

# Hlavní principy nízkoenergetické výstavby

*(Přednáška na semináři Masarykovy Univerzity)*

Jan Hollan, Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně

25. června 2001

Co je to nízkoenergetické stavění? Je to praxe, která je v nějakých nebo ve všech ohledech výrazně lepší, než požadují normy platné v dané době. Důvodů, proč tak někdo staví nové budovy, může být řada. Třeba chce

- bydlet pohodlněji nebo mít lepší prostředí pro práci nebo učení
- ušetřit
- být zajištěn před krizovými situacemi, mít jistotu na stáří
- chovat se odpovědně vůči svým potomkům
- minimalizovat svůj škodlivý vliv na změnu klimatu Země

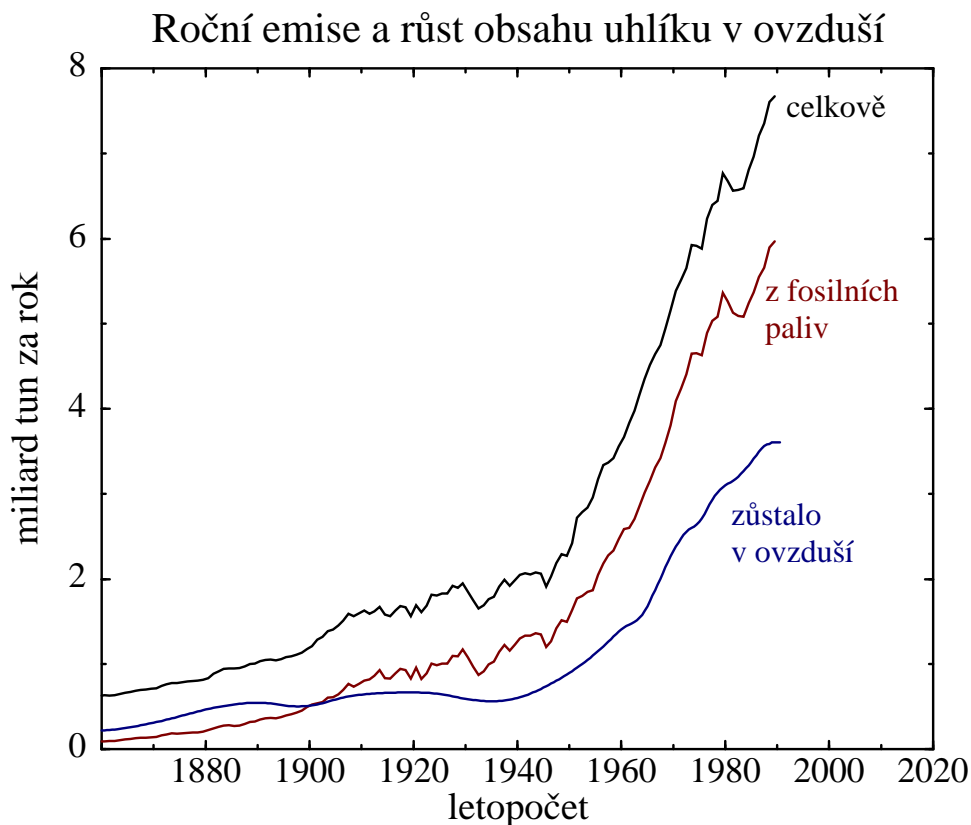
Všechny uvedené motivy mohou také působit současně, protože právě takové výhody kvalitnější stavění může poskytovat.

Výrazné evropské snahy začít stavět kvalitativně lépe než dřív se datují do doby ropné krize začátku sedmdesátých let. Dosavadní praxe se tehdy nejvýrazněji napravila ve Švédsku. Nové budovy začaly mít neslýchaně tlusté izolační vrstvy, začala se vyžadovat jejich vzduchotěsnost, standardem se stalo řízené mechanické větrání. Běžná švédská výstavba by tehdy na kontinentě byla považována za mimořádně nízkoenergetickou. V kontinentální Evropě se teprve na samém konci dvacátého století stávají některé švédské vymoženosti postupně obvyklejší.

Nových domů se ale staví málo, má-li stát snížit účinně svou závislost na dovozu fosilních paliv, musí zlepšit především své již stojící budovy. Také to se ve Švédsku stalo, a to v bezprecedentním rozsahu. Země v teplejších oblastech to ale bohužel moc nezasáhlo.

Zřetelné snahy, stavět lépe než dřív, se objevují až v osmdesátých letech v německy mluvících zemích. Charakteristické pro ně je hledání cest, jak

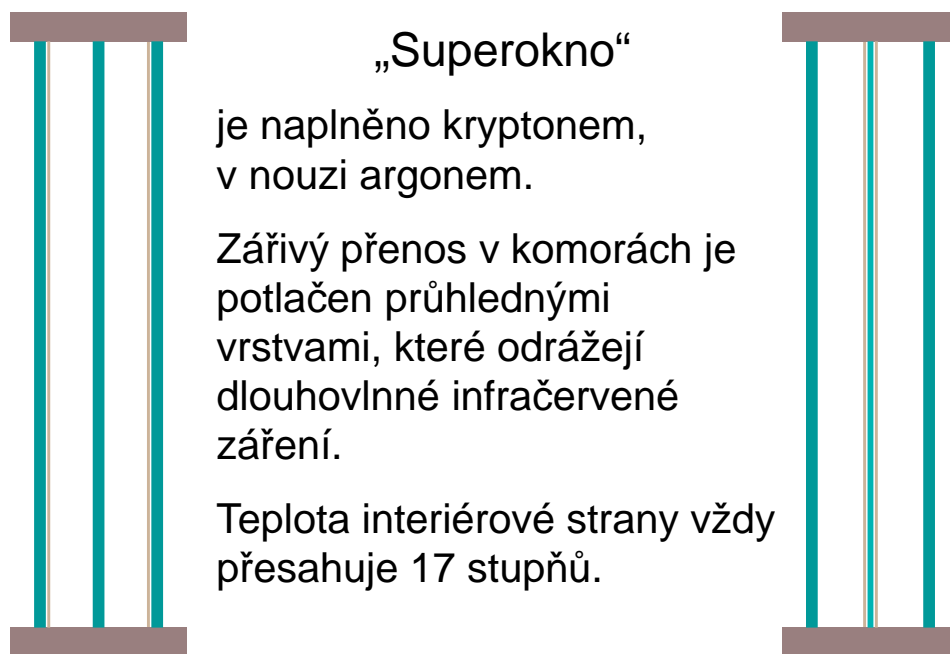
omezit zimní únik tepla okny. A také cest, jak ohřívat domy převážně, ne-li výlučně slunečním zářením.



Nová motivace se objevila díky poznání, že klima Země je ohroženo spalováním fosilních paliv. V tomto oboru patří světové prvenství Německu, jehož parlament založil slavnou komisi Vorsorge zur Schutz der Erdatmosphäre. Zprávy této komise se staly hybnou silou nejen rozvoje programů OSN, tedy pro založení a práci IPCC, ale účinného šíření vzdělanosti v tomto oboru na celém světě a v německy mluvících zemích zvláště. Nejen němečtí politikové, ale celá veřejnost se postupně sjednotila v názoru, že používání fosilních paliv je nutné co nejrychleji omezit a postupně je eliminovat. To se postupně stalo i postojem celé EU a razantnost nedávných a současných reakcí na neslýchanou ignoranci nové americké vlády G. W. Bushe je toho projevem.

Jestliže existuje cíl, zbavit se závislosti na fosilních palivech (ten je ostatně velmi zajímavý i strategicky, pro Českou republiku obzvlášť), odpověď oboru stavebnictví musí být, stavět tak, aby potřeba vnějšího zásobování domu byla snížena ne pouhou o čtvrtinu, ale tak moc, jak je to jen technicky a ekonomicky možné. Už začátkem devadesátých let se realizovaly první vynikající příklady, používající technologie čerstvě vyvinuté. Šlo

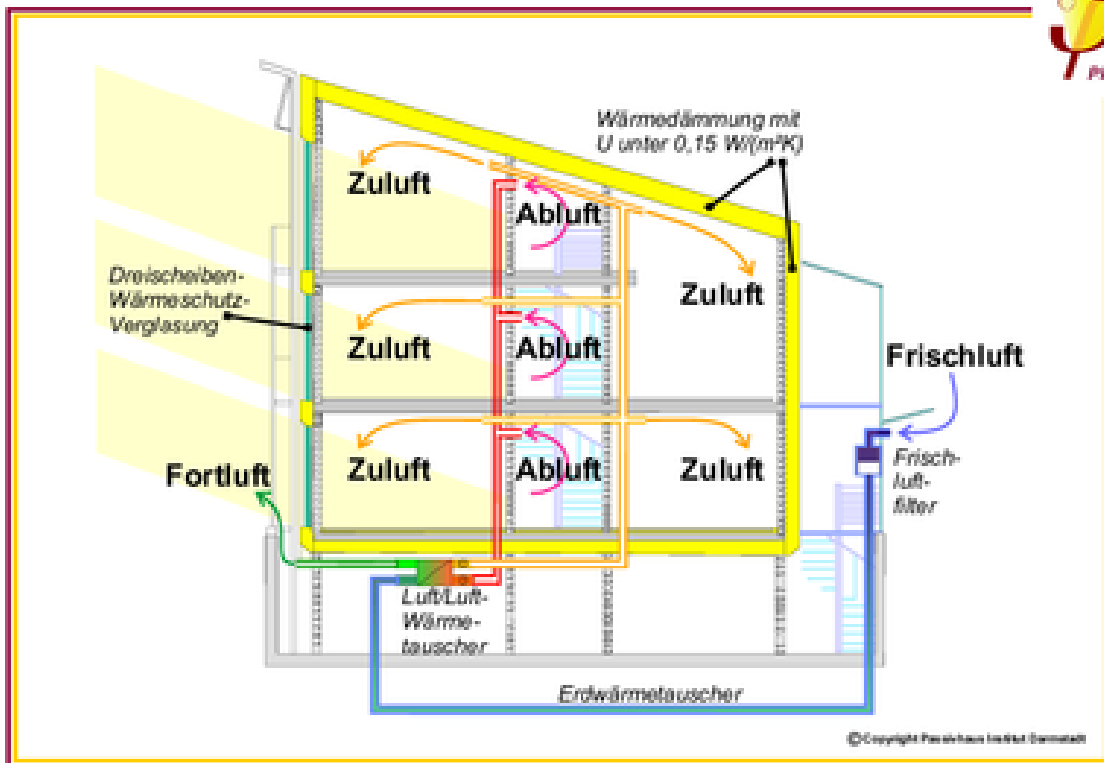
zejména o okna, která sice vypadají obyčejně, ale izolují pětkrát lépe než bylo doposud obvyklé.



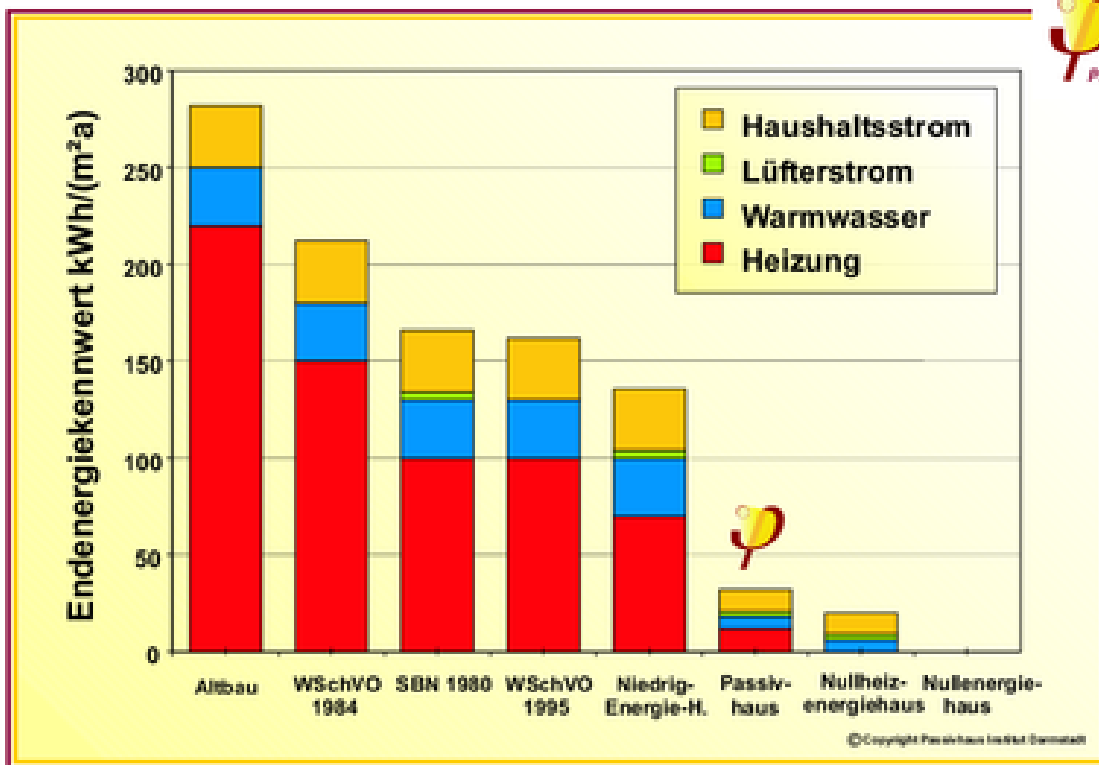
Kromě oné hrstky vynikajících příkladů se v první polovině devadesátých let stavěly už běžně domy tzv. nízkoenergetické, s definovanou hranicí, kolik uměle dodávaného tepla jim musí stačit na celou zimní sezónu. Značně benevolentní hranice, dosažitelná už o deset let dříve, zněla  $70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ . Například pro dům o podlahové ploše  $200 \text{ m}^2$  to znamenalo maximální roční spotřebu tepla pro účely vytápění  $14 \text{ MWh}$  ( $50 \text{ GJ}$ ), tj. např.  $1500 \text{ m}^3$  zemního plynu. Většina nízkoenergetických domů ale dosahovala spotřeby na dvou třetinách nebo polovině tohoto limitu. Nebylo to vždy jen díky lepším izolacím, někdy to bylo díky mohutným solárním systémům se zásobníkem, skladujícím letní zisky pro zimní použití. To jsou ale systémy drahé a těžkopádné.

Na samém začátku devadesátých let formuloval Wolfgang Feist, zakladatel Institutu Wohnen und Umwelt, ideu přísnějšího limitu pro nízkoenergetickou výstavbu, limitu, který přinese lepší komfort při menších investicích. Kouzlo, které se přitom uplatňuje, je jednoduché – skutečně výborně izolovaný a pečlivě postavený dům s dokonalým větráním nepotřebuje rozsáhlý topný systém se spoustou trubek a radiátorů. Tím se jeho stavba skokem zlevní. Současně tím přibude plnohodnotné místo pod okny, kde jinak zavazejí radiátory. Lze tak mírně snížit podlahovou plochu a ušetřené peníze snadno pokryjí případné zvýšené náklady na dokonalou stavbu. Takovým

domům bez aktivního topného systému s čerpadly a složitou regulací se říká *pasivní*.

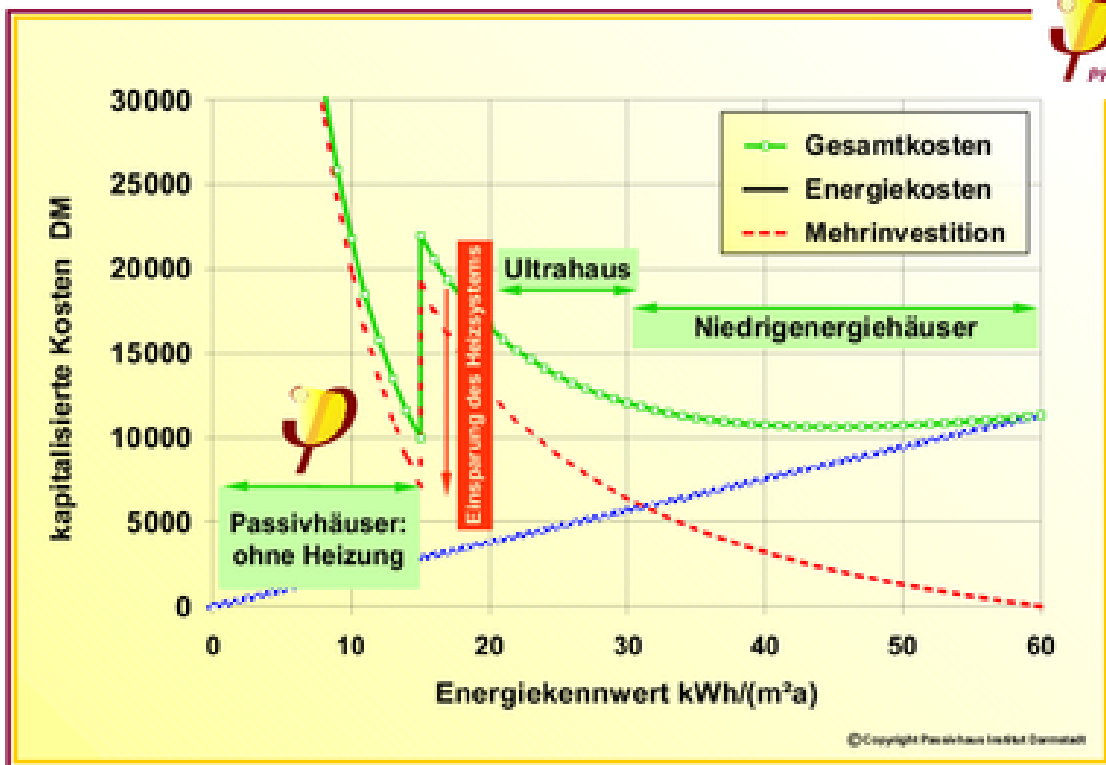


První pasivní dům byl postaven s asistencí dr. Feista v Darmstadtu už v roce 1991. Funguje přesně dle předpokladů, levně a spolehlivě, k naprosté spokojenosti jeho obyvatel. Od té doby se tak kvalitních domů staví čím dál víc. Jak se pojem pasivních domů stával stále známějším, institut Wolfganga Feista změnil jméno na *Passivhaus Institut Darmstadt* a pro jeho nalezení na Internetu si stačí pamatovat *passiv* – adresa je prostě [passiv.de](http://passiv.de).

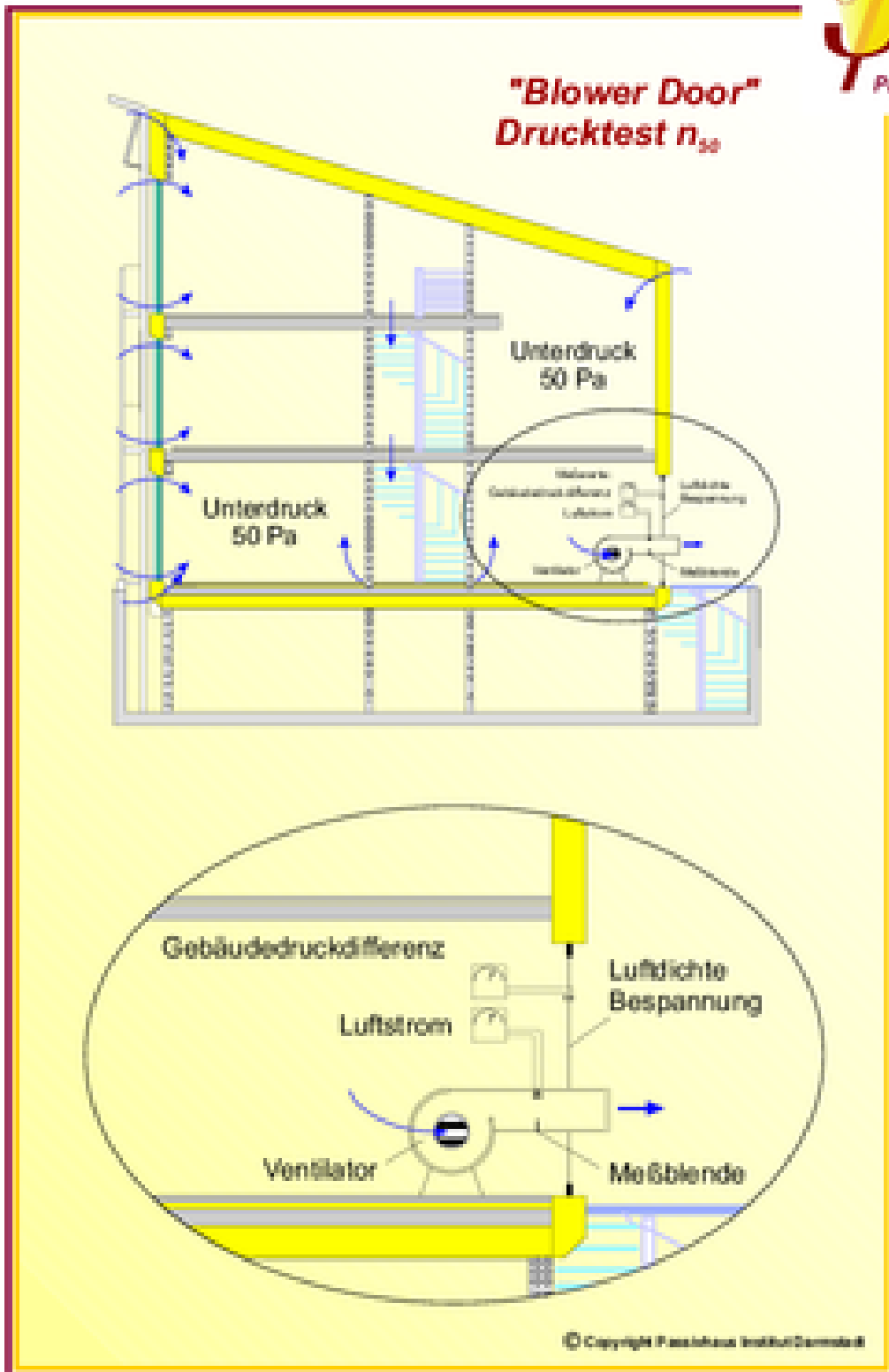


Od roku 1998 běží evropský projekt CEPHEUS. To je akronym, který znamená Cost Effective Passive Houses as European Standards. Informace o něm lze najít na adrese [cepheus.de](http://cepheus.de). Těch bude brzy přibývat, protože právě nyní se vyhodnocují výsledky projektu. V rámci projektu se stavělo asi 250 bytových jednotek v pěti evropských zemích, hlavně v Německu a v Rakousku. Díky tomuto projektu se tam všude rozvinula výroba dokonalých stavebních komponent, hlavně okenních rámců. Stavět bez chyb se naučila řada stavebních firem. Kromě domů stavěných v rámci projektu vznikla ale řada dalších, takže jejich počet dnes přesahuje tisícovku. Nejsou to jen rodinné a bytové domy, jde i o několik velkých kancelářských budov.

Přestože šlo o výstavbu s nejvyššími požadavky na kvalitu a pro zúčastněné architekty a stavitele to byla často první zkušenost s takovými nároky a přestože některé potřebné komponenty se zatím dělají jen v malých sériích a tedy zbytečně draze, nešlo o výstavbu drahou. Oproti domům, které by jen splňovaly momentálně platné stavební normy, byly investice větší nejvýše o deset procent, v některých případech nebyly vyšší vůbec. To je důležité – jde o to, aby se co nejrychleji ujal nový standard, když už je technicky snadno dosažitelný a přináší plno výhod.



Pasívní domy jsou jednoduché, nemusejí obsahovat složitá zařízení. Obtížné je jenom je dokonale navrhnout a postavit – věci, které se doposud u běžných domů přehlížely, tj. předstíralo se, že jsou splněny, je potřeba splnit doopravdy. Izolace domu musí být všude tlustá a nepřerušovaná, konstrukce musí být naprosto bez tepelných mostů. Dům musí být opravdu těsný, a to natrvalo, přinejmenším na sto let. V každém domě se projektanti snaží vyhnout škvírám, už proto, že jejich přítomnost dům postupně ničí, ale u pasívních to tak i musí dopadnout. To se ověřuje podtlakovou zkouškou.



Kdyby dům nebyl výborně těsný, tak by větrací zařízení nemohlo přesu-

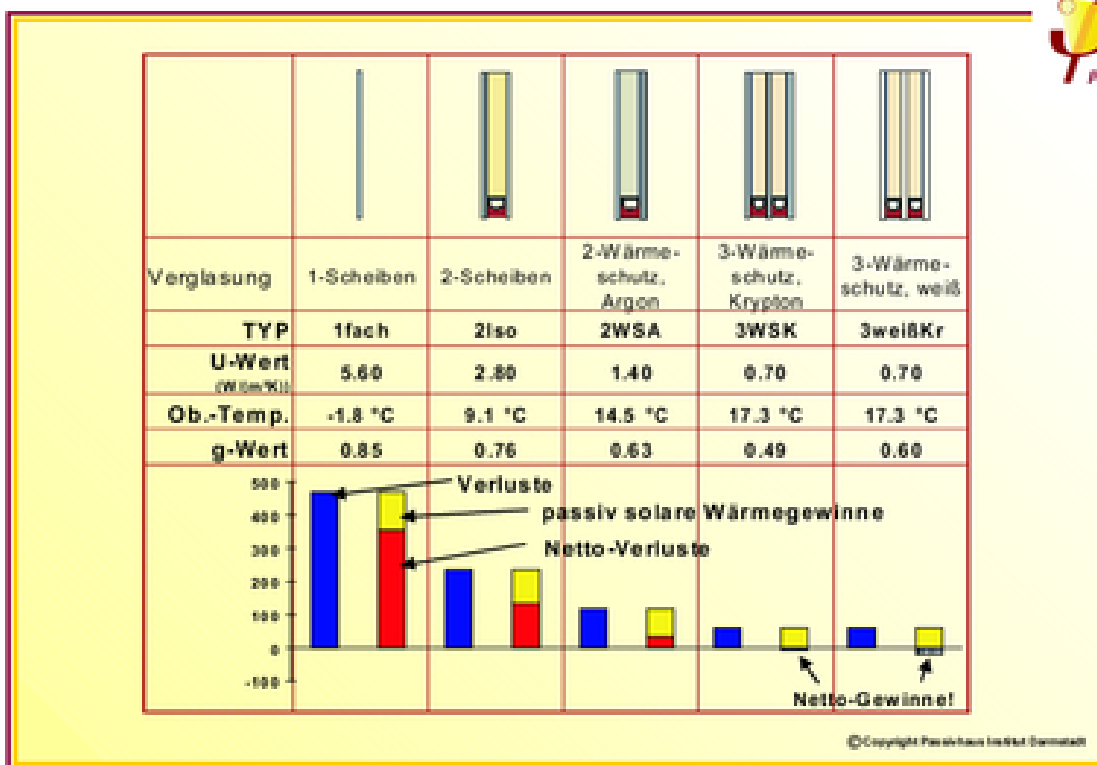
nout všechno teplo z vypouštěného vzduchu zpět do čerstvého, nasávaného zvenčí. To je ale nutná podmínka – jen tehdy je v domě skvělý vzduch, aniž by to znamenalo nějaké náklady na topení.

Shrňme nyní limity, které pasivní dům nesmí překročit, aby se mohl honosit takovým označením. První limit plyne z požadavku, že celé topení musí být možné zajistit pouhým přehříváním větracího vzduchu. Ten by se měl ohřívat maximálně na 50 °C, při vyšších teplotách se příliš vysušují případné částice prachu a dráždí při dýchání. Z této podmínky za předpokladu venkovní teploty –10 °C se dá odvodit maximální přípustný topný příkon na jeden metr čtvereční obytné plochy – pouhých 10 W. V úhrnu celého topného období pak musí být spotřeba na vytápění nanejvýš 15 kWh/(m<sup>2</sup>a). Na pasivní domy se ale kladou i další požadavky. I celková spotřeba energie dodávané uměle má zůstat nízká, topení nemá být nahrazováno např. neúčinnými spotřebiči elektřiny, právě naopak, i spotřeba elektřiny má být co nejmenší. Limit pro celkovou potřebu umělých dodávek je 42 kWh/(m<sup>2</sup>a). A aby elektřina tvořila co nejmenší část, udává se ještě limit pro celkovou energii, kterou je potřeba uvolnit (např. i v elektrárnách) na provoz domu, to je 120 kWh/(m<sup>2</sup>a).

| Nejvyšší přípustné měrné hodnoty pro pasivní dům |                            |
|--|----------------------------|
| topný příkon                                     | 10 W/m <sup>2</sup>        |
| roční spotřeba na topení                         | 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)  |
| roční dodávka do domu                            | 42 kWh/(m <sup>2</sup> a)  |
| energie kvůli tomu uvolněná                      | 120 kWh/(m <sup>2</sup> a) |

Zatímco první dvě hodnoty plynou z podmínky, že se dům má obejít bez zvláštní topné soustavy, ty další jsou prostě dobře splnitelné a tedy takové, že dnes ještě můžeme považovat dům, který je splňuje, za takový, který je dobrým příkladem trvale udržitelného počínání. Zatímco budova sama se nebude desítky let měnit, vybavení v ní může být postupně lepší, s menší spotřebou.





Do roční dodávky do domu se zde nepočítá sluneční záření, které přijde okny, počítá se jen to, co lze v principu účtovat. Je tedy přirozené, že se tvůrci takových dokonalých domů snaží o co největší využití slunce. Domy mají mít delší fasádu pokud možno téměř přesně na jih, alespoň třetinu mají tvořit okna, fasáda může ale být i celá průhledná. Pokud není, zbytek se dá vhodně využít na fasádní kolektory, jinak mohou být kolektory samozřejmě jinde. Jiné strany domu obsahují jen nevelké plochy oken – na východě a na západě hlavně proto, aby v nich v létě nebylo horko, na sever proto, že tam i nejlepší okna v nejchladnějším období představují spíše tepelné ztráty než zisky.

Jaké jsou tedy principy současného nízkoenergetického stavění?

- Kompaktní a dobře izolovaná budova ( $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ) bez tepelných mostů
- Hlavní strana orientovaná k jihu a v zimě nezastíněná
- Zasklení superokny s  $U \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  a prostupností pro sluneční teplo  $g \geq 0,5$
- Větrání s účinnou „rekuperací“, tj. získáváním alespoň 85 % tepla zpět
- Použití co nejúčinnějších spotřebičů

- Ohřev užitkové vody solární nebo tepelným čerpadlem z odpadního vzduchu
- Zimní predehřev (a letní chlazení) čerstvého vzduchu průchodem podzemním potrubím

K takovým principům došel nejen Wolfgang Feist, ale přiblížili se k nim postupně svou praxí i vynikající architekti, kteří se ve svých realizacích ohlíželi na budoucí uživatele a snažili se stavět trvale udržitelně. Z Brna jsou nejdostupnější realizace Martina Treberspurga a Georga W. Reinberga) – oba architekti vydali o svých dílech rozsáhlé publikace, které dokumentují vývoj solární architektury na konci dvacátého století. Oba také již dospěli k současnému nízkoenergetickému standardu – tj. standardu pasívních domů.

Jejich přístup k problému byl poněkud jiný než přístup Feistův. Snažili se o dokonalou architekturu, poskytující kvalitativně lepší bydlení a pracovní prostředí. Zejména v zimě je pro ně podstatný dostatek slunce v interiéru a výhled z něj ven. Slovo pasívní se přitom vyskytuje v jiném kontextu, než který jsem zmiňoval doposud, totiž ve smyslu samočinného ohřívání domu jen zářením zvenčí. Oba významy nakonec u nejlepších dnešních staveb konvergují. Pasívní domy totiž právě díky ziskům okny poskytují úplnou bezpečnost před jakýmikoliv krizemi – za žádných okolností tam nebude ani v lednu chladněji než 15 °C, nenechá-li někdo trvale otevřené okno. Budovy Reinbergovy i Treberspurgovy jsou přitom vždy poměrně levné, splňující např. finanční limity pro sociální výstavbu. Co je ale u sociální výstavby zvlášť důležité, to jsou náklady provozní. Lidé s omezenými příjmy potřebují, aby je náklady na topení či teplou vodu v budoucnu neohrožovaly, i kdyby např. měli jen minimální důchod. Provozní náklady domů těchto nejlepších architektů jsou neobyčejně malé. Samozřejmě, nejmenší jsou právě u domů splňujících pasívní standard. Nechat si postavit takový dům, to je to nejbezpečnější penzijní připojištění.



## FERTIGTEILHAUS BUHL-TREBERSPURG IN HORN (NIEDERÖSTERREICH)

Einfamilienhaus als Prototyp eines vorgefertigten Passivhaus-Bausystems, 170 m<sup>2</sup> WNF

**Bauherr:** Privat

**Bauträger:** Buhl Bauunternehmung Ges.m.b.H., Josef Seidl, Gars/Kamp

**Architekt:** Arch.Dr. Martin Treberspurg, Wien

**Fachingenieure:** Dipl.Ing. Wilhelm Hofbauer, Wien; Dr. Peter Schütz, Wien; Dipl.Ing. Walter Pokorny, Wien

### **Konstruktion:**

Fertigteilhaus in Mischbauweise, Teile der Außenwände sind als Mauerwerk, Teile als vorgefertigte Holzelemente mit Zellulosedämmung ausgeführt. Für die Serienfertigung wurde eine massive Wandscheibe mit vorgesetzter Leichtbaufassade patentiert.

### **Fenster und Verglasung:**

überdämmte Holzrahmen mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung

### **Heizung und Lüftung:**

Kontrollierte Be- und Entlüftung mit Erdreichwärmetauscher und Wärmerückgewinnung, Restenergieabdeckung durch Solaranlage und Pelletsofen

### **Warmwasser, Solaranlage:**

Warmwasserbereitung erfolgt zum Teil mit der 10 m<sup>2</sup> großen Solaranlage, als Wärmespeicher dient eine 1000 l Boiler-Pufferkombination

### **Energiekennzahlen**

#### **(PHPP-Berechnung):**

Heizwärmebedarf q<sub>H</sub> = 14,8 kWh/(m<sup>2</sup>WNFa)

Heizwärmelast PH = 12,1 W/m<sup>2</sup>

#### **U-Werte:**

Außenwand 0,10 W/(m<sup>2</sup>K)

Kellerdecke 0,13 W/(m<sup>2</sup>K)

Dach 0,09 W/(m<sup>2</sup>K)

Verglasung 0,60 W/(m<sup>2</sup>K)

Fenster ges. 0,82 W/(m<sup>2</sup>K)

### **Baukosten (laut ÖNORM B 1801-1):**

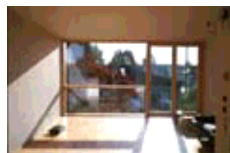
Baukosten ca. 2,35 Mio ATS netto

### **Fertigstellung:**

April 2000



Pasívní standard stanovuje jisté minimální požadavky. Zatímco před deseti lety je bylo možné splnit tak akorát, dnes se s nevelkými náklady staví domy i dvakrát lepší. Budovy, které se projektují dnes, by se neměly stavět jen tak, jak se dalo už před deseti lety. Měly by ukazovat, alespoň ty, které se stavějí s použitím veřejných prostředků, jak se stavět dá a má. Nemají být ve vleku nejlepší evropské praxe, ale na jejím čele. To se netýká jen domů nových, ale i oprav těch dosavadních.



## MEHRFAMILIENHAUS IN SALZBURG-GNIGL (SALZBURG)

2-geschossiges Gebäude mit 6 Wohneinheiten (2  
Maisonnetten und 4 Garconnieren), 337 m<sup>2</sup> WNF

### Bauträger:

Heimat Österreich, Alfred Heftberger, Salzburg

### Architekt:

Atelier 14, Mag. Erich Wagner, Mag. Walter  
Scheicher, Salzburg

### Fachingenieure:

Energie und Bau Institut, Dr. Georg Stahl,  
Salzburg;  
Eco Energie-Systeme GmbH, Mag. Walter Schöpf,  
Gaissau

### Konstruktion:

Mischbauweise: Stahlbetonschotten mit  
selbsttragenden Holzleichtbauelementen als  
Außenwände, Glasfassade nach Südwest

### Fenster und Verglasung:

Spezialverbundglas mit Kryptonfüllung,  
Glasfassade ist schall- und wärmetechnisch  
optimiert

### Heizung und Lüftung:

dezentrale Lüftung mit Wärmerückgewinnung,  
kombiniertes Luft- und Flächenheizsystem,  
zentraler Pelletskessel und solar betriebener  
Pufferspeicher für Heizung, WW und  
Luftvorwärmung

### Warmwasser, Solaranlage:

20 m<sup>2</sup> Flachkollektor am Dach, zentraler 3.200  
l-Pufferspeicher mit Schichtentladung und  
vertikalem Durchlauferhitzer

### Energiekennzahlen

#### (PHPP-Berechnung):

Heizwärmebedarf q<sub>H</sub> = 13,9  
kWh/(m<sup>2</sup>WNFa) Heizwärmelast PH =  
11,3 W/m<sup>2</sup>

### U-Werte:

Außenwand 0,11 W/(m<sup>2</sup>K)  
Kellerdecke 0,13 W/(m<sup>2</sup>K)  
Dach 0,10 W/(m<sup>2</sup>K)  
Verglasung 0,60 W/(m<sup>2</sup>K)  
Fenster ges. 0,78 W/(m<sup>2</sup>K)

### Baukosten (laut ÖNORM B 1801-1):

Bauwerkskosten  
(Rohbau+Technik+Ausbau): ca. 7,23  
Mio ATS bzw. 22.225 ATS/m<sup>2</sup>WNF

**Fertigstellung:** September 2000



Příklady táhnou a pilotní realizace vzbuzují skutečně velký zájem. Není divu – když někdo už ví, že může mít dům mnohem komfortnější a přitom levnější, těžko se smíří s podřadnějším, nepočítá-li, že je to jen na pár let. Domy se staví na staletí.



Velkých nebytových budov splňujících pasivní standard je zatím málo. Jedna z mála, velká kancelářská budova, stojí v rakouském městě Weiz. Navrhnout a postavit velkou pasivní budovu ne jednu, ale celý různorodý areál, to není malý cíl. Přesto věřím, že jsou už dnes nejlepší evropští odborníci jsou na takový úkol připraveni a že uvítají vzácnou možnost se do něj pustit.

U tak významné instituce, jakou je vysoká škola či přímo Masarykova univerzita, je její role jako vzoru pro jiné instituce a občany stěží přecennitelná. Čím může vzdělávat účinněji než vlastním příkladem? Už sám pobyt studentů v areálu, který bude vytvořen v nejlepších intencích trvalé udržitelnosti, jak se jí lze přiblížit na začátku třetího tisíciletí, bude mít na jejich postoje a pohled na budoucnost dopad nesmírný. Univerzita se jím může stát institucí vpravdě světovou, přitahující nejlepší vědce a pedagogy.