

Snižování energetické náročnosti budov

Experimentální nízkoenergetický dům ATREA

Miroslav Jindrák, RD Rýmařov

Snaha ČR o vstup do EU vyvolala u nás nutnost řešit celou řadu problémů, které byly v minulosti úplně, nebo částečně podceňovány. Jedním z neřešených bodů byla liberalizace cen energií, které byly v minulosti centrální regulací zcela zdeformovány. Postupné odstraňování státních dotací přineslo zvyšování cen energií a tím vytvoření tlaku na jejich úsporu. Záměry ČR v této oblasti úspor vyplývají mimo jiné z Dohody k Evropské energetické chartě, Protokolu o energetických úsporách a požadavků na trvale udržitelný rozvoj. Podpisem těchto protokolů se ČR zavázala k vypracování programu podpor energetických úspor a příslušných legislativních a regulačních opatření a k jejich následnému dodržování. Jedná se zejména o podporu investic k iniciaci energetických úspor, podporu vzdělávání a informovanosti v oblasti energeticky úsporného chování na straně spotřeby energie, rozšiřování a využívání energeticky úsporných technologií, zejména vyšší využití kombinované výroby elektřiny a tepla, a podporu využívání alternativních zdrojů energie. Cílem je dosažení energetické náročnosti ekonomiky, odpovídající evropské úrovni.

Snižování energetické náročnosti celé ekonomiky se nutně dotýká také stavebnictví. I zde je nutné přehodnotit přístup k projektování, a to především k projektování budov, které je potřeba navrhovat a hodnotit ve všech souvislostech a v celém jejich životním cyklu (obr. 1).

Je třeba mít stále na paměti, že stavebnictví v porovnání s jinými odvětvími uvolňuje do oběhu největší objemy hmot. Proto je potřeba věnovat pozornost původu výchozích surovin pro stavebnictví, ekologickým souvislostem těžby a náročnosti přepravy těchto surovin, energetické náročnosti jejich zpracování do výrobku, jejich životnosti a v neposlední řadě i možnosti jejich likvidace po ukončení života budovy. Také spotřeba energie na vytápění a provoz budov není zanedbatelná. Ve vyspělých zemích tvoří téměř jednu třetinu celkové energetické produkce. Provozování budov se také podílí na tvorbě celosvětových emisí skleníkových plynů. V některých pramenech je uváděn tento podíl ve výši nejméně 20 %.

V souladu s výše uvedenými skutečnostmi vede vývoj v oblasti energetiky budov již několik let k trvalému snižování potřeby i spotřeby energie.

Již v osmdesátých letech minulého století vedla tato snaha především ve Skandinávii a Kanadě k vývoji objektů, které jsou všeobecně nazývány „nízkoenergetické“.

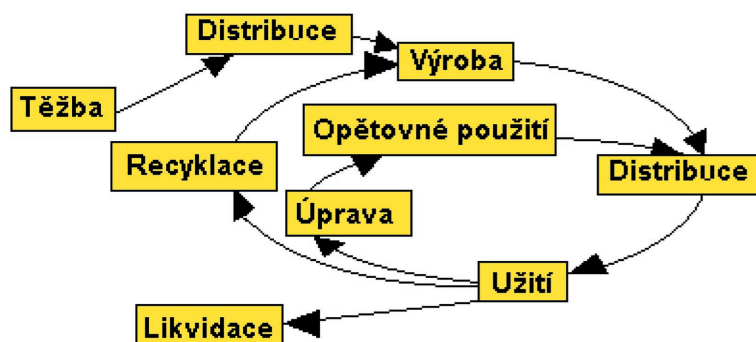
Tyto objekty se po dlouholeté zkušenosti osvědčují jako jednoduchý, s příznivými náklady rychle zaveditelný standard. Ve Švédsku se tento standard natolik osvědčil, že již uprostřed osmdesátých let byly v předstihu před stavební normou stavěny převážně domy nízkoenergetické. V roce 1991 se zde stal standard nízkoenergetických domů normou závazný. V posledních dvaceti letech došlo k výraznému posunu i v národních předpisech dalších nejvyspělejších zemí. Hodnoty dříve dosahované u experimentálních objektů se pomalu stávají hodnotami běžně požadovanými (obr. 2).

Klíčová slova:

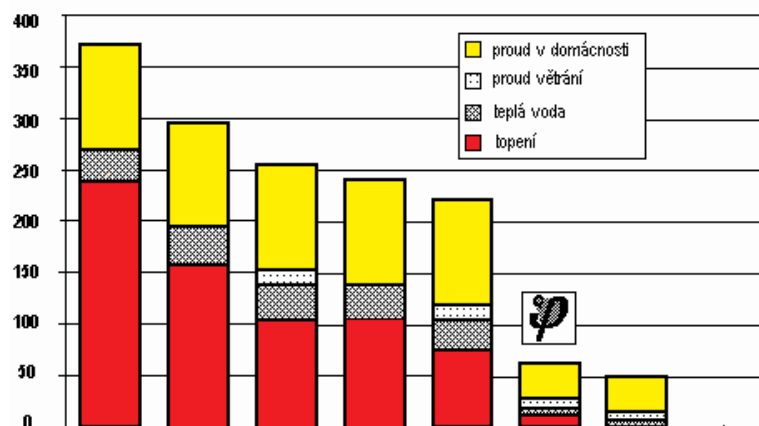
◆ ?

Lektoroval:

?



Obr. 1 Schéma životního cyklu stavebních hmot a konstrukcí



Obr. 2 Primární jmen. hodnoty energie – srovnání norem a předpisů WschVO – nařízení o tepelné ochraně v SRN, SBN – švédská stavební norma

Co znamená nízkoenergetický objekt?

Určujícím parametrem nízkoenergetických staveb, jak již ze samotného termínu vyplývá, je celkové množství energie, potřebné k dosažení požadovaných parametrů v objektu. V tomto ohledu tedy není žádným problémem stavbu jednoznačně posoudit a podle získané hodnoty zařadit do správné kategorie. Existují tři významnější hodnoty, které jsou rozhraními mezi jednotlivými kategoriemi objektů: jsou to hodnoty 70, 50 a 15 kWh/(m².rok). Ty udávají, kolik energie na vytápění objekt ročně potřebuje v přepočtu na jeden čtvereční metr. Jaké jsou hodnoty potřeby tohoto tepla, ukazuje obr. 3.

Pro zajímavost: v závěrečné studii o možnostech zvýšení energetické účinnosti z roku 1994 byla zveřejněna potřeba tepla na vytápění budov v ČR, vztahovaná na 1 m² hrubé podlahové plochy vytápěné části budovy, ve výši 170-240 kWh/(m².rok).

Hodnota 70 kWh/m² je obecně považována za horní hranici pro energeticky úsporné objekty. Domy se spotřebou pod 50 kWh/m² patří do kategorie nízkoenergetických domů, hodnota 15 kWh/m² je vstupenkou do skupiny pasivně solárních objektů. V oblasti experimentální se potom ještě můžeme setkat s kvazinulovými domy se spotřebou 0 – 5 kWh/m² a rok.

Postavit v dnešní době nízkoenergetický nebo dokonce pasivně solární dům není – díky moderním stavebním materiálům a dlouholetým zkušenostem především ze zemí severní a západní Evropy – žádným technickým oříškem. K dosažení skutečně nízké energetické spotřeby objektu stačí rozumně zvolit celý koncept stavby, dodržet několik základních technických pravidel (kvalitní tepelně izolační obálka stavby, eliminace tepelných mostů, zajištění vzduchotěsnosti obvodových konstrukcí, zabránění kondenzace vodní páry, využití tepelné akumulace a pasivních solárních zisků, použití účinných a energeticky úsporných technických zařízení budovy) a dokonale provést veškeré stavební procesy. Dosažnout i extrémně nízké spotřeby energie přitom rozhodně nemusí znamenat významné navýšení finančního rozpočtu stavby. Použití tepelně izolačních sendvičových konstrukcí může být dokonce levnější, než výstavba pomocí některých konvenčních zdicích systémů, používaných dnes v masovém měřítku.

Významné investiční úspory je také

možné dosáhnout vyloučením nákladných zařízení tradičních otopných systémů, které v budově s minimální energetickou spotřebou mohou vystřídat alternativní technologie, jako tepelná čerpadla, nucená ventilace s rekuperací tepla, nebo solární kolektory apod. To vše se přitom děje při nezanedbatelném zvýšení vnitřní pohody stavby, včetně pohody tepelné.

K výstavbě nízkoenergetických domů přistoupila řada nejenom evropských, ale i českých firem, provádějící obálkové konstrukce budov nejen z klasických materiálů, ale také ze dřeva. Na tomto místě je třeba znova podotknout, že celkovou spotřebu energie, potřebnou v celém životním cyklu budovy, je třeba chápat jako součet výrobní energie (což je energie potřebná na výrobu a přepravu stavebních hmot a výrobků pro budovu a její výstavbu) a provozní energie jako energie na provoz budovy. Zatímco u starších budov bylo možné považovat za typický poměr výrobní ku provozní energii asi 1 : 7 až 1 : 10, je především u nízkoenergetických domů tento poměr i při nižších absolutních hodnotách 1 : 3. Snížení tohoto poměru při zachování výše provozní energie je možné dosáhnout mimo jiné použitím výrobků dřevěných, popř. na bázi dřeva. Odhaduje se, že tyto výrobky spotřebují 3 až 5krát méně výrobní energie, než výrobky na bázi cihly, betonu a vápna.

Experimentální energodům firmy RD Rýmařov

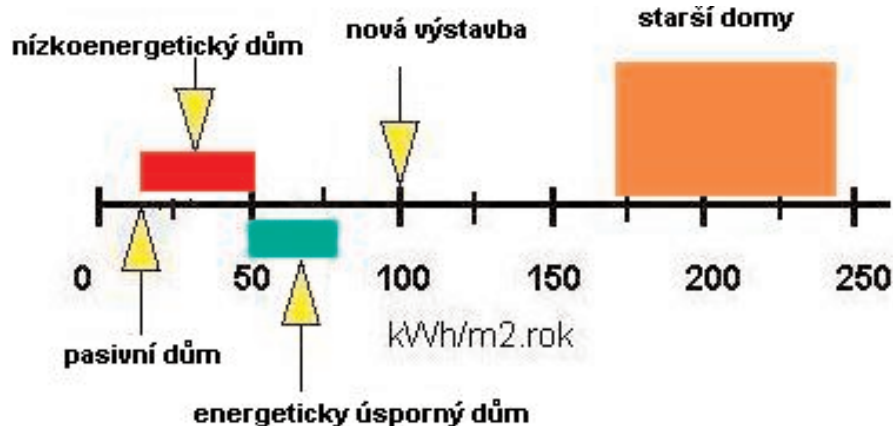
Mezi firmy, které vyrábějí nízkoenergetické domy, patří již několik let také firma RD Rýmařov, s.r.o. Její domy jsou vy-

ráběny na bázi dřeva v systému plošné prefabrikace. V roce 2001 v rámci výrobní inovace vyvinula firma RD Rýmařov a ve spolupráci s firmou ATREA, s.r.o., zrealizovala v obci Koberovy nový typ nízkoenergetického domu, tzv. Energodům ATREA. Cílem tohoto projektu bylo navrhnout a zrealizovat objekt, jehož energetická náročnost by se maximálně přiblížila hodnotám pasivního domu, tj. objektu, kde specifická potřeba topného tepla nepřekročí hodnotu 15 kWh/(m².rok) a celková hodnota primární energie pro všechna použití v domácnosti (dodatkové topení, teplá voda, větrání, vaření a ostatní domácí spotřebiče) nepřekročí 120 kWh/(m².rok). Po realizaci objektu pak dlouhodobým měřením ověřit efektivnost výstavby takovýchto objektů v české kotlině.

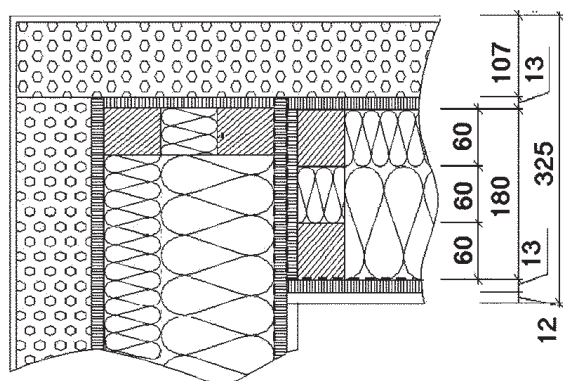
Autorem architektonického návrhu objektu a teplovzdušného vytápění s rekuperací vzduchu byl Ing. Petr Morávek, CSc., (ATREA, s.r.o.), na konstrukčním řešení projektu se podíleli Ing. Miroslav Jindrák, Martin Jindrák (RD Rýmařov, s.r.o.), statiku objektu řešil Ing. Miroslav Daněk a Ing. Petr Procházka (RD Rýmařov, s.r.o.).

Stavebně konstrukční řešení

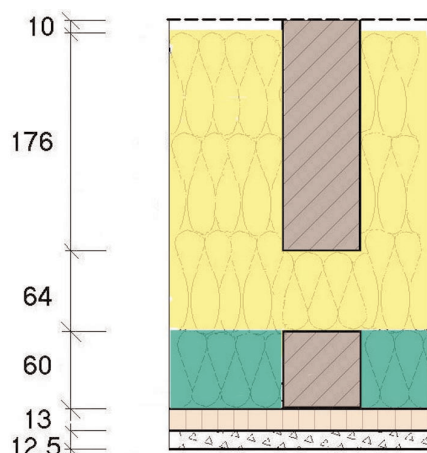
Základem projektu bylo koncepčně nové navržení neprůhledných dílů obvodového pláště, v RD Rýmařov takto dosud neřešených (obr. 4). Místo dřevěného nosníku plného průřezu šíře až 120 mm byl použit lehký dřevěný stavební nosník. Tím byl zredukován podíl dřeva vůči ploše stavebního dílu a zároveň maximálně zredukovány jeho tepelné mosty.



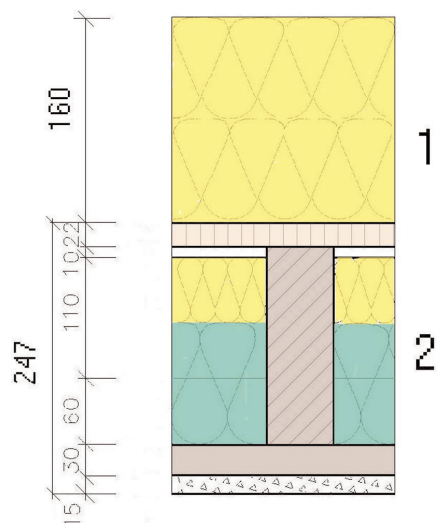
Obr. 3 Hodnoty potřeby tepla na vytápění budov, vztahované na 1 m² hrubé podlahové plochy vytápěné části budovy – stav v ČR 170-240 kWh/(m².rok), nová výstavba 100 kWh/(m².rok), energeticky úsporný dům 50-70 kWh/(m².rok), nízkoenergetický dům 15-50 kWh/(m².rok), pasivní dům méně než 15 kWh/(m².rok)



Obr. 4 Řez konstrukcí obvodové stěny energodomu ATREA



Obr. 5 Řez konstrukcí šikmého stropu v podkroví



Obr. 6 Řez konstrukcí šikmého stropu v podkroví se souvislou izolací

Šikmý strop podkroví byl řešen jako samonosný, a to z důvodu max. snížení vlivu tepelných mostů (obr. 5). Na vodorovný strop podkroví, vyrobený v systému plošné prefabrikace, byla po jeho montáži položena souvislá vrstva skelné izolace tloušťky 160 mm (obr. 6).

Další výrazné snížení tepelných mostů bylo docíleno změnou výšky horních a spodních pasů obvodových stěn přízemí a podkroví, štítů a všech vnitřních příček. Horní pasy všech konstrukčních dílů byly provedeny výšky 60 mm, místo 120 mm, běžných u všech objektů RD Rýmařov. Spodní pasy byly provedeny o výšce 60 mm namísto 90 mm, u štítů a OS podkroví o výšce 30 mm, místo 60 mm. Konstrukční systém experimentálního domu firmy RD Rýmařov umožnil docílit následujících výpočtových hodnot součinitele prostupu tepla U jednotlivých stavebních dílů (viz tab. 1).

V objektu byla použita dřevěná Eurookna s dvojitým těsněním křídel, osazená skly typu HEAT MIRROR ($U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Koncepce objektu o zastavěné ploše 106 m^2 byla již investorem zadána podle zásad nízkoenergetické výstavby (obr. 7). Nejen z tohoto důvodu bylo navrženo a použito několik konstrukčních detailů, které u firmy RD Rýmařov, s.r.o., nejsou běžné. Například zcela novým konstrukčním řešením bylo uložení podpěr vaznic na otevřeném stropu přízemí, kde byly, vzhledem k odstranění tepelných mostů, použity místo kovových nosníků dřevěné překlady, nebo vyřešení statické a konstrukční vazby prvků RD Rýmařov na předem postavenou pohledovou akumulaci zedí.

Celková užitková plocha objektu je 141 m^2 , obytná plocha 87 m^2 . Vzhledem k instalaci rekuperačního systému větrání byl kladen vysoký nárok na vzduchotěsnost vnějších částí konstrukce objektu. Požadavek investora byl docílit hodnot, požadovaných přísnými švýcarskými normami.

Tab. 1 Tepelné hodnoty obálkových konstrukcí

Typ lehké konstrukce	Součinitele prostupu tepla U_N ($\text{W/m}^2\text{K}$) podle ČSN 73 0540 – 2			
	Požadovaný U_N	Doporučený U_N	Výpočtové hodnoty $U_{\text{výp}}$ experimentálního domu	U_N doporučené / $U_{\text{výp}}$ v %
Strop podkroví	0,24	0,16	0,129	124 %
Šikmý strop v podkroví	0,24	0,16	0,141	113 %
Obvodová stěna	0,30	0,24	0,148	162 %
Podlaha přízemí (strop nad sklepem)	0,75	0,50	0,21	238 %

podle ČSN EN 832	předpokládaná
méně než 4	méně než 0,8

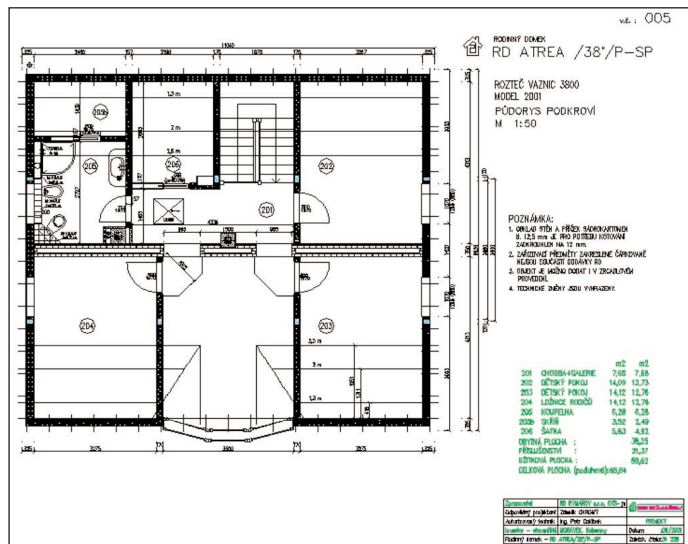
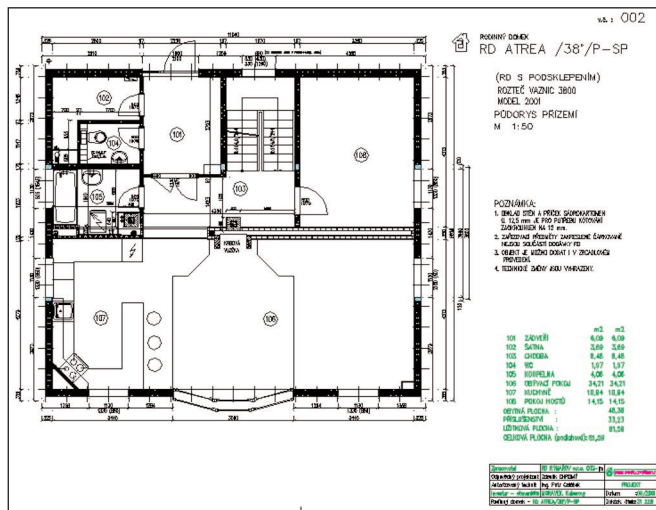
Úroveň vzduchotěsnosti n_{50} [h^{-1}] pro rodinné domy

Konstrukční systém byl navržen tak, aby bylo možno bez místních netěsností vytvořit splením parozábrany dokonalou parotěsnou „obálku“ obvodových konstrukcí a tím maximálně snížit infiltraci vzduchu. Při realizaci objektu se ukázalo, že vytvoření dokonalé parotěsnosti je z hlediska realizace velmi náročný úkol, požadující dokonalé vyřešení konstrukčních detailů a jejich vysoce pečlivé provedení především v místech, kde přes parozábranu procházejí části stropních a střešních konstrukcí a různé rozvody. Vzhledem k náročnosti výstavby domu byla jeho realizace uskutečněna ve třech etapách:

1. etapa – hrubá stavba (6 dní)
2. etapa – dostavba akumulaci zdi, montáž vzduchotechnických a rekuperačních zařízení (10 dní)
3. etapa – dokončení domu na klíč (11 dní)

Temperování a větrání objektu

Unikátní řešení temperování objektu zrealizovala firma ATREA, s.r.o. Základním cílem bylo zajištění celoročně optimálního tepelně vlhkostního mikroklimatu v lehké, dokonale izolované dřevostavbě. Zásadou bylo dosažení komfortu při minimálních provozních nákladech, s maximálním využitím solární energie a obnovitelných energetických zdrojů bez nepříznivých dopadů na životní prostředí a s minimální zranitelností. Jednotlivá technická zařízení, instalovaná v uvedeném objektu, byla popsána v článku Ing. Petra Morávka, CSc., zveřejněném v č. 5/2002 tohoto časopisu.



Obr. 7 Půdorys přízemí a podkroví energodomu Atrea

Přesto je vhodné se podrobněji zmínit o instalované vnitřní akumulaci zdi. Tento technický prvek je součástí systému okenního slunečního kolektoru. Je vytvořen jako dvojitá zeď z režného zdiva s vnitřní mezerou šíře 120 mm (obr. 8). Mezera je rozdělena svislými přepážkami tak, aby vytvořený labyrint umožnil dokonalé proudění teplého vzduchu po celé ploše zdi. Hmoty zdi o váze cca 19 tun dostatečně akumuluje tepelnou energii a s několikahodinovým zpožděním ji vyzařuje do obytných místností. Systém proudění vzduchu je znázorněn na obr. 9.

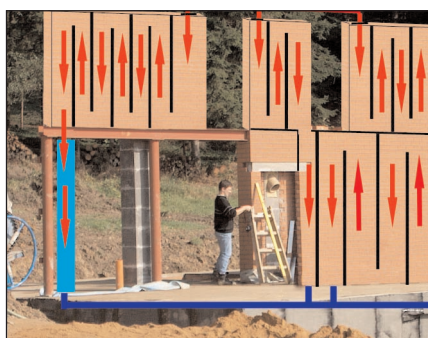
Závěr

Výstavba experimentálního nízkoenergetického domu v Koberovech proběhla v plánovaných termínech. První měření ukazují, že záměry projektu se podařilo splnit. Specifická spotřeba tepla na topení a ohřev teplé vody činí 17,6 kWh/(m²rok), bez započítání vlivu solárních kolektorů. Realizací projektu se potvrdilo, že i české firmy dokážou vytvořit objekt, u kterého je řešeno výrazné snížení energetického nároku na provoz. Zcela ojedinělé a unikátní řešení akumulace tepelné energie do masivní zdi, umístěné uvnitř dokonale zateplené dřevostavby, řeší i často vytýkaný ne-

dostatek těchto konstrukčních systémů, tj. jejich nedostatečnou akumulaci schopnost. Realizovaný objekt ukazuje, že nízkoenergetický dům nemusí mít vždy přísný geometrický tvar, s nímž je často tento princip spojován. Tento dům byl oceněn prvním místem v soutěži „Země pro vnoučata 2002“, pořádané Fondem životního prostředí ČR, Českou společností pro technická zařízení a Českou energetickou agenturou. Dále získal ocenění v soutěži o „Ekologicky realizovanou stavbu roku 2002“, vyhlášenou Svazem podnikatelů ve stavebnictví ČR a Ministerstvem životního prostředí ČR



Obr. 8 Vnitřní akumulaci zed



Obr. 9 Schéma proudění vzduchu vnitřní akumulaci zdi



Obr. 10 Pohled na dům v Koberovech