 935 Kč	2,6	5 215 573 Kč		6 790 466,55 Kč
48		32 255 Kč	2,6	5 247 828 Kč		6 822 721,35 Kč
49		32 577 Kč	2,6	5 280 405 Kč		6 855 298,70 Kč
50		32 903 Kč	2,7	5 313 308 Kč		6 888 201,82 Kč
51		33 232 Kč	2,7	5 346 541 Kč		6 921 433,98 Kč
52		33 564 Kč	2,7	5 380 105 Kč		6 954 998,45 Kč
53		33 900 Kč	2,8	5 414 005 Kč		6 988 898,57 Kč
54		34 239 Kč	2,8	5 448 244 Kč		7 023 137,70 Kč
55		34 582 Kč	2,8	5 482 826 Kč		7 057 719,21 Kč
56		34 927 Kč	2,8	5 517 753 Kč		7 092 646,54 Kč
57		35 277 Kč	2,9	5 553 030 Kč		7 127 923,14 Kč
58		35 629 Kč	2,9	5 588 659 Kč		7 163 552,51 Kč

59		35 986 Kč	2,9	5 624 645 Kč		7 199 538,17 Kč
60		36 346 Kč	2,9	5 660 990 Kč		7 235 883,68 Kč
61		36 709 Kč	3,0	5 697 699 Kč		7 272 592,66 Kč
62		37 076 Kč	3,0	5 734 775 Kč		7 309 668,72 Kč
63		37 447 Kč	3,0	5 772 222 Kč		7 347 115,54 Kč
64		37 821 Kč	3,1	5 810 043 Kč		7 384 936,83 Kč
65		38 200 Kč	3,1	5 848 243 Kč		7 423 136,34 Kč