

Josef Smola

# STAVBA A UŽÍVÁNÍ NÍZKOENERGETICKÝCH A PASIVNÍCH DOMŮ



GRADA®

edice  
STAVITEL

## Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

*Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.*





Copyright © Grada Publishing, a.s.

# Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů

**Ing. arch. Josef Smola**

Vydala Grada Publishing, a.s.  
U Průhonu 22, Praha 7  
obchod@grada.cz, www.grada.cz  
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400  
jako svou 4264. publikaci

Odpovědná redaktorka Jitka Hrubá  
Sazba Jan Šístek  
Fotografie na obálce z archivu autora  
Počet stran 352  
První vydání, Praha 2011  
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2011  
Cover Design © Eva Hradiláková, 2011

*Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami  
nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.*

ISBN 978-80-247-2995-4 (tištěná verze)  
ISBN 978-80-247-7521-0 (elektronická verze ve formátu PDF)  
© Grada Publishing, a.s. 2012

# Obsah

<b>PŘEDMLUVA</b>	<b>11</b>
<b>1 HISTORICKÉ SOUVISLOSTI</b>	<b>13</b>
1.1 Jaká je stručná historie energeticky úsporných domů v zahraničí?	13
1.2 Evropské projekty pro podporu energeticky úsporných staveb	17
1.3 Domácí tradice a situace v Česku	18
1.4 Domácí vývoj po listopadu 1989	20
<b>2 SOUČASNÁ SITUACE V EVROPĚ I U NÁS</b>	<b>27</b>
2.1 Projekty Evropské unie PEP, Passive-ON, PASS-NET, CEP...	28
2.2 Přehled zemí a počty PD, významné stavby, významné události, významné organizace	28
<b>3 PROČ STAVĚT ENERGETICKY ÚSPORNÝ DŮM A JAKÉ JSOU VÍCENÁKLADY A NÁROKY NA STAVEBNÍ FIRMU?</b>	<b>37</b>
3.1 Slušností je energiemi šetřit	37
3.2 Co motivuje stavebníky ke stavbě energeticky úsporného domu?	40
3.3 Rozhoduje měrná potřeba tepla na vytápění	42
3.4 Jak je to s investičními náklady?	43
3.5 Jak s tím souvisí aktuální cena běžných staveb?	44
3.6 Aktuální realita organizace a kvality práce stavebnictví v Čechách	45
3.7 Certifikace energeticky úsporných domů	49
3.8 Nároky na stavební firmu	49
<b>4 OBVYKLÉ DOTAZY, MÝTY A PŘEDSUDKY</b>	<b>57</b>
<b>5 CO MÁ STAVEBNÍK VYŽADOVAT OD ARCHITEKTA, REALIZAČNÍ FIRMY A JAK SÁM MŮŽE PŘÍSPĚT K NAPLNĚNÍ VLASTNOSTÍ NÍZKOENERGETICKÉHO ČI PASIVNÍHO DOMU?</b>	<b>79</b>
5.1 Poslání projektové dokumentace	80
5.2 Role architekta a projektanta	82
5.3 Nároky na architekta	83
5.4 Výběr architekta	84
5.5 Modelový postup spolupráce s architektem	86
5.6 Zodpovědnost architekta	88
5.7 Kontrola zhotovitele stavby	90

## 6 ZÁSADY PRO NÁVRH NÍZKOENERGETICKÝCH A PASIVNÍCH DOMŮ . . . . . 97

- 6.1 Jaké jsou podmínky, které musí být splněny, aby vznikl nízkoenergetický dům? . . . . . 98
- 6.2 Čím se liší pasivní dům od nízkoenergetického? . . . . . 100
- 6.3 Proč je výstavba pasivních domů v České republice tak málo rozšířena? . . . . . 102
- 6.4 Požadavky předpisů na úspory energií a ochranu tepla . . . . . 104
- 6.5 Příklad ekonomické motivace stavebníků v Rakousku . . . . . 105

## 7 KLÍČOVÁ ROLE SITUOVÁNÍ A ORIENTACE RODINNÉHO DOMU NA POZEMKU . . . . . 111

- 7.1 Cílem je optimální situování a orientace energeticky úsporného domu na pozemku . . . . . 111
- 7.2 S jakými problémy se můžeme při umisťování stavby setkat? . . . . . 113
- 7.3 Poslání a význam územně plánovací informace . . . . . 114
- 7.4 Poslání a struktura územního plánu . . . . . 114
- 7.5 Náprava nekorektně zpracovaných územních plánů je možná několika způsoby . . . . . 117
- 7.6 Regulační plán . . . . . 118
- 7.7 Zajímejme se proto i o aktuální situaci v oblasti územně plánovací dokumentace . . . . . 118
- 7.8 Vzájemné odstupy staveb určuje vyhláška č.501/2006 Sb. ve znění změny dle vyhlášky č.269/2009 Sb. . . . . 120
- 7.9 Koordinace polohy staveb a technických zařízení na pozemku . . . . . 121

## 8 OPTIMALIZACE PARAMETRU A/V A PRINCIPY ŘEŠENÍ DISPOZICE . . . . . 131

- 8.1 Principy optimalizace velikosti vnitřního objemu vůči ploše obvodového pláště . . . . . 132
- 8.2 Jaké jsou funkce bydlení? . . . . . 134
- 8.3 Předpoklady hygienicky nezávadného, zdravého bydlení . . . . . 134
- 8.4 Obvyklé členění dispozice . . . . . 137
- 8.5 Vícegenerační bydlení, podnikání, etapovitá výstavba . . . . . 141
- 8.6 Dispozice souvisí s možností vybavení interiéru . . . . . 141
- 8.7 Čeho se zejména vyvarovat? . . . . . 142

<b>9</b>	<b>OBVODOVÝ PLÁŠŤ NÍZKOENERGETICKÉHO A PASIVNÍHO DOMU</b>	<b>155</b>
9.1	Požadavky z hlediska stavební fyziky	156
9.2	Požadavky právních předpisů	157
9.3	Tepelná izolace spodní stavby a základů	159
9.4	Skladba konstrukce lehkých stěn	160
9.5	Skladba konstrukce těžkých stěn	163
9.6	Nezbytnost vypracování konstrukčních detailů	167
<b>10</b>	<b>NÁVRH A KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ STŘECHY</b>	<b>177</b>
10.1	Funkce střechy	177
10.2	Dělení střešních konstrukcí	178
10.3	Tvarová optimalizace	179
10.4	Požadavky z hlediska stavební fyziky	180
10.5	Požadavky předpisů	181
10.6	Typická skladba konstrukce šikmé střechy	181
10.7	Ploché střechy	182
10.8	Nezbytnost vypracování konstrukčních detailů	184
<b>11</b>	<b>VÝPLNĚ OTVORŮ</b>	<b>191</b>
11.1	Nároky na kvalitní okna	191
11.2	Požadavky právních předpisů	193
11.3	Požadavky stavební fyziky	194
11.4	Vliv členění oken	196
11.5	Možnosti a úskalí stínící techniky oken	197
11.6	Požadavky na zabudování oken do konstrukce	198
11.7	Plastová okna	200
11.8	Dřevěná okna	201
11.9	Vstupní dveře a garážová vrata	202
<b>12</b>	<b>RELATIVNÍ VZDUCHOTĚSNOST OBÁLKY DOMU</b>	<b>209</b>
12.1	Fyzikální podstata	210
12.2	Požadované hodnoty $n_{50}$ ( $h^{-1}$ )	211
12.3	Metoda tlakového spádu, blower-door test	211
12.4	Způsoby odhalování netěsností	213
12.5	Riziková místa a řešení z hlediska vzduchotěsnosti	215
12.6	Návrh a realizace vzduchotěsné roviny domu	216
12.7	Systémové přípravky, materiály a komponenty	218
12.8	Dosahované výsledky měření	220

**13 JEDNOTLIVÉ DRUHY A VLASTNOSTI TEPELNÝCH IZOLACÍ . . . 225**

13.1 Minerální vlna . . . . .	227
13.2 Izolace na bázi polystyrénu . . . . .	228
13.3 Pěnosklo . . . . .	229
13.4 Dřevovláknité izolace . . . . .	230
13.5 Tepelná izolace z mineralizované celulózy . . . . .	231
13.6 Tepelná izolace ze zemědělsky pěstovaných rostlin . . . . .	232
13.7 Vakuová izolace . . . . .	233

**14 ENERGETICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ . . . . . 241**

14.1 Geopolitické souvislosti . . . . .	242
14.2 Vytápění . . . . .	243
14.3 Řízené větrání . . . . .	245
14.4 Zemní výměník/zemní kolektor . . . . .	254
14.5 Výroba a zdroje tepla . . . . .	255
14.6 Distribuce tepla . . . . .	260
14.7 Chlazení . . . . .	261
14.8 Elektroinstalace, osvětlení . . . . .	262
14.9 Příprava teplé vody . . . . .	263

**15 VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ . . . . . 271**

15.1 Vodní hospodářství . . . . .	271
15.2 Pitná voda . . . . .	274
15.3 Odstraňování splaškových vod . . . . .	275
15.4 Kompostovací záchody . . . . .	276
15.5 Kořenové čističky . . . . .	276
15.6 Bazény, nebo přírodní jezírka? . . . . .	277
15.7 Přírodní jezírko . . . . .	279
15.8 Vsaky, nebo také podmoky . . . . .	281

**16 UŽÍVÁNÍ A ÚDRŽBA DOMU STAVEBNÍKEM . . . . . 287**

16.1 Požadavky právních předpisů . . . . .	288
16.2 Spodní stavba . . . . .	289
16.3 Vrchní stavba, obvodový plášť . . . . .	291
16.4 Vrchní stavba, střecha . . . . .	293
16.5 Výplně otvorů . . . . .	295
16.6 Energetické hospodářství . . . . .	298
16.7 Vodní hospodářství . . . . .	300



**17 PŘÍKLADY STAVEB . . . . . 305****18 DŮM SNŮ . . . . . 323**

- 18.1 Dům snů, moderní nízkoenergetická dřevostavba . . . . . 324
- 18.2 Technologicky ojedinělá stavba v českých podmínkách . . . . . 324
- 18.3 Flexibilní dispoziční řešení . . . . . 325
- 18.4 Stavebně energetický koncept Domu snů . . . . . 326
- 18.5 Organizace výstavby Domu snů . . . . . 326
- 18.6 Rozhovor s architektem u příležitosti odvysílání pořadu Dům snů . . . 328

**19 KAM SMĚŘUJE VÝVOJ? . . . . . 337**

- 19.1 Oblast právních předpisů . . . . . 337
- 19.2 Hodnotící nástroje pro stavby . . . . . 342



(Josef Smola)

Vážení a milí čtenáři,

prekvapivý a potěšující čtenářský úspěch knihy „Stavba rodinného domu krok za krokem“ (Grada Publishing, a.s. 2007), velké množství dotazů směřujících k různým aspektům parametrů energeticky úsporných domů, mně i kolegy inspirovalo k napsání další knihy s užším zaměřením.

Knihy, která by obdobně populární a názornou formou seznámila Vás, čtenáře, blíže s problematikou návrhu, výstavby a užívání nízkoenergetických a pasivních domů v kontextu širších souvislostí. Je opět zaměřena převážně na problematiku rodinných domů, které jsou v České republice, obdobně jako v sousedním Německu či Rakousku nejrozšířenějším typologickým druhem energeticky úsporných staveb. Zároveň je rodinný dům názorný model, který všichni známe. Tam, kde je to účelné, jsou zmiňovány i ostatní druhy staveb, včetně do budoucna velmi perspektivních rekonstrukcí stávajících staveb, ve kterých je uložen největší potenciál energetických úspor.

Knih je přehledně členěna do devatenácti kapitol. Počínaje popisem vzniku myšlenky energeticky úsporných domů v zahraničí i v domácím kontextu, provází čtenáře postupně jednotlivými kroky vedoucími ke korektně navrženému a realizovanému energeticky úspornému domu. Otevřeně uvádí i chyby a nedostatky a kolizní postupy, se kterými se můžeme setkat.

Věřím, že zaujme čtvrtá kapitola, zaměřena na téma „Nad dopisy čtenářů“. V autentické podobě, byť redakčně upraveny, jsou tu využity dotazy a dopisy stavebníků z praxe ateliéru rovněž tak, jako ze zkušeností jiných kolegů architektů. Názorně jsem se snažil předvést s kolika mýty a předsudky je dosud problematika energeticky úsporných staveb v české společnosti, a to i u odborníků, spojována. (Podotýkám, že podobnost s konkrétními osobami, stavbami, či místy je čistě náhodná.)

Jednou s nejjobsažnějších kapitol, je kapitola šestnáctá, pojednávající o pravidlech užívání a běžné údržby. Námět této kapitoly stál vlastně u zrodu knihy a byl původním motivem pro její napsání. Lze předpokládat, že obdobný manuál budou dostávat stavebníci při předání stavby, jako návod k užívání, obdobně jako u automobilů.

Kromě hlavního tématu energetických úspor stavbami je kniha okrajově zaměřena rovněž na problematiku zdravého stavění a bydlení, a hospodaření s dešťovými vodami, která je nedílnou součástí úvah o energeticky úsporném bydlení.

Celá publikace je názorně vybavena množstvím kreseb, fotografií a tabulek z praxe autora.

Je nasnadě, že nejlevnější je ta energie, kterou vůbec nemusíme vyrobit (pokud jí nepotřebujeme). K tomu mohou nízkoenergetické a pasivní domy přispět zásadní měrou. Jejich větší rozšíření je proto v našem životním zájmu.

Ceny energií z neobnovitelných zdrojů budou v budoucnu již jen stoupat. Přesná prognóza a vzájemné porovnání je složité, protože náklady dosud nezahrnují vedlejší vlivy – zejména náklady vyvolané zátěží pro životní prostředí.

Energeticky úsporné domy při tom spotřebují jen zlomek energie na vytápění, oproti standardní výstavbě, při relativně zanedbatelných pořizovacích vícenákladech. Dlouhodobým cílem je potom výstavba se spotřebou energií blížící se nule, a to při zachování optimální nákladové úrovně.

Přál bych si proto, aby se pozornost veřejnosti přesunula z dosud uznávaného symbolu sociálního statutu rodin v Česku – osobního automobilu na energeticky úsporný dům. Budu rád, pokud k tomu přispěje i tato kniha.

V Praze, Mombase, Malém Lošinu a Mirošově v srpnu 2010

*(Josef Smola a Jan Bárta)*



Rok 1968 vstoupil zcela po právu do učebnic dějepisu, a bude pro naši zemi i v budoucnu symbolickým předělem. Zároveň je důležitým milníkem v globálním kontextu. V tomto roce „Římský klub“ – nevládní organizace sdružující účastníky z 53 zemí, vydává svoji první zprávu, která poprvé orientuje světovou veřejnost na problematiku možné ekologické krize, růstu životní úrovně a standardu, kvality života v souvislosti s čerpáním přírodních zdrojů a energetických nároků s tím spojenými. Zrodilo se zároveň novodobé aktivní ekologické a alternativní hnutí, které po čase nalézá svůj odraz i v moderní architektuře a politice.

Navazuje tak po dlouhé době přervané průmyslovou revolucí na tradice našich předků, kteří svoje obydlí budovali v přirozené symbióze s přírodou, s ohledem na místní zdroje a v rovnováze vložených investičních prostředků a energeticky šetrných řešení...

### 1.1 Jaká je stručná historie energeticky úsporných domů v zahraničí?

Od pradávna žily primitivní kmeny v pozoruhodné symbióze s přírodou, která jim sloužila jako zdroj energie i k obživě. Tomu odpovídal i charakter jejich obydlí. Forma, energetická a technologická náročnost byla podřízena místním klimatickým podmínkám a materiálovým zdrojům. Palčivě jsem si to uvědomil při návštěvě

domorodých vesnic Masajů v rovníkové Africe v loňském roce. Na druhou stranu, přestože je Keňa 6.–7. nejchudší zemí světa, v restauracích, hotelích i na letišti jsme neviděli jiné světelné zdroje než úsporné zářivky...

Západní kultura zpychla s úspěchy vyvolanými průmyslovou revolucí a přestala reflektovat i při výstavbě svých obydlí dovednosti a znalosti předků.

Možná překvapivé je zjištění, že patrně v dějinách prvním pasivním domem nebyla stavba, ale dřevěný trojstěžník „Fram“ polárního badatele Fritjofa Nansena z roku 1883. Sám autor popisuje konstrukci lodi v knize „Za noci a na ledě“, 1887:

*... „Stěny jsou pokryty dehtovanou plstí, na ní je korková výplň, potom následuje obložení z jedlového dřeva, na něm je opět silná vrstva plsti, potom vzduchotěsné linoleum nakonec opět dřevěné obložení. Stropy...mají se vším všudy tloušťku asi 40 cm. Okno, kterým by mohla pronikat zima nejsnáze, bylo chráněno trojitými skly a ještě dalšími způsoby. Je zde teplý, příjemný přibýtek. I když teploměr ukazuje 5 °, nebo 30 ° pod nulou, netopíme v kamnech. Větrání je vynikající,... protože doslova vhání ventilátorem čerstvý zimní vzduch.*

*Proto se zabývám myšlenkou, že bych kamna nechal úplně odstranit, jenom nám překážíj...“*

Fram byl vybaven větrnou elektrárnou, se skládacím větrníkem s listy potaženými plátnem, která poháněla dynamo. Komfortní osvětlení podpalubí zajišťovaly obloukové elektrické lampy. V současnosti slouží loď v Norsku jako muzeum.

Druhá světová válka, jako každá válka, urychlila technologický pokrok a vedla k celé řadě objevů. V oblasti tepelné techniky přinesla například extrudovaný polystyrén. Na školách pak iniciovala pokusy s využitím energie slunce. Na universitě Cambridge v Bostonu byl v roce 1939 postaven malý dřevěný rodinný dům s dvěma obytnými místnostmi, M.I.T. Solar house # 1, s ambicemi prvního nulového domu. Energie zajišťovaly solární kolektory na sedlové střeše s rozměrným vodním akumulčním zásobníkem v suterénu, který byl důsledně tepelně izolován.

Dalším přelomem byla realizace komerčně využitelné solární administrativní budovy od architektů Franka Bridgerse a Dona Paxtona a spolupracovníků z roku 1956 v Novém Mexiku, první svého druhu na světě. Solární koncept zajišťoval příkon většiny energie ze sluníčka. Akumulace byla zajištěna vodními zásobníky. Doplňkovým zdrojem bylo pět tepelných čerpadel. Dispoziční řešení bylo podřízeno tepelnému zónování, tvarování střech optimálnímu sklonu kolektorů.

První ropná krize v roce 1973, někdy označovaná v západní literatuře jako „Den Kuvajtu“, a následně válka mezi Íránem a Irákem přivedla obě odlišné ekonomické soustavy oddělené železnou oponou ke zjištění, že pro západní kulturu existuje něco takového jako „meze růstu“. Například automobilový průmysl na západě na to promptně reagoval sníženou spotřebou u nových modelů aut.

Ale ani východní blok nezůstal bez poskvrny. Autorovi vrstevníci si jistě vzpomenou na děti oblíbené „uhelné prázdniny“, kdy z energetických důvodů musela být v tuzemsku na několik týdnů v zimním období přerušena výuka ve školách. Bylo to důkazem nepromyšlené politiky jedné strany, růstu založenému na spotřebě, byť v omezených mezích, limitované centrálně řízeným hospodářstvím. Sovětský svaz na to reagoval zvýšenou těžbou zemního plynu a posílením dodávek do východních satelitů... aby tím dočasně zalátal mezeru, která však postrádala systémového řešení.

Experimentující architekti na západě, žijící v podmínkách tržního hospodářství, se nechali inspirovat ropnou krizí k řešení pokusných domů, které by byly energeticky zcela autonomní. Pro tyto pilotní projekty byly charakteristické následující prvky:

- částečné či úplné nakrytí stavby terénem,
- jižní strana byla řešena jako velký skleník, někdy s vlastní produkcí potravin, jako součást uzavřeného oběhu látek a energií,
- využití energie slunce a větru a pokusy o jejich akumulaci a „uskladnění“ po delší dobu,
- recyklování tepla, vody a odpadů,
- energetické využití bio odpadů.

Realizované stavby byly sice relativně soběstačné, ale rovněž natolik technicky náročné, že byly pro bydlení běžného stavebníka a komerční výstavbu zatím nepoužitelné. Při srovnání cena/výkon se ukázalo, že vložené náklady několikanásobně převyšují úspory dosažitelné provozem domu po dobu předpokládané životnosti. Stavebník potom musel být všestranně vzdělaným odborníkem v mnoha profesích, podle hesla: „*Ferda mravenec – práce všeho druhu.*“

Díky těmto nadšencům byla však experimentálně i prakticky ověřena celá řada různých konceptů zejména u rodinných domů. Významným přínosem bylo rovněž vyznačení směrů, kudy cesta nevede. I to je náplní práce průkopníků...

Ukázalo se, že do budoucna je nezbytné případ od případu pečlivě zvážit a ekonomicky vyhodnotit navrhovaná úsporná opatření vždy v závislosti na specifikách místa, požadavcích investora a orientovat se spíše na jednoduché systémy, které svojí obsluhou stavebníka nezatěžují. Cílem je ekonomická návratnost vložených vícenákladů a cena, která se nebude výrazně lišit od běžné výstavby. Dále komplexnost, ale zároveň vyváženost a vnitřní provázanost navrhovaných opatření. Jedině tak bude možné myšlenku energeticky nenáročné výstavby prosadit do praxe a získá si přitažlivost pro běžné stavebníky a hromadnou výstavbu. Tím byl nastartován rozvoj tohoto způsobu stavění.

V jednotlivých zemích vyspělé západní Evropy se vývoj lišil podle tradice a specifických podmínek. Například již v roce 1975 (!) byla ve Švédsku zavedena stavební norma SBN 75, která ukládala hodnoty součinitelů prostupu tepla blízko úrovní dnešních tuzemských požadavků na nízkoenergetické domy.

Severské státy tak získaly náskok, založený na osvětě ve všech stupních škol a nenásilném uplatňování energetických úspor, které jsou v širším kontextu součástí zdravého a k přírodě ohleduplného životního stylu jako součást běžného a přirozeného standardu života společnosti.

Nejvýznamnějším evropským střediskem podporujícím rozvoj a výstavbu pasivních domů je v novodobé historii v roce 1996 založený Passivhaus Institut v Darmstadtu vedený Dr. Wolfgangem Feistem. Jedná se o nezávislou a nevládní instituci. Výsledky svých výzkumů a zkušeností zahrnuje do průběžně aktualizovaného softwaru (PHPP), určeného pro návrh a výpočtové ověření parametrů (certifikaci) pasivních domů.

Prvním pasivním domem v Evropě byla stavba v dánském Kopenhagenu podle projektu architekta Vagna Korsgaardena postavená v roce 1976.

Byla realizována hned radikálně jako „nulový dům“ s potřebou tepla na vytápění 0 kWh/(m<sup>2</sup>.a). Veškeré tepelné ztráty domu byly kryty vnitřními tepelnými zisky ve spolupráci se solárními kolektory.

Stavba prvního pasivního domu v Německu mohla být v roce 1990 realizována díky podpoře hesenského ministerstva hospodářství. V osmi výzkumných projektech bylo zdokonaleno větrání se zpětným získáváním tepla, vyvinuta okna s velmi kvalitními rámy a další potřebné prvky. Tento první pasivní řadový dům se čtyřmi byty v Darmstadt-Kranichsteinu byl navržen architekty Bott/Ridder/Westemeyer a obydlen v roce 1991. Odborníci se zde ještě neodvážili vynechat klasický topný systém.

Tento a následné projekty nicméně prokázaly, že potřebné teplo lze dodávat pouze pomocí teplovzdušného vytápění. Přestože byly veškeré potřebné prvky a technologie vyvíjeny nově a nebyly prověřeny praxí, je tento dům neustále obýván bez potřeby rekonstrukce nebo zásadních oprav, a průměrná spotřeba tepla na vytápění se za celých patnáct let pohybuje kolem 10 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Větší rozmach zaznamenaly pasivní domy od roku 1997. V tomto roce navrhl a postavil arch. Folkmar Rasch sídliště 22 řadových pasivních domů spolu s 24 nízkoenergetickými domy ve Wiesbadenu. O rok později byla dokončena druhá lokalita s pěti pasivními domy v Lindlaru u Kölnu. Architekt Manfred Brausem zde postavil první samostatně stojící rodinné pasivní domy.



## 1.2 Evropské projekty pro podporu energeticky úsporných staveb

Dalším zlomem byl evropský projekt CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards), který probíhal v období 1998 až 2001. Během projektu byly postaveny pasivní domy s celkovým počtem 221 bytových jednotek v pěti evropských zemích a byl v nich prováděn výzkum a měření. Hlavním výsledkem bylo ale zjištění, že pasivní domy mohou být pouze o 7–8 procent dražší než běžná výstavba. Díky projektu CEPHEUS, který potvrdil realizovatelnost konceptu pasivních domů a nabídl vodítko pro posuzování kvality, se pasivní domy začaly rozšiřovat do dalších evropských zemí. Nejrazantněji se prosadily v Rakousku, kde začátkem roku 2008 existovalo téměř 1500 pasivních domů, a poptávka neustále vzrůstá. Odhaduje se, že v roce 2011 bude třetina rakouských novostaveb splňovat pasivní standard. Jedná se nejen o budovy pro bydlení, ale i ostatní stavby – školy, školky, výstavní haly, administrativní budovy, kostely, a to nejen nově budované, ale i rekonstruované.

Pasivní domy však nejsou určeny pouze pro středoevropské mírné podnebí. Od roku 2000 jsou stavěny i v teplých částech Evropy, první pasivní dům byl postaven v italských Dolomitech. Tento dům byl navržen dle zásad platících v Německu a Rakousku a jeho provoz vedl ke zjištění, že v teplém klimatu bude větší důraz kladen na udržení požadované teploty v létě bez energeticky náročného chlazení. Proto se architektura italských objektů liší především důsledným používáním stínících prvků, a to pasivních i aktivních.

V současnosti jsou v Itálii stavěny pasivní domy pro bydlení i administrativní budovy, v poslední době je stále více objektů rekonstruováno dle zásad platných pro pasivní domy v teplých oblastech.

V Evropě byly postupně realizovány od roku 1998 dlouhodobé projekty zaměřené na propagaci pasivních domů a vzdělávání odborníků – CEPHEUS, PEP, PASS-NET, nebo CEP. Nejviditelnějším výsledkem mnohaletého úsilí bylo prohlášení Evropského parlamentu z ledna 2008, kterým vyzývá Komisi, aby všechny nové budovy vyžadující vytápění či chlazení musely být od roku 2011 postaveny podle norem pro pasivní domy. V celé Evropě vznikají nevládní zájmová sdružení (Centra pasivních domů) jejichž cílem je poskytovat informace, vzdělávání a zprostředkovávat kontakty a spolupráci mezi lidmi a firmami zaměřenými na pasivní domy. Součástí jejich náplně je organizace „Mezinárodních dnů pasivních domů“. Na podzim 2008 se konal již pátý ročník.

Rakousko a Německo si v oblasti úsporného stavění uchovává vedoucí roli. Je zde realizováno nejvíce pasivních domů v přepočtu na obyvatele.

Ve spolkové zemi Horní Rakousko se od 1. ledna 2007 nesmí stavět jiné budovy než v nízkoenergetickém standardu. Ve Vorarlbersku musí být všechny nové byty realizované z veřejného rozpočtu pasivní, stejně jako všechny veřejné budovy v Dolním Rakousku. V současnosti jsou v přípravě, nebo se realizují nová sídliště v pasivním standardu například ve Vídni, v Innsbrucku a Salzburgu. V současné době překračuje poptávka po bydlení v pasivních domech jen ve zmíněném Rakousku 3× nabídku. V Německu se počet pasivních domů každý rok zdvojnásobí. Prognóza do konce roku 2010 činí 60 tis. domů. Plošné uzákonění standardu pasivního domu se připravuje v Německu a Rakousku od roku 2015–2016.

19. května 2010 byla vládám členských zemí EU adresovaná Směrnice Evropského parlamentu a rady o energetické náročnosti budov (EPBD 2). Podstatou je dosažení stavu, aby do roku 2020 byly realizovány pouze budovy, jejichž potřeba energií se blíží nule. (Blíže v kapitole 19).

Pasivní domy se již běžně staví také v Belgii a Skandinávii. První stavby jsou realizovány v Rusku. Objevují se i v odlišných klimatických pásmech – v Itálii a dokonce i v Jižní Africe.

### 1.3 Domácí tradice a situace v Česku

Na území českých zemí můžeme s trochou nadsázky vystopovat snahy o energeticky úsporné bydlení už od středověku, kdy docházelo u kamenných hradů k dřevěným vestavbám do obytných místností tepelně izolovaných kožešinami a koberci s cílem odclonit chladné kamenné zdivo od vnitřního prostředí, jak připomíná kunsthistorik, velký znalec technických památek a statik Václav Jandáček.

Rovněž tak doba funkcionalismu – lehkovážná podceněním tepelně technických parametrů konstrukcí jednoduchého rozsáhlého zasklení, tenké jednovrstvé konstrukce, podcenění tepelných izolací ve střeších a zatékání do nich měla svůj předobraz v renesanci, kdy i do drsného alpského klimatu byly pod vlivem módy přenášeny formy a dispoziční řešení paláců tak dobře fungující ve slunné Itálii, cizí však středoevropskému klimatu. Obdobně jako v renesanci i architekti funkcionalismu/konstruktivismu ignorovali klimatické podmínky území či regionu, v kterém stavby realizovali. Maně to tak připomíná aktuální současnost, kdy jsou v architektonických soutěžích na veřejné stavby oceňovány a následně realizovány budovy – „prosklené krabice“, které musí být absurdně i v zimním období na osluněných fasádách strojově chlazeny. Lze důvodně očekávat, že takové stavby = „tepelné zářiče“ budou v horizontu několika let neprovozovatelné.

Doba baroka potom reagovala na klimatické změny a ochlazení typickým znakem pražských paláců a činžovních domů tohoto období, v podobě přidaných křídel oken z vnější strany do líce fasády. Z tohoto řešení se později vyvinul dokonalý nízkoenergetický výrobek našich babiček – špaletové okno. Na druhou stranu si musíme uvědomit odlišný způsob užívání těchto historických budov, kdy se topilo lokálními topidly pouze ve vybraných místnostech a lidé chodili oblečení obdobně jako venku. Často se z důvodu požární bezpečnosti vytápělo pouze přes den. Dramaticky odlišné byly rovněž hygienické návyky celých generací.

Dílčí zlom znamenalo vytěžení dřeva použitelného pro průmysl a nástup kameného uhlí jako hlavního energetického zdroje. To podnítilo rovněž vývoj nových druhů podstatně účinnějších topidel.

Poválečné období přineslo masový rozvoj moderních technologií v oboru vytápění a přípravy teplé užitkové vody. U nás potom přesvědčení, že energie jsou levné a snadno dostupné, což motivovalo plýtvání s nimi, které trvá do dnes.

V Česku byla situace do listopadu 1989 pod vlivem centrálně řízeného hospodářství. Spotřeba energií byla sice plánována, sledována a vyhodnocována i na úrovni jednotlivých stavebních podniků, ale vzhledem k jejich netržní ceně a povaze režimu nebyl kladen důraz na systémově uplatňovaná úsporná opatření.

Přesto lze z této doby uvést několik příkladů pozoruhodných staveb. Jejich stavebníkům a investorům patří naše hluboká úcta. Myslím, že je dosud na ně neprávem zapomínáno. Jedná se o individuální přístup zcela z kontextu obvyklého myšlení té doby a také zároveň (a to je důležité) o kvalitní architektonické projevy.

V létech 1979–1989 pro sebe postavil architekt Stanislav Hrazdíra ve Zlíně – Ostratě nízkoenergetický rodinný dům, jehož hlavní objem je zaklenutý a z části zapuštěný pod úroveň terénu. Dům je v souladu s dobovými představami přehlídkou různých nízkoenergetických konceptů – využívá pro pasivní solární zisky prosklené stěny, okenní kolektory, Trombeho stěnu a akumulační zásobníky.

Druhým takovým příkladem je otáčivý nízkoenergetický dům v Hamrech u Jablonce nad Nisou od inženýra Bohuslava Lhoty realizovaný v létech 1980–2000. Centrální objem s bazénem v nejnižším podlaží je zapuštěný do navršené ozeleněné homole kopce prolomené pouze tubusy oken. Má na vrcholku výsuvnou kopuli, která se otáčí za sluncem na hřídeli procházející středem celé stavby.

Ve stejné době ověřoval koncept nízkoenergetických domů liberecký ateliér SIAL. Bohužel nebyly realizovány.

V létech 1983–1990 se podařilo zrealizovat dva nízkoenergetické bazény jako městská koupaliště v Hustopečích a Břeclavi, podle projektu Lukáše Lieslera a Eduarda Schlegera. Ocelové konstrukce měly na jih orientované plně prosklené „zimní

zahrady“ a ohřev pomocí slunečních kolektorů. Je to jeden z prvních příkladů promyšleně tepelně zónované dispozice velké veřejné stavby u nás.

(Údaje čerpány z katalogu výstavy Zelená architektura.cz, 2008, kurátor Petr Kratochvíl).

## 1.4 Domácí vývoj po listopadu 1989

Po listopadu 1989 s přechodem na tržní hospodářství a postupné narovnávání cen energií a rovněž v souvislosti s prolomením informační bariéry se problematice energeticky úsporných staveb začalo věnovat hned několik nadšenců – praktikujících inženýrů i architektů. Vedle jmen Pavel Vaněček, Vladimír Žďára, David Damaška, nebo Jiří Suchomel musíme především uvést Mojmíra Hudce a Aleše Brotánka, kteří se kromě vlastní projektové činnosti v oblasti nízkoenergetických a pasivních domů neúnavně věnují rovněž osvětě a publikační činnosti s tématem spojenými.

Nad jiné realizované stavby tohoto období vyniká zejména svým objemem, (zastavěná plocha 3065 m<sup>2</sup>) nízkoenergetický „Sluneční penzion“ ve Svitavách od architektů Hrazdíry a Hudce z roku 1993. Při komfortní obsluze 115 malometrážních bytů je využito nejen promyšleného urbanistického konceptu v podobě hřebínkové zástavby, optimálně orientované vůči světovým stranám, ale i technologie rekuperačních jednotek a tepelných čerpadel.

V této souvislosti nesmíme zapomínat ani na normotvornou oblast a vysoké školy. Významnou měrou k rozvoji oboru přispěli oba autoři ČSN „Tepelná ochrana budov“, Ing. Jiří Šála CSc. a prof. Ing. Jan Tywoniak. V této technické normě byla poprvé uvedena doporučení pro navrhování energeticky úsporných budov.

Na brněnské fakultě architektury VUT po léta problematiku vyučují děkan doc. Ing. Josef Chybík a doc. Ing. Miloslav Meixner. Rovněž jejich zásluhou se brněnští studenti a absolventi stali bezkonkurenčními vítězi obou ročníků architektonických soutěží zaměřených na nízkoenergetické domy – Dřevěný dům a Rockhouse.

První pasivní rodinný dům s ověřenými parametry a dlouhodobým sledováním spotřeby energie a provozního režimu je z roku 2005 v Rychnově u Jablonce nad Nisou. Realizoval ho s přispěním společnosti RD Rýmařov Martin Jindrák. Dům konzervativního vzhledu se sedlovou střechou a malými okny je navržen jako moderní dřevostavba a vybaven systémem teplovzdušného vytápění a větrání s rekuperací tepla a zemním kolektorem.

Dosud ojedinělým příkladem komerční firemní intervence v této oblasti je „vesnička“ 13ti pasivních rodinných domů v Koberovech na Jablonecku. Projekt byl