

Zásady výstavby nízkoenergetických domů



Koncept nízkoenergetického domu vznikl jako odpověď na rostoucí ceny energií. Přestože se předpisy na tepelnou náročnost budov a izolační vlastnosti konstrukcí stále zpřísňují, má nízkoenergetický dům ve srovnání s běžnou novostavbou zhruba jen poloviční až třetinovou spotřebu tepla na vytápění.

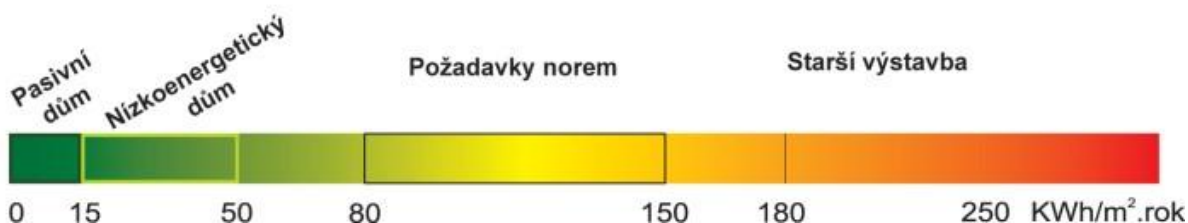
Existují i tzv. pasivní domy, kde je spotřeba tepla ještě nižší, ty ale vyžadují mnohem náročnější postupy při projektování i výstavbě. Nízkoenergetický dům je tedy v současnosti jakýmsi kompromisem mezi pasivním domem a "běžnou" výstavbou. V zahraničí je již zcela běžným standardem.

Nízkoenergetický dům má několik základních znaků:

- kompaktní tvar bez zbytečných výčnělků
- prosklené plochy jsou orientovány na jih
- nadstandardní tepelné izolace
- regulace vytápění využívající tepelné zisky
- strojní větrání s rekuperací tepla
- spotřeba tepla na vytápění je max. 50 kWh/m².rok

Kromě toho je důležité, aby jednotlivé komponenty domu byly vyvážené a vzájemně spolupracovaly. Například způsob vytápění může ovlivnit volbu konstrukčního systému domu. Je-li vytápění nepřerušované, není příliš důležitá akumulární schopnost konstrukcí domu, a lze zvolit tzv. lehkou stavbu nebo stěny s vnitřní izolací apod.

Podmínkou úspěšné realizace nízkoenergetické stavby je **pečlivá příprava projektu**, na kterém bychom rozhodně neměli šetřit. Důležité je také, aby dům projektoval tým specialistů - zadávat projekt postupně různým profesím není ideální. Po dokončení projektu bychom si měli nechat výpočtem doložit tzv. měrnou spotřebu tepla na vytápění (nesmí přesáhnout 50 kWh/m².rok) - ideální je výpočet nezávislým odborníkem podle normy ČSN EN 832, která dává nejvěrohodnější výsledky.



Škála energetické náročnosti domů. © EkoWATT

Optimalizace projektu domu

V domě se energie nespotřebovává jen na vytápění, ale také na ohřev vody a provoz elektrospotřebičů v domácnosti. S tím, jak klesá spotřeba tepla na vytápění, roste význam ostatní spotřeby energií.

Nízké spotřeby energie, respektive nízkých nákladů na provoz domu lze dosáhnout pomocí různě drahých opatření. Změna tvaru či dispozice domu se na investici nemusí projevit vůbec. Volba kvality oken, materiálů, izolací či zdroje tepla může dům prodražit výrazně. Je tedy na místě ptát se, zda je pro nás výhodnější dosáhnout stejné úspory pomocí investice do silnější izolace, kvalitnějších oken a nebo třeba do efektivní regulace vytápění.

Například volba zdroje tepla má vliv i na další náklady na domácnost - ku příkladu při topení elektřinou lze využít levnější proud i pro ostatní domácí spotřebiče. Při nízké spotřebě tepla se tedy vytápění elektřinou může v celkové ekonomické bilanci vyplatit.

Na dům, spotřebu energií a související investiční a provozní náklady bychom se tedy měli dívat jako na celek. Opomenout bychom neměli ani předpokládaný budoucí růst cen různých paliv a energií a potřebné reinvestice. Jednoznačnou odpověď na otázky dlouhodobé výhodnosti investic do úsporných opatření a technologií nám přinese pouze [celková optimalizace projektu domu](#) z hlediska investičních a provozních nákladů.

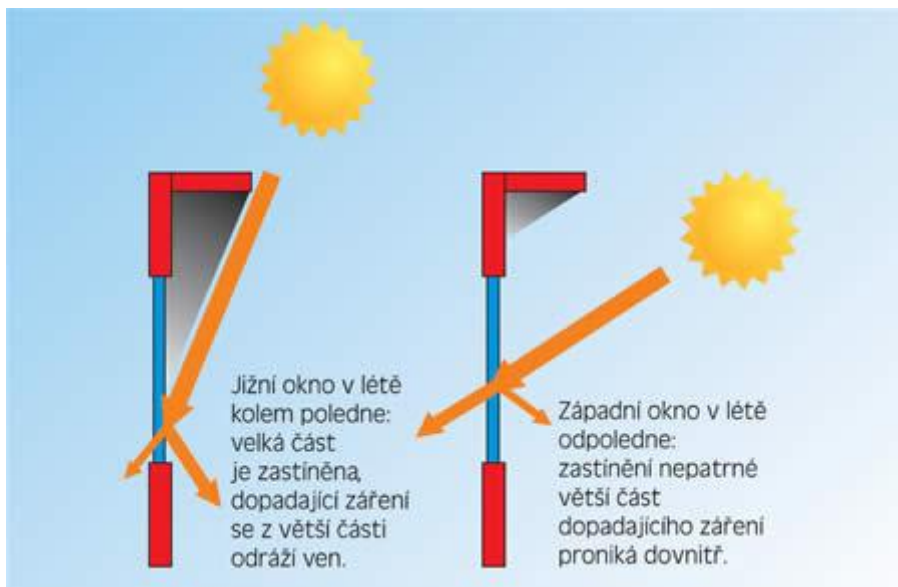
Nízkoenergetické domy jsou zpravidla o něco dražší než běžná výstavba. Optimalizací projektu můžeme dosáhnout toho, že navýšení ceny nepřesáhne 10 %.

Volba místa

Aby dům mohl využívat sluneční energii (tzv. pasivní solární zisky), měla by většina prosklených ploch být orientována na jih - v případě nízkoenergetického domu lze využít i bohatší prosklení. Pozemek by tedy měl na této straně poskytovat dost soukromí a zároveň nesmí být stíněn (lesem, okolní zástavbou apod.). Pokud takový pozemek nemáme k dispozici, je možné sluneční energii využívat jinak, například pomocí teplovzdušných nebo teplovodních solárních kolektorů.

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

vlivem sklonu proniká více slunečního záření a lze je obtížně zastínit. V létě pak hrozí přehřívání interiéru.



Jižní a západní zasklení. © EkoWATT

Naopak orientace oken na sever významně zvyšuje ztráty tepla. Vhodná je i poloha domu chráněná před větrem. Vítr nejen intenzivně ochlazuje stěny, ale může proniknout i dovnitř konstrukce. Při použití vláknitých izolací z nich "vyfoukne" vrstvu teplého vzduchu, čímž se izolační efekt podstatně snižuje. Pokud není stavba provedena opravdu kvalitně, je toto riziko velké.

Tvar a dispozice domu



Kompaktní tvar domu je předpokladem dosažení nízké spotřeby tepla. Foto: EkoWATT

Dům by měl mít, pokud možno, kompaktní tvar. Případné navýšení plochy stěn vůči jeho objemu je nutno kompenzovat větší vrstvou tepelné izolace. Určitě není nutno stavět domy kulové (nejmenší poměr plochy vůči objemu), rozhodně je ale lépe vyvarovat se přízemních, půdorysně rozlehlých domů nebo domů s mnoha výčnělky a výstupky.

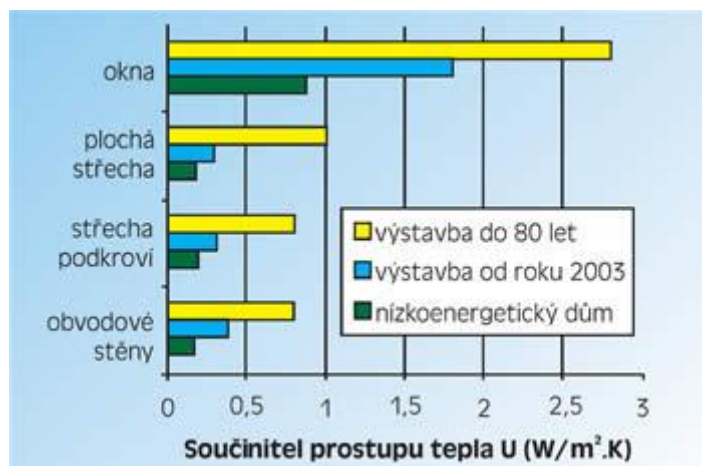
Jednoduchý tvar domu je výhodný i z hlediska eliminace tepelných mostů, kterými z domu odchází teplo. Kvůli statickému tvaru domu vzniká u složitějších tvarů více detailů, které tvoří tepelné mosty a jejichž řešení je často velmi obtížné.

Nevytápěné prostory (garáž, sklad, komora aj.) se někdy umísťují na severní stranu domu, aby vytvářely jakousi nárazníkovou zónu. Příčky k těmto prostorům však musí být izolovány skoro stejně dobře jako venkovní stěny; efekt je tedy nevelký.

Někdy je požadováno, aby vzduch ohřátý sluncem přirozeně cirkuloval v celém domě. To už je složitější zadání, které lze řešit třeba schodištěm na severní straně pro klesající vzduch a zimní zahradou probíhající přes dvě patra na jižní straně. Nevhodně navržená zimní zahrada však může působit i jako chladič a zvyšovat tak spotřebu domu.

Konstrukce domu

Jedním ze základních prvků nízkoenergetického domu jsou důkladné tepelné izolace, v síle až 50 cm. Izolovány musí být nejen venkovní zdi, ale i vnitřní konstrukce mezi vytápěným a nevytápěným prostorem (garáž, sklep, půda aj.). Rovněž i podlahy a stěny přilehlé k terénu musí mít důkladnou izolaci; chránit dům jenom zapaštěním do země je nedostatečné. V hloubce cca 3 m pod terénem je teplota celoročně cca 4 až 10 °C, takže dům by se musel vytápět nejen v zimě, ale i v době, kdy sousedům topná sezóna dávno skončila. Pokud je použito podlahové topení, je třeba izolovat podlahu ještě důkladněji, abychom zbytečně nevytápěli zeminu pod objektem.

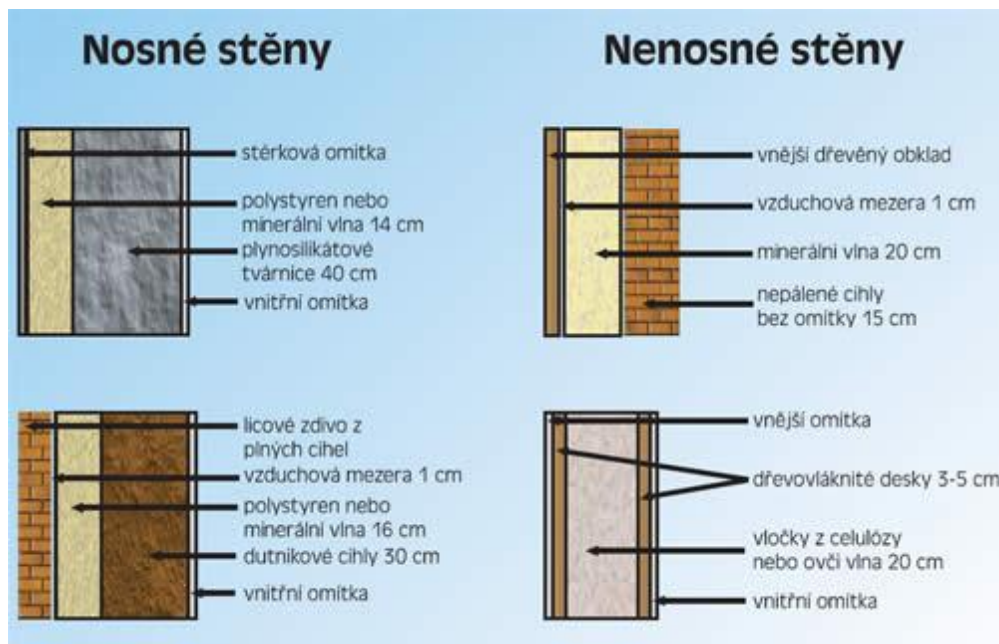


Typické parametry stavebních konstrukcí. Zdroj: EkoWATT

Stěny

Pro nízkoenergetický dům neexistuje jediný možný (či dokonce ideální) konstrukční systém. Důležité je, aby stěna dobře izolovala, a to i v místě tepelných mostů, kterým se nelze zcela vyhnout.

Má-li stěna dostatečně izolovat a přitom nebýt silnější než obvykle, zhruba do 50 cm, nemůže být pouze z cihel či tvárnice (byť třeba termo-izolačních). Taková zeď bez další izolace snad může vyhovět požadavkům normy, pro nízkoenergetický dům to ale v žádném případě nestačí. Rozumné je naopak použít nosné zdivo co nejtenčí - tak, aby bylo dostatečně únosné (okolo 24-30 cm u dutinkových cihel) a doplnit jej tepelnou izolací. Ta může být provedena jako vnější kontaktní zateplení se sěrkovou omítkou či keramickým, dřevěným nebo jiným obkladem. Použít můžeme i sendvičovou konstrukci, kde je izolace mezi dvěma vrstvami zdiva, nebo mezi zdivem a lehkou vnější fasádou.



Příklady stěn nízkoenergetických domů se součinitelem prostupu tepla $U < 0,2 \text{ W/m}^2$. © EkoWATT

U dřevostaveb je škála konstrukcí velmi široká. Oblíbeným řešením je nosná dřevěná konstrukce se sloupky, vyplněná izolací z různých materiálů a libovolné síly. Venkovní plášť může být ze dřeva nebo z desek, nesoucích omítku. Vnitřní plášť bývá opět ze dřeva nebo dřevovláknitých desek. Pokud je třeba zvýšit akumulaci schopnost konstrukce, lze použít masivnější vnitřní omítky nebo tenkou přízdivkou z plných cihel (třeba i z nepálené hlíny). Zajímavým způsobem stavby je konstrukce z dřevěných panelů (sendvič ze dřeva a tepelné izolace), vyrobených individuálně dle požadavků stavby. Na staveništi se pak jen složí do podoby hotového domu.

Stěny domu nemusí mít vždy nosnou funkci. Dům může mít nosný železobetonový skelet z vnitřních zdí a stropů, který nese venkovní stěny. Zde odpadají potíže s řešením tepelných mostů tvořených nosnými prvky v obvodových stěnách.

Okna

Nízkoenergetický dům bývá často bohatě prosklen kvůli solárním ziskům. Toto zasklení musí být kvalitní, aby ztráty nebyly vyšší než solární zisky. V roční bilanci musí oknem dopadnout dovnitř více energie, než jím unikne ven. Používají se proto okna s trojsklem, případně systémem, kde je prostřední tabule skla nahrazena odrazivou fólií (výhodou je nižší hmotnost).

Samozřejmostí je tzv. selektivní vrstva na vnitřním povrchu skla, tedy pokovení, které funguje jako polopropustné zrcadlo. Sluneční záření propustí do interiéru, kde se přemění na teplo. Tepelné záření však již sklem neprojde a odráží se zpět do místnosti.

Dalším prvkem je mezera mezi skly. Platí, že čím je tato mezera širší, tím lépe izoluje. Na trhu jsou trojskla s mezerou až 16 mm, celková tloušťka trojskla je pak 44 mm. Málakterý okenní profil je tomu ale přizpůsoben. Proto se nabízí zasklení s mezerou plněnou argonem nebo jiným vzácným plynem, který dobře izoluje. Cena těchto oken je ale vyšší.

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

Běžný okenní rám izoluje hůře než trojsklo, proto se používají dřevěné i plastové rámy s izolací (obvykle polyuretanovou). Vliv na kvalitu okna má i distanční rámeček mezi skly. Běžně se používají nerezové nebo plastové rámečky, které jsou výrazně lepší než dříve užívané hliníkové. Rámeček vždy tvoří tepelný most, proto je vhodné, aby byl zasazen v okenním rámu hlouběji. Tím se sníží riziko kondenzace vodní páry na zasklení.

Tepelné mosty

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

Proto je třeba věnovat velkou pozornost konstrukčnímu řešení detailů a zejména dbát na **dodržování technologických postupů při stavbě**. Důležité je například správné napojení tepelné izolace a okenních rámců, izolace pásu zdi nad terénem, napojení izolace svislých stěn a střechy, izolace krokví atd.

Těsnost budovy

Poměrně novým požadavkem je těsnost budovy - do domu nesmí pronikat nežádoucí vzduch spárami ve stěnách, okolo oken, ze sklepa, otevřeným krbem atd. Jinak by spotřeba energie zbytečně a zcela nekontrolovatelně rostla.

Těsnost se ověřuje zkouškou při dokončení stavby, tzv. blower-door testem. Může být i jednou z podmínek převzetí stavby investorem. Je to jeden ze způsobů, jak prověřit opravdu kvalitní a pečlivé provedení stavby. Po uzavření všech oken a dveří, případně komínových průduchů a jiných otvorů se do otvoru vstupních dveří instaluje ventilátor a zbývající prostor dveří se zakryje fólií. Ventilátor dům "napumpuje" vzduchem a měří se rozdíl tlaků uvnitř a venku. Netěsnostmi vzduch uteče stejně jako dírou v pneumatice - najít netěsnosti je však velmi obtížné.

Větrání

Spotřeba energie na ohřev větracího vzduchu tvoří u běžných domů zhruba 30 % celkové spotřeby. Čím je dům lépe izolován, tím je tento podíl vyšší.



Schéma větrání s rekuperací tepla. © EkoWATT

Pro větrání rodinných domů a bytů dosud neexistují závazné předpisy. Obvykle se větrání navrhuje tak, aby se buď splnil požadavek intenzity výměny vzduchu 0,3 až 0,5 objemu obytných místností za hodinu, respektive aby přívod čerstvého vzduchu byl 30 až 50 m³/h na osobu. V době, kdy v domě nikdo není, by měla být intenzita větrání cca 0,1 objemu/h, kvůli odvodu vlhkosti a případných škodlivin (např. těkavé látky uvolňující se z nábytku). Nízkoenergetické domy mají proto často nucené (strojní) větrání. V domě je tak vždy zajištěn dostatečný přívod čerstvého vzduchu a na rozdíl od větrání okny se není třeba o nic starat. Vzduch může být zároveň filtrován, případně i zvlhčován, což sníží prašnost a zvýší komfort v domě.

Strojní větrání často slouží i pro odvedení přebytečného tepla z jižních místností do chladnějších (neosluněných) částí domu. Hlavním důvodem pro strojní větrání je však **možnost využití tepla z odváděného vzduchu**. Nejčastěji se používá tzv. rekuperační výměník, ve kterém znečištěný vzduch odváděný zevnitř předává teplo čerstvému vzduchu přiváděnému zvenčí. V zimě se přiváděný vzduch ohřívá, v létě ochlazuje. Rekuperace může být nahrazena tepelným čerpadlem, které odebírá teplo z odpadního vzduchu a ohřívá přiváděný vzduch, případně vodu pro vytápěcí systém. Výhodou je vyšší účinnost, nevýhodou vyšší cena.

Dostatek čerstvého vzduchu dělá bydlení příjemným a uživatelé je vesměs vysoce oceňován. Nesprávný návrh větracího systému však může způsobit problémy, například může být zdrojem hluku.

Související: [zisk ze zemního výměníku tepla](#)

Zimní zahrada

Zimní zahrada je prvkem, kterým mnohý dům dává najevo své nízkoenergetické vlastnosti. Správný návrh zimní zahrady je přitom velmi nesnadný úkol, protože na tento prostor jsou kladeny protichůdné požadavky. Má-li sloužit pro bydlení, nelze čekat výrazný energetický přínos, spíše naopak (obyvatelé mají tendenci zahradu vytápět i v zimě).

Architekt musí tedy vždy navrhovat zimní zahradu přímo "na tělo" obyvatelům domu a jejich individuálnímu vkusu. Zimní zahrady však nejsou pro nízkoenergetický dům nezbytné a v praxi se od nich upouští.



Velká zimní zahrada může zvyšovat solární zisky domu. Foto: EkoWATT



Řadová výstavba snižuje náklady i tepelné ztráty. Foto: EkoWATT

Vytápění

Pro domy s tepelnou ztrátou nižší než 10 kW nabízí trh jen málo vhodných zdrojů tepla. Kotle na plyn nebo na dřevo se většinou nabízejí s výkonem několikrát vyšším. U tepelných čerpadel je nabídka lepší; vůbec žádné problémy pak nejsou s elektrickým topením. Výroba elektřiny však silně zatěžuje životní prostředí, takže mnozí lidé odmítají "pálit ji v kamnech".

Trendem tedy je začlenit do vytápěcího systému akumulční nádrž, která je nahřívána kotlem (u kotle na dřevo je to téměř nevyhnutelné). Z ní se pak odebírá teplo do ústředního topení (případně pro ohřev vzduchu ve větrací jednotce), nezávisle na výkonu kotle. Výhodou je, že kotel může pracovat vždy v optimálním režimu, s nejnižšími emisemi a dobrou účinností - nemusí se "škrtit". To mimo jiné zvyšuje jeho životnost. Další výhodou je možnost nahřívání akumulční nádrže solárním systémem - využívají se tak přebytky energie na jaře a na podzim.

Akumulční nádrž může současně sloužit i pro ohřev teplé užitkové vody, např. v plovoucím bojleru.

Solární systém pro ohřev vody

Spotřeba energie na přípravu teplé vody nezávisí na vlastnostech domu, ale na chování jeho obyvatel. Přesto jsou solární kolektory obligátním atributem nízkoenergetických domů.

Teplu pro ohřev vody může tvořit více než třetinu spotřeby nízkoenergetického domu. Solární systém, který může bez problémů ohřát více než 3 celoroční spotřeby teplé vody, je tedy důležitý. Často se navrhuje i pro přitápění, např. v kombinaci s podlahovým či stěnovým vytápěním. Jinou možností je nahřívání akumulční nádrže, z níž si vytápěcí systém odebírá

teplo podle potřeby. V těchto případech je ale nutno velmi dobře spočítat, kolik energie pro vytápění je schopen systém dodat v zimních měsících. Intenzita slunečního svitu v zimě je u nás mnohem nižší než například v Rakousku, takže se často stává, že složité a drahé zařízení přinese jen málo užítka a topení se většinu zimy ohřívá elektřinou.

Více viz: [Energie slunce - sluneční teplo, ohřev vody a vzduchu](#)

Šedá energie

Výroba a přeprava stavebních hmot je spojená s určitou spotřebou energie. U starší výstavby byla tato energie poměrně malá ve srovnání s tím, co dům spotřeboval na vytápění během doby své životnosti. U nízkoenergetických domů to již zanedbatelné není (literatura uvádí 10 až 30 % spotřeby domu za 50 let). Proto je stále větší pozornost věnovaná i materiálům nenáročným na energii. Největší oblibě se těší dřevo a výrobky z něj. Využívat se opět začíná nepálená hlína, která má také příznivý vliv na mikroklima v budově. Pro izolaci se může použít izolace z ovčí vlny, bavlny, korku, technického konopí i slámy, případně z recyklovaného papíru či skla.

Domy s nízkou spotřebou energie často preferují lidé se vztahem k životnímu prostředí, z čehož pramení rostoucí poptávka i nabídka přírodních a snadno recyklovatelných materiálů.

Bezpečnost a nezávislost

Dům s nízkou spotřebou energie je **méně zranitelný výpadkem vnější dodávky energie**. Díky silným izolacím a solárním prvkům je do značné míry **energeticky nezávislý** a svým obyvatelům tak zaručuje **větší bezpečnost**. Nízká spotřeba je také **pojistkou vůči růstu cen energií** - obyvatelé snáze zaplatí i dražší energii, pokud jí spotřebují málo. Spolu se vztahem k životnímu prostředí jsou to právě tyto důvody, které motivují lidi ke stavbě nízkoenergetických domů.

Legislativa

Pro nízkoenergetické domy platí stejné předpisy, jako pro běžnou výstavbu. Doporučení pro parametry nízkoenergetických domů lze najít v ČSN 730540.

Splnění určitých hodnot může být i jedním z kritérií ve smlouvě mezi investorem a stavební firmou.

Od 1. ledna 2009 bude každý nový dům povinně vybaven tzv. Průkazem energetické náročnosti budovy (dle vyhlášky 148/2007 Sb.). Stavebník nebo kupující by z něho měl - podobně jako z energetického štítku elektrospotřebiče - snadno poznat, jak je dům úsporný. Průkaz hodnotí nejen spotřebu tepla na vytápění, ale i na ohřev vody, větrání, chlazení a osvětlení.

Další pomůckou je tzv. Energetický štítek obálky budovy, který by měl být součástí projektové dokumentace stavby. Zde se ale hodnotí pouze konstrukce domu (ovlivňují jen část spotřeby tepla na vytápění). Pozor na záměnu tohoto štítku s výše uvedeným průkazem - graficky jsou si velmi podobné.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení	Hodnocení budovy			
Adresa budovy	stávající stav			
Celková podlahová plocha:	po realizaci doporučení			
Mírná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok	XY XY			
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ	XY XY			
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
%	%	%	%	%
Doba platnosti průkazu		Jméno a příjmení		
Průkaz vypracoval		Osvědčení č.		

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY				
Typ budovy, místní označení	Hodnocení obálky budovy			
Adresa budovy	stávající			
Celková podlahová plocha A ₀ = m ²	doporučení			
Mírná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok	XY XY			
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ	XY XY			
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
%	%	%	%	%
Doba platnosti průkazu		Jméno a příjmení		
Průkaz vypracoval		Osvědčení č.		

Průkaz energetické náročnosti budovy dle Energetický štítek obálky budovy dle vyhlášky 148/2007 Sb. ČSN 73 0540-2.

Použitá a doporučená literatura

- [1] Srdečný, K.: Energeticky soběstačný dům. ERA, Brno, 2006, dotisk 2007.
- [2] Macholda, F., Srdečný, K.: Úspory energie v domě. Grada, Praha, 2004.
- [3] Počinková, M., Čuprová, D.: Úsporný dům, ERA, Brno, 2004.
- [4] Šubrt, R.: Tepelné izolace v otázkách a odpovědích, BEN, Praha, 2005.
- [5] Šála, J.: Zateplování budov. Grada 2000.
- [6] Nagy, E.: Nízkoenergetický ekologický dům. Jaga Group, 2002.
- [7] Ladener, H. a kol.: Jak pořídit ze staré stavby nízkoenergetický dům. HEL, 2001.
- [8] Haller, A., Humm, O., Voss, K.: Solární energie - využití při obnově budov. Grada, 2001.
- [9] Kol.: Spotřebitelské otázky a odpovědi ekologických poraden. STEP, 2001.