

Vytápění nízkoenergetických domů

Heating of low-energy houses

Doc. Ing. Karel KABELE, CSc.
ČVUT v Praze Fakulta stavební

Recenzent
Ing. Jiří Bašta, Ph.D.

Článek poskytuje základní přehled zdrojů tepla pro nízkoenergetické domy a naznačuje další cestu vývoje jejich zásobování tepelnou energií.

Klíčová slova: vytápění, nízkoenergetický dům

The article renders the basic overview of heat sources for the low-energy houses and indicates the further way of the development of the energy supplying.

Key words: heating, low-energy house

Vývoj požadavků na tepelně-technické vlastnosti nových staveb dospěl do stavu, kdy každá nová budova, postavená v ČR z veřejných prostředků nebo prostředků soukromých ale s celkovou roční spotřebou energie převyšující 700 GJ, se stává budovou energeticky úspornou [1, 2]. Požadavek vyhlášky 291/2001 Sb. totiž pro tyto objekty předepisuje splnění maximální měrné spotřeby energie na vytápění budovy v závislosti na poměru povrchu ku objemu od 80 do 140 kWh/m²a, což je přibližně 1/3 stavu většiny stávajících objektů, kde se spotřeba energie na vytápění pohybuje v rozsahu 210 až 300 kWh/m²a [3].

U nových staveb lze tedy počítat s měrným příko-
nem v rozmezí 30 až 60 W/m² vytápěné plochy, což má dopad na vytápěcí zařízení, které musí umět pracovat s podstatně menšími výkony a dodávkami tepla než tomu bylo dříve. Pro ilustraci – 4 pokojový byt o půdorysné ploše 75 m² má ve stávajících nezateplených objektech příkon 6 kW, u nově postaveného nebo zatepleného domu se příkon na celý takový byt zmenšuje na cca 2 kW.

Tyto snížené výkonové požadavky na vytápění a důraz na nízkou energetickou náročnost budov se musí promítnout i do energetických systémů budov, které jsou vlastně tím výkonným článkem celého řetězce dodávky energie do budovy a na nich závisí, zda skutečná **spotřeba** energie bude odpovídat **potřebě**, dané obálkou budovy.

V ideálním případě je vytápěcí zařízení schopno reagovat s minimálním zpožděním na změny potřeby energie, které jsou vyvolány především změnami klimatických podmínek (vnější teplota, proměnlivé sluneční záření) a vnitřních zdrojů tepelné zátěže (zapnutí domácích spotřebičů, umělé osvětlení nebo příchod osob do místnosti). Z toho vyplývá, že energeticky úsporné vytápěcí zařízení by mělo být především elastické ve všech prvcích (schopné rychle reagovat na změnu potřeby tak, aby se změna výkonu přenesla až do zdroje), s individuální regulací v jednotlivých místnostech (v každé místnosti se může měnit potřeba nezávis-

le na ostatních) při zachování požadavků na tepelnou pohodu.

Oproti tradičním budovám se u nízkoenergetických budov zvyšuje vliv vnitřních zdrojů tepla a větrání (menší tepelné ztráty prostupem)[6]. Potřeba energie na větrání je dána požadovaným množstvím větracího vzduchu a klimatickými podmínkami. Protože systémy přirozeného větrání infiltrací neumožňují regulovat množství větracího vzduchu, je vhodné řešit větrání nízkoenergetických obytných budov řízeným větráním, které může být buď integrováno s vytápěcím zařízením (teplovzdušné vytápění s ohřevem přiváděného vzduchu) nebo může být nezávislé (přívod čerstvého vzduchu např. regulovanými šterbinami ve fasádě). Z hlediska energetického se nabízí jako nejjednodušší opatření minimalizovat množství větracího vzduchu, nejsou však zcela jasně kvantifikována kritéria pro stanovení minimální výměny vzduchu a proto třeba s tímto postupem nakládat velmi obezřetně. Spotřeba energie větracím zařízením je pak dána způsobem řešení odvodu vzduchu z budovy. Jako vhodné se jeví použití zařízení na zpětné získávání tepla, které část energie obsaženou v odváděném vzduchu vrací zpět do budovy. Rozdíl mezi tradičními a nízkoenergetickými budovami v oblasti větrání je v důrazu na řízení větrání, aplikaci zařízení na zpětné získávání tepla a sladění systémů vytápění a větrání, případně i ohřevu TUV, kam může být teplo z odváděného vzduchu akumulováno.

1. ZDROJE TEPLA PRO NÍZKOENERGETICKÉ DOMY

1.1 Plyn

Rozdíl oproti tradičnímu řešení vzniká u objektů, kde potřebný výkon na vytápění celého objektu klesá pod cca 5 kW. Jde především o nízkoenergetické rodinné domy, etážové vytápění jednotlivých bytů či obdobně energeticky mílo náročné objekty administrativní či průmyslové. V těchto případech jsou tradiční zdroje s výkony 12 kW a více z hlediska vytápění předimenzovány a pracují v režimu,

který může způsobit nízkou účinnost zdroje a efekt snížení potřeby energie obálkou budovy může být znehodnocen zvýšenou spotřebou energie zdrojem. Pro zlepšení provozní účinnosti zdroje lze použít akumulaci tepla do vody. Jistě zajímavým řešením jsou zdroje nízkoteplotní kondenzační.

1.2 Biomasa

Využití biomasy ať ve formě dřeva, štěpky nebo pelet se stává stále zajímavějším a podporovaným způsobem řešení primárního zdroje energie. Hlavní předností je obnovitelnost tohoto zdroje a tím velmi pozitivní hodnocení z hlediska ekologické zátěže. Negativem může být manipulace s palivem, proměnné podmínky dodávky paliva v závislosti na lokalitě. Z technického hlediska je zdroj na biomasu pro malé nízkoenergetické objekty nepříliš vhodný, neboť ve větší míře než u spalování plynu zde vznikají problémy s požadavky na malé výkony. Navíc u zdrojů na biomasu nelze zatím počítat s nízkoteplotními zdroji a tak z hlediska technického řešení je nutno řešit ochranu zdroje před nízkoteplotní korozí a velmi výhodné je zde použití akumulace tepla.

1.3 Elektrická energie

Elektrickou energii je možné pro vytápění objektů použít buď jako přímotopu, akumulačního vytápění nebo prostřednictvím tepelného čerpadla. U nízkoenergetických objektů se paradoxně posouvá těžiště výhodnosti použití jednotlivých tarifů v poměru k investičním nákladům k přímotopu, neboť účinný zdroj jakým je tepelné čerpadlo má díky malé potřebě tepla malé využití a doba ekonomické návratnosti se neúměrně prodlužuje. I u tepelného čerpadla je vhodné použít vyrovnávací nádrž, která umožní čerpadlu pracovat v delších cyklech v konstantních podmínkách.

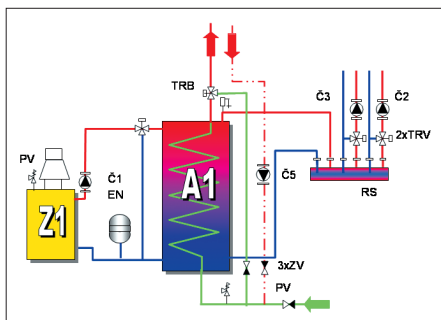
1.4 Solární energie

Podstata nízkoenergetického řešení objektů je nejen v kvalitní obálce budovy ale i ve schopnosti vytápěcího zařízení využít zisků solární energie. K tomu může docházet dvěma způsoby – pasivně a aktivně [6]. Pasivní způsob využití solární energie vychází ze skleníkového efektu místností, kdy vytá-

pěci zařízení musí být schopno poměrně rychle omezit svůj výkon v okamžiku slunečního svitu tak, aby nedoházelo ke zvýšení vnitřní teploty. Pokud vnitřní teplota stoupne, může dojít k opačnému efektu – uživatel otevře okno a zvýší tepelnou ztrátu místnosti, která se může ve svém důsledku projevit zvýšenou potřebou tepla na vytápění. Využití pasivní akumulace solární energie do stavebních konstrukcí je problematické z hlediska sdílení tepla z akumulací stěny. K tomu, aby bylo možné teplo akumulované v konstrukci využít, musí dojít v místnosti k poklesu teploty pod teplotu jádra akumulací konstrukce a teprve v tomto okamžiku začne konstrukce teplo uvolňovat.

Aktivní systémy, využívající různých typů solárních kolektorů, mohou být doplňkovým zdrojem pro vytápění vzhledem k omezené době a intenzitě slunečního svitu v otopném období. Vždy se bude jednat o systém s akumulací tepla, nejčastěji do vody. Při kalkulaci využitelnosti solárního záření je nutné vždy vzít v úvahu teplotní poměry v kolektoru a v prostředí, do kterého se energie má akumulovat. Použije-li se například bivalentní zásobník s elektrickým dohřevem nastaveným na teplotu 75 °C, bude tepla z kolektorů využito až v okamžiku, kdy teplota kolektorového okruhu překročí teplotu v zásobníku, k čemuž může docházet v zimním období při použití běžných kolektorů jen zřídka.

Pro zajištění maximální účinnosti celého systému je nutné nalézt správnou kombinaci typu kolektoru, akumulátoru tepla a teplotních parametrů otopné soustavy. Při použití jednoduchých deskových solárních kolektorů je vhodné tepelnou energii akumulovat v teplotně stratifikovaném zásobníku a zvolit co nejnižší teplotu otopné vody. Při použití vakuových kolektorů, které pracují s vyšší teplotou je možné použít jednoduššího klasického bivalentního zásobníku nebo víceúrovňového ohřevu.



Příklad 2 – Klasický kotel s výkonem větším než 4 násobek tepelné ztráty budovy, vytápění a průtočný ohřev TUV

Zapojení umožňuje práci zdroje v optimálních podmínkách a přerušovaný chod zdroje s přestávkami v řádu dnů. Průtočný ohřev TUV je ve srovnání se zásobníkovým příznivý z hlediska stagnace TUV (nebezpečí legionell).

A1 – Integrovaný zásobník pro vytápění a průtočný ohřev TUV

Z1 – Zdroj s minimální požadovanou teplotou vratné vody (biomasa, pevná paliva, běžný plynový kotel, kapalná paliva)

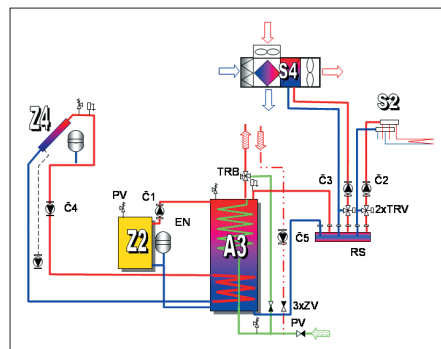
2. OTOPNÉ SOUSTAVY

2.1 Teplovodní vytápění

Odlíšnost aplikace tradičního teplovodního vytápění v nízkoteplotních domech od běžných systémů spočívá v podstatně nižších instalovaných výkonech otopných ploch, požadavku na pružnější změnu výkonu při nahodilých vnitřních ziscích. Požadavek na pružnější chování soustavy je výraznějším podílem tepelných zisků na celkové tepelné bilanci vytápěné místnosti, kdy může vznikat požadavek na pružnou regulaci výkonu otopné plochy v rozmezí 0 až 100 %. Redukce vlivu umístění tělesa ve vytápěném prostoru na výsledný stav tepelné pohody je dána výrazně lepšími tepelně-technickými vlastnostmi obvodových stěn, jejichž důsledkem jsou vyšší povrchové teploty i na okenních výplních (požadavek na U hodnotu oken je u současných staveb až $1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$).

2.2 Teplovzdušné vytápění

Systémy s plně cirkulačním provozem patří ke klasickým systémům teplovzdušného vytápění, používaným převážně v zahraničí. Srdcem tohoto systému je teplovzdušný agregát, na který je napojen rozvod vytápěcího vzduchu do jednotlivých místností bytu nebo domu. Zpětné nasávání cirkulujícího vzduchu je většinou v chodbě, transport vzduchu mezi obytnými místnostmi a chodbou je zajištěn netěsnostmi kolem dveří, případně větracími mřížkami ve dveřích. Tento systém neřeší větrání objektu, které se předpokládá přirozené infiltrací bez možnosti regulace v rámci vzduchotechnického zařízení. Z hlediska tepelné pohody se absence sálavé složky řeší vždy umístěním krbu v hlavní místnosti bytu nebo domu. Teplovzdušné vytápění integrované s řízeným větráním objektu představu-



Příklad 3 – Bivalentní zdroj – např. kondenzační kotel v kombinaci s vysokoteplotními kolektory. Teplovzdušné vytápění a nízkoteplotní vytápění, průtočný ohřev TUV

Použití vysokoteplotních kolektorů v kombinaci s nízkoteplotním zdrojem umožňuje plné využití objemu zásobníku.

Z2 – Zdroj nízkoteplotní (plynový kondenzační kotel, tepelné čerpadlo, elektrokotel)

Z4 – Solární kolektory teplovodní vysokoteplotní (vakuované, koncentrující)

A3 – Integrovaný zásobník pro vytápění a průtočný ohřev TUV s výměníkem solárního okruhu

S2 – Teplovodní otopná soustava nízkoteplotní

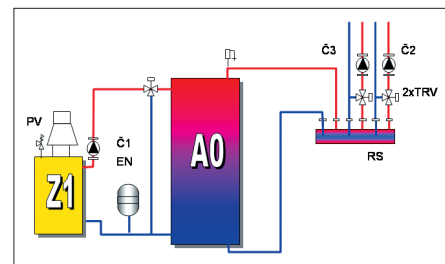
S4 – Teplovzdušné vytápění a větrání s rekuperací

je moderní koncepcí, která je využitelná především v dobře zateplených objektech s nízkou potřebou energie na vytápění. Na rozdíl od systému s cirkulačním provozem je zde regulovaný přívod čerstvého vzduchu do systému, který zajišťuje hygienickou výměnu vzduchu v budově.

3. PŘÍKLADY ŘEŠENÍ ENERGETICKÝCH ZDROJŮ NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ

Na následujících příkladech jsou naznačeny možné způsoby řešení energetických zdrojů nízkoteplotních budov v objemu rodinných domů nebo bytů při různých variantách primárního zdroje energie.

Prezentovaná schémata jsou pouze ilustrativní a jsou určena k vysvětlení principu a v konkrétním případě pro řešení skutečného případu mohou být použita pouze autorizovanou osobou.

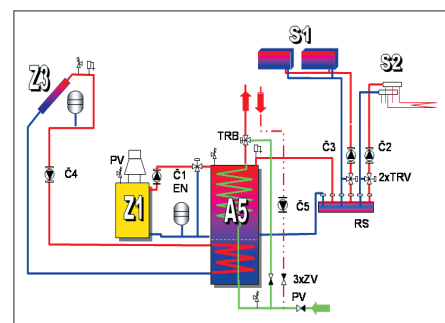


Příklad 1 – Klasický kotel s výkonem větším než 4 násobek tepelné ztráty budovy, pouze vytápění

Zapojení umožňuje práci zdroje v optimálních podmínkách, přerušovaný chod zdroje s přestávkami v řádu dnů.

A0 – Zásobník nádrž pro vytápění

Z1 – Zdroj s minimální požadovanou teplotou vratné vody (biomasa, pevná paliva, běžný plynový kotel, kapalná paliva)



Příklad 4 – Bivalentní zdroj – klasický kotel v kombinaci s nízkoteplotními kolektory. Teplovodní vytápění, průtočný ohřev TUV

Použití teplotně stratifikovaného zásobníku umožňuje využití nízkopotenciálního tepla kolektorů k přehřevu teplé vody.

Z1 – Zdroj s minimální požadovanou teplotou vratné vody (biomasa, pevná paliva, běžný plynový kotel, kapalná paliva)

Z3 – Solární kolektory teplovodní

A5 – Integrovaný teplotně stratifikovaný zásobník pro vytápění a průtočný ohřev TUV s výměníkem solárního okruhu

S1 – Teplovodní otopná soustava

S2 – Teplovodní otopná soustava nízkoteplotní

Integrovaný přístup k řešení energetických systémů budov a stavebních konstrukcí je metoda, kterou lze snížit spotřebu energie stavby při nižších nákladech. Vedle vlastních technických zařízení zajišťujících vytápění a větrání budov je toto umožněno především prudkým vývojem v oblasti konstrukcí budov z hlediska tepelně-technických vlastností a rozvojem systémů pro inteligentní řízení budov, které umožňují zajistit vazbu mezi jednotlivými subsystémy a harmonizovat chod celé budovy [8].

Při vyhodnocování budov z hlediska spotřeby energie se stále více v poslední době prosazuje rozšíření pohledu na energetickou náročnost o LCA (life cycle assessment), který dává úplnější pohled na celý životní cyklus zařízení a jeho vliv na životní prostředí.

Použité zdroje:

- [1] Vyhláška MPO 291/2001 Sb., kterou se stanoví účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách
- [2] ČSN 73 0540 (2002) Tepelná ochrana budov
- [3] ŠMERÁK, V.: *Energetický projekt 02*. Stavební listy 1/2003, ročník IX, ISSN 1211-4790
- [4] ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát při ústředním vytápění
- [5] KABELE, K.: *Příspěvek k problematice teplovzdušného vytápění obytných budov*. Sborník příspěvků Konference Klimatizace a větrání 2002, s. 77-82; 29. – 30. 1. 2002 Praha, STP, 2002
- [6] HUMM, O.: *Nízkoenergetické domy*, Grada Publishing 1999
- [7] KABELE, K.: *Teplovzdušné vytápění nízkoenergetických domů*, Topenářství – instalace, 4, 2001, s. 58-63, ISSN 1211-0906, Technické vydavatelství Praha, spol. s r.o.
- [8] RENNIE, D., PARAND, F.: *Environmental design guide*, 1998 BRE, Watford. ■

* Teplonosná kapalina Therminol VLT pro velmi nízké teploty

Na veletrhu AICHEMA 2003 uvedla evropská reprezentace americké firmy Solutia, belgická Solutia Europe s.a., teplonosnou kapalinu Therminol VLT pro použití při teplotě až -115°C s nízkou viskozitou pouhých 45 cP, umožňující dobrý přenos tepla a snadné čerpání. Nová syntetická kapalina, jejíž chemický základ vystavovatel neuvádí, je použitelná až do teploty 175°C . Proti stávajícím kapalinám Therminol LT na bázi alkylsubstituovaných aromatických uhlovodíků pro teploty -73 až 315°C a Therminol D12 na bázi alifatických uhlovodíků pro teploty -83 až 260°C , znamená prolomení teplotní hranice -100°C značný úspěch v realizaci nízkoteplotních procesů ve farmácii, pro chladicí techniku a pro ohřev a vytápění přístrojové techniky v arktických a kosmických podmínkách. Spolu s novou teplonosnou kapalinou Therminol VP-3 s nízkým bodem varu pro práci v parní fázi náhradou za vakuové systémy, tak celkem 13 typů kapalin na různé bázi pokrývá svou použitelností oblast teplot -115 až 400°C .

Solutia Europe k veletrhu AICHEMA 2003, Frankfurt (AB)

* Získávání jaderné energie ve světě

V roce 2002 pracovalo ve světě 441 jaderných reaktorů, které měly výkon 359 tis. MW elektrické energie. Něco více než čtvrtina připadá na USA (100 tis. MW) a asi 17 % na Francii (63 tis. MW). V Evropské unii je 35 % spotřebované elektrické energie nukleárního původu. V západní Evropě je 150 činných reaktorů, 70 ve střední a 30 ve východní Evropě a v Rusku. **V průměru pokrývá v Evropě dnes jaderná energie 34,7 % celkové spotřeby.**

Z celkové spotřebované energie zajišťuje ve Francii 59 reaktorů 77,1 %, v Německu 19 reaktorů 30 %, ve Velké Britá-

nii 33 reaktorů 22 %, v Belgii 7 reaktorů 58 %, ve Švédsku 11 reaktorů 44 %, ve Švýcarsku 5 reaktorů 36 %, ve Španělsku 9 reaktorů 29 %. **V České republice pokrývá 5 reaktorů 19,8 %, na Slovensku 6 reaktorů 17,1 % celkové spotřeby.**

V současnosti je ve výstavbě na světě 32 reaktorů, z toho 21 v Asii (8 v Číně a 2 na Taiwanu, 4 v Koreji, 3 v Japonsku, 2 v Iránu, 2 v Indii) a 11 ve střední a východní Evropě.

První francouzské reaktory, zbudované před cca 40 lety, využívající princip grafit-plyn, jsou dnes již odstaveny z provozu. Funkční reaktory pracují na principu využití tlakové vody. Všechny jsou přístupné veřejnosti. Celá řada dalších reaktorů však slouží k výzkumným účelům a v lékařství. Jediný kontinent, který atomovou energii nevyužívá, je Austrálie.

www.edf.fr

(Laj)

* Riziko koroze u topných olejů s nízkým obsahem síry

Institut pro olejové vytápění v Hamburku a Spolkový svaz německého topenářského průmyslu upozorňují na závažnou zkušenost: u recirkulačních a nízkoemisních hořáků dochází při použití odsířeného lehkého topného oleje ke zvláštní formě koroze. Způsobuje ji katalytické působením niklu na legované elementy hořáků. Připravují proto směrnici o používání odsířených LTO (obsah síry v nich nepřekračuje 50 mg/kg oleje). Vyplývá z ní, že LTO s nízkým obsahem síry smí být použity pouze u těch kotlů, kde tuto možnost výrobce výslovně připouští. Použití topných olejů s nízkým obsahem síry bylo hlavním tématem symposia v Baden-Badenu v květnu 2003.

CCI 6/2003

(Laj)