

EPD Rychnov u Jbc – zajímavosti a zkušenosti; provozní náklady za rok 2005

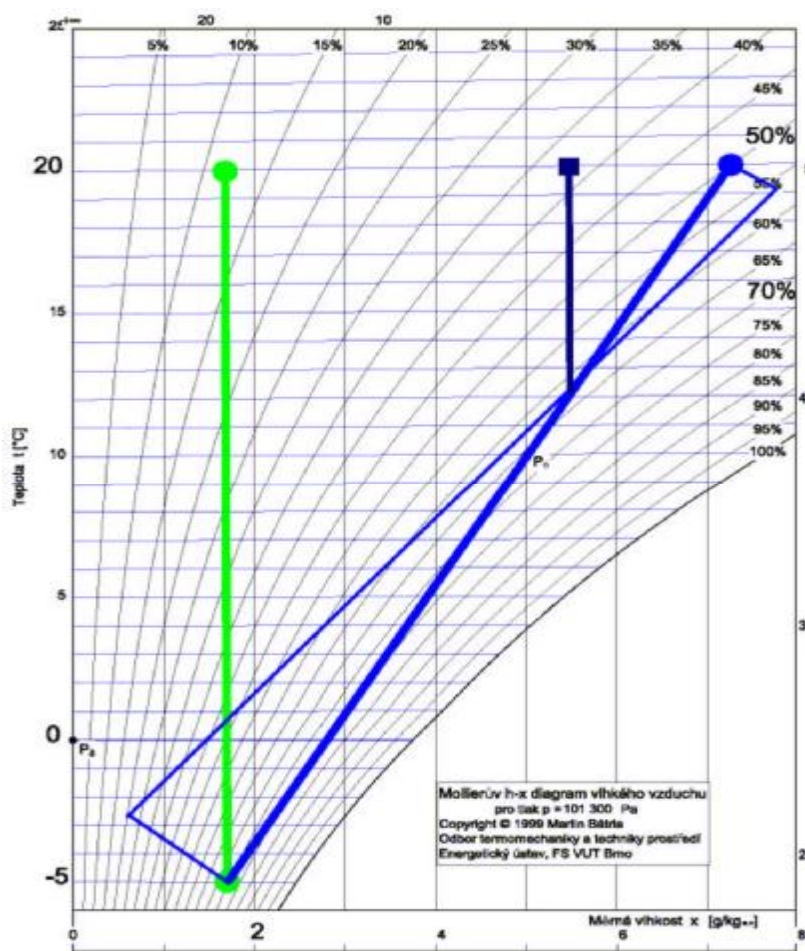
Martin Jindrák, ing. Štefan Krahulec, Atrea s.r.o, Jablonec n.N.; rd@atrea.cz

(MJ) Když jsem se v květnu 2001 poprvé setkal s ideou realizace budoucího experimentálního domu v Koberovech (realizováno v září 2001), netušil jsem, co tento objekt pro budoucnost znamená. Nijak jsem si to neuvědomoval ani koncem června 2001, kdy jsem na chalupě pod hradem Sovincem dokončoval, v rámci tříčlenného týmu, výrobní a prováděcí dokumentaci stavební části pro tento NED. Stále jsem nechápal, čím a jak vlastně bude tento objekt temperován – to, že se bude jednat o první ucelený systém teplovzdušného cirkulačního vytápění v ČR (návrh, provedení a montáž spol. ATREA – ing. Morávek, CSc), jsme se dozvěděli až s několikaměsíčním zpožděním. Při návrhu takového, u montovaných staveb v ČR konstrukčně zatím nepřekonaného stavebního systému, jsem se poprvé setkal s koncepcemi vhodnými už pro energeticky pasivní domy. V zahraničí mnoho realizací nebylo, „hnutí“ bylo v počátcích. U nás se touto oblastí zabývalo několik málo nadšenců. Současný zájem o NED (popř. EPD) se v té době nedal předpokládat. Nyní jsme ale bohužel svědky stavu, kdy se na vlně zájmu o EPD snaží zviditelnit firmy nebo jednotlivci, kteří o těchto principech zatím mnoho neví. Nechtěně mohou uškodit – pouze ale z nedostatku informací a z neznalosti. Když jsem se v roce 2001 poprvé setkal s ideou energeticky pasivního domu, nepředpokládal jsem, že bych v blízké budoucnosti byl při přípravě takového objektu – i NED Koberovy jsem považoval pouze za vlaštovku, která bude muset na svůj čas ještě počkat. V rychlé rozšíření výstavby energeticky pasivních domů v ČR jsem ani neuvažoval, chybělo povědomí. Že ale v takovém objektu parametrů EPD- navíc ne-li prvním, tak jeden z prvních v ČR - budu bydlet, to jsem netušil ani v těch nejtajnějších myšlenkách. Snad i tento článek přispěje k lepší informovanosti, potřebné pro bezproblémové realizace.

Vnitřní klima energeticky pasivního domu – úvahy, zkušenosti, modely

Tepelná ztráta prostupem u EPD (běžné velikosti 140 m² podl. plochy) je ze současného pohledu minimální,

není neobvyklé když je nižší než 2 kW. Další zvyšování tloušťky tepelných izolací už razantní snížení nepřinese. Je nutné se zabývat i dalšími energiemi, jejichž spotřebu je nutné omezit. Jednou z možností, v současnosti hojně využívanou, je snížení tepelné ztráty větráním. V každém objektu je nutné vyměnit vnitřní vzduch, který je zatížen produkcí z dýchání (CO₂), vlhkostí a pachy. Pokud jej bez užitku odvedeme ven z domu, musíme přiváděný vzduch ohřát na vnitřní interiérovou teplotu. K tomu potřebujeme energii. Pokud stavebně zajistíme dokonalou vzduchotěsnost objektu, můžeme mít pomocí tech. zařízení přiváděný a odváděný vzduch pod kontrolou. Bez systému nuceného větrání (nejlépe s rekuperací = znovuzískáváním odpadního tepla) se již v EPD neobejdeme. Díky minimálnímu požadavku na temperování EPD je možné zrušit topnou soustavu tak, jak je chápána v realizaci jiných domů a vše (i temperování) zajistit v rámci vzduchotechnického systému. Trvalé větrání má ale i své problémy. Při návrhu systému pro vytápění a větrání EPD Rychnov jsme největší problém přisoudili vnitřní relativní vlhkosti interiéru. Už



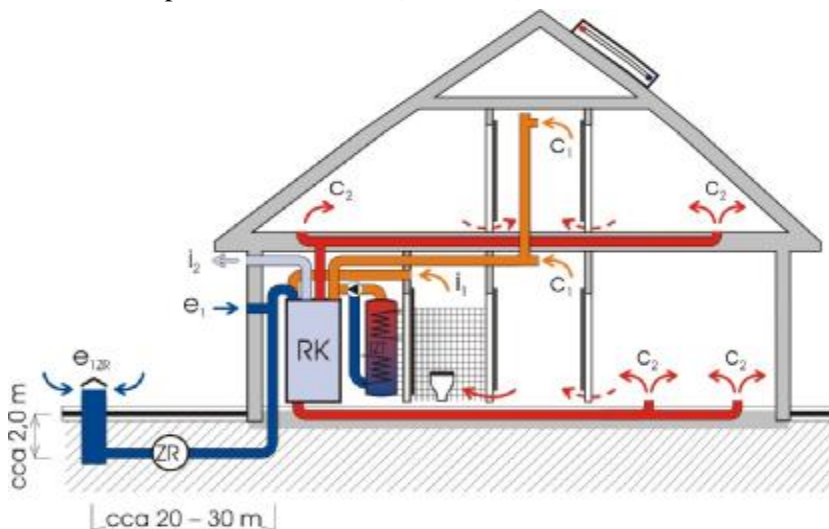
Obr.1 – Mollierův h-x diagram

v roce 2002 se v zahraničních pramenech při popisování nízkých nákladů na vytápění občas objevovaly informace (spíše ale pod čarou), že v těchto EPD je koncem „topného“ období (přelom února-března) velice nízká interiérová vlhkost – i pod 20%!! Podobnou zkušenost jsme zjistili i u našich prvních realizací cirkulačního teplovzdušného vytápění s větráním z přelomu let 2002/2003. V té době jsme v souladu se zahraničními požadavky na větrání nastavovali systémy na trvalé větrání cca 80 – 120 m³/h, s nárazovým zvýšením výkonu až na 160m³/h (pro komfortní odvětrání koupelen a WC popř. kuchyně při provozu). Průměrná intenzita výměny vzduchu tak byla cca 0,3 h⁻¹ (tj, že za cca 3 hod. bylo do objektu řízeně přivedeno a zároveň odvedeno množství vzduchu, které se rovná obestavenému prostoru objektu). Relativní vlhkost interiéru se pohybovala i kolem cca 28 – 35%. V grafu na obr. č.1 je velmi zjednodušeně naznačeno vysvětlení tohoto stavu. Běžná relativní vlhkost vzduchu v zimním období je venkovní relativní vlhkost (při T_e= -5°C) 70%. To odpovídá měrné vlhkosti 1,8 g/kg_{s.v.} (skutečný obsah vody ve vzduchu). Pokud ohřejeme vzduch z teploty -5°C na 20°C, tak relativní vlhkost tohoto vzduchu klesne na cca 12% (viz. svislá čára v levé části grafu). Pokud by jsme (pro zjednodušení) neměli v interiéru žádný zdroj vlhkosti (také bez absorbce vlhkosti z konstrukcí), pak při větrání intenzitou n = 0,3 h⁻¹ bychom za 1 h snížili vnitřní relativní vlhkost z 50% na cca 37%. Tento zjednodušený model ale platí také pro místnosti, kde není dostatečný zdroj vlhkosti – např. ložnice bez květin, popř. dětský pokoj!! Pokud není dostatečná produkce vlhkosti v interiéru celého domu a po určité době je vyčerpána i vlhkost přirozeně obsažená v konstrukcích a vybavení, pak nastává problém „globální“. Ukazují to i nedávno získané zkušenosti z již realizovaného EPD.

V roce 2002 byl v v Korutanech realizován EPD dle návrhu arch. Erwina Kalteneggera. Investor a uživatel domu je specialista v oblasti kovových konstrukcí a fasádních systémů. Objekt je proto realizován pomocí nosného ocelového skeletu, který je opláštěván pomocí plošných desek na bázi dřeva a vyplněn tepelnou izolací. Jedná se tedy o lehkou stavbu bez výrazné vnitřní akumulace – stejně jako v případě lehké stavby EPD Rychnov. Dle informací, které získal náš kolega ing. arch. Eugen Nagy v roce 2005, investor uvádí, že díky rovnotlakému větracímu systému (bez cirkulace – dopl. autory článku), který je neustále v provozu, dochází ke snižování vnitřní relativní vlhkosti. Kritický stav nastává koncem února, kdy je již z objektu odvedena i vlhkost obsažená v povrchových vrstvách stěn a nábytku. Díky tomuto vysoušení (vhodné při větrání bazénu, nikoliv ale domu) se relativní vlhkost interiéru blíží až k hodnotě 20 %!! Nízká relativní vlhkost je patrná i na trhlinách nábytku z masivního dřeva. V létě jsou široké max. 1 mm, vlivem přesoušení jsou ke konci topného období několikanásobně širší.

Rovnotlaké větrací jednotky vzhledem k hygienickým požadavkům přivádějí do objektu reálně 90 – 250 m³/h **větracího** vzduchu, který by bylo možné využít pro temperování = max. topný výkon od 0,9 -2,5 kW (za předpokladu, že je přiváděný vzduch ohříván na max. teplotu 50°C (při vyšších teplotách dochází k rozpadu prachu ve vzduchu na drobnější částice). Větší topný výkon ale objekt potřebuje při nižších venkovních teplotách a v době, kdy objekt není obsazen (chybí zisky z činnosti osob). Má-li objekt při výpočtové venkovní teplotě - 18°C tepelnou ztrátu cca 2 kW, pak při běžné zimní teplotě – 5°C je tato ztráta cca 1,3 kW. Při použití rovnotlaké větrací soustavy je nutné do objektu neustále přivádět 130 m³/h a ohřívát jej na cca 50°C. Když se tato hodnota porovná s obestaveným prostorem objektu (např. 400 m³), pak je výměna vzduchu na intenzitě n= 0,3. Bez pobytu osob ale není vnitřní produkce vlhkosti. A jsme na začátku příspěvku - možná nízká interiérová vlhkost.

Díky objektu NED Koberovy v roce 2001 byl představen jiný způsob větrání a cirkulačního teplovzdušného vytápění. Na obr. 2 je funkční schéma tohoto systému. Proti větracímu rovnotlakému systému byla přidána zpětná vnitřní větev pod označením C1 (cirkulace).



Obr.č.2 – schéma teplovzdušného cirkulačního vytápění s nárazovým větráním vč. rekuperace odpadního tepla

LEGENDA:

- c₂ – přívod topného a větracího vzduchu do obytných místností
- i₁ – odsávání vzduchu z koupelen a WC (odpadní vzduch)
- i₂ – výfuk – odvod odpadního vzduchu z objektu
- e₁ – sání venkovního vzduchu – přívod čerstvého vzduchu do objektu
- c₁ – okruh vnitřní cirkulace vzduchu v objektu

Srdcem systému je teplovzdušná cirkulační jednotka, patentované konstrukce, ve spojení se zdrojem tepla. Dokáže pracovat v několika režimech podle volby uživatele, na základě externích impulsů nebo dle čidel kvality nebo vlhkosti vzduchu. Díky této koncepci jsme dokázali teplovzdušně temperovat téměř všechny rodinné domy potencionálních investorů až do tepelné ztráty prostupem cca 8 kW!! Dvouzónová cirkulační a větrací jednotka dokáže vnitřním primárním okruhem po objektu nuceně rozvádět **topný** vzduchu reálně cca 300 – 1500 m³/h (dle typu jednotky a požadavků domu), rozvést další zisky např. od krbu atd. Je možné temperovat objekt bez ohledu na požadavek větrání. Tento požadavek zajišťuje sekundární, dokonale oddělený, větrací okruh, který zajišťuje větrání stejné kvality, jako rovnotlaká jednotka, navíc pouze v době, kdy je to skutečně potřeba. Cirkulační okruh navíc celý dům propojuje do jednoho celku. Uživatelé pak mají k dispozici kapacitu vzduchu celého objektu – sedí v obývacím pokoji, ale „dýchají a užívají“ i vzduch z ložnice, která v té chvíli není obsazena. Čerstvý vzduch, který je možné přivádět nárazově v časových intervalech, je distribuován primárním cirkulačním okruhem spolu s topným vzduchem rovnoměrně do celého objektu. Při nepřítomnosti osob je dokonce možné větrání vypnout a temperování zajistit pouhou vnitřní cirkulací. Celkové množství přiváděného čerstvého vzduchu za pobytové období tak je nižší, než při použití pouze rovnotlakého větracího systému. Podrobnější popis vytápěcího systému vč. řízení a regulace, rozvodů vzduchu po objektu (viz. www.atrea.cz).

Vraťme se ale k našim zkušenostem a k realizacím cirkulačního teplovzdušného vytápění v roce 2003. V té době jsme na základě zahraničních podkladů nastavovali trvalé větrání intenzitou výměny cca 0,3. Setkali jsme se stejným problémem – sucho v interiéru. Nechtěli jsme jít cestou integrace zvlhčovačů do VZT jednotek popř. instalaci samostatných zvlhčovacích zařízení – problémy s dezinfekcí a možností kontaminace přiváděného vzduchu bakteriemi + podmiňovat realizaci jednoho systému dalším zařízením. Také použití masivních příček nebo omítek z hlíny nebylo v našich končinách moc rozšířené, proti běžnému provedení (hlavně u dřevostaveb) ze sádkokartonu by navíc řešení bylo investičně nákladnější. V našich realizacích cirkulačního teplovzdušného vytápění ale uživatelé „nezávisle na sobě“ na řešení přišli. Trvalé větrání vypínali, využívali pouze funkce nárazového větrání vyššího výkonu při využívání soc. příslušenství. Průměrná intenzita výměny vzduchu v tomto režimu byla cca 0,12 – 0,18 n⁻¹, spokojenost přesto vzrostla! (*pozn.- na celkovou intenzitu výměny vzduchu má velký vliv infiltrace – pokud by při BLOWERDOOR testu byla naměřena hodnota při 50 Pa vyšší než cca 1,5 h⁻¹, pak i při sebelepším systému VZT může interiérová vlhkost klesat pod požadované hodnoty – právě díky nadměrné výměně, kdy se sčítá větrání a infiltrace!!!*)

Na základě těchto poznatků byl vypracován počátkem roku 2004 teoretický matematický model, který podrobně rozebírá četnost používání soc. zařízení domů, četnost a využívání objektu uživateli, výdej vlhkosti do interiéru (při vaření, koupání osob, mytí podlah, zalévání květin, sušení prádla atd) vč. možnosti využití této vlhkosti. I když některé prameny udávají, že průměrná rodina vyprodukuje až 14 l. vody/den, uvažovali jsme s hodnotou kolem 7,5 l/den. Poměrně výrazná část je ale okamžitě odváděna z domu pryč (odtah z koupelen). Pro výpočty jsme proto uvažovali se započítatelným množstvím cca 5,3 l/den. Díky tomu, že jednotky v topném období nebyly provozovány v režimu s trvalým větráním (sekundární větrací okruh byl spínán pouze externím signálem při využívání soc. zařízení a kuchyně) a byl puštěn trvale pouze cirkulační (primární okruh), byl do standardní regulace přidán časový spínač. Ten v nočních hodinách simuluje četnost užívání soc. zařízení a automaticky spíná nárazové větrání. Uživatelé sice spí, ale o pravidelný „přísun čerstvého vzduchu“ je postaráno. Díky tomuto zásahu se průměrná intenzita výměny vzduchu pohybuje kolem 0,15 h⁻¹. V druhé části matematického modelu jsme posuzovali právě vnitřní relativní vlhkost. I tyto poznatky měli vliv na doplnění regulace o další automatické funkce. (*pozn. až budou k dispozici levná, přesná a kvalitní čidla CO₂ a vlhkosti, bude vše možné řídit přesně bez případných výkyvů – jednotky jsou na tuto možnost připraveny*).

Stejný systém cirkulačního teplovzdušného vytápění a větrání byl použit i v realizaci EPD Rychnov u Jablonce nad Nisou.

EPD Rychnov – vliv venkovní teploty

Přibližme si pojem „pasivní“ ve spojení s touto výstavbou. Objekt na změnu venkovní teploty reaguje netečně, s velkým zpožděním. Skutečně se dá říci, že je „pasivní a čeká, co se bude dít. Je lhostejné, jestli je venku v zimě v noci -5°C nebo -25°C. Je to poznat pouze pohledem na venkovní teploměr. Díky dokonalé tepelné obálce budovy je teplota v interiéru i bez dohřívání stálá a za noc klesá o max 1,5°C. Rozdíly povrchových teplot vnitřních konstrukcí se liší pouze desetinami stupně - např. při teplotě vzduchu int. cca. 22°C má strop 21,8°C, stěna (lhostejno jestli obvodová nebo vnitřní) 21,5 – 21,8 °C a podlaha 21,4°C. Okna – rám byl použit dřevěný EURO 78 („ortodoxní“ zastánci konceptu EPD nadskakují - nedostatečné!!!), skla HEAT MIRROR U=0,62. Při venkovní teplotě **t_e = -25°C** byla povrchová teplota rámu v nejchoulostivější části (u parapetu) cca + 7°C, díky tepelnému mostu přes křídlo byla povrchová teplota vnitřního skla u spodní hrany křídla cca + 10 °C (na spodní hraně skla v pásu cca 20 mm byla patrná kondenzace vzdušné vlhkosti). Ale už v odstupu 100 mm od spodní strany skla byla povrchová teplota stejná jako uprostřed tabule + 16,6 °C (t_e=-25°C t_{int.}=+21°C; rh cca 43%).

V letním období díky vhodně zvolené celkové koncepci domu (a při použití cirkulační zemního výměníku tepla) byla dosažena při venkovní teplotě 35°C interiérová cca 24°C. Bez jakýchkoliv stínících prvků na oknech, nebo výraznými přesahy střechy.

EPD Rychnov – měření relativní vlhkosti (a dalších provozních parametrů)

Od ledna 2005 je měřena relativní vlhkost interiéru vč. interiérové teploty. Postupně bylo zahájeno měření dalších provozních parametrů a stavů (provozní parametry VZT jednotky, koncentrace CO₂, provozní parametry cirkulačního zemního výměníku – ZVT, měření venkovní teploty, připravuje se měření intenzity slunečního záření). Díky primární cirkulační větvi VZT rozvodu byla i při extrémních mrazech (v noci klesala teplota i v roce 2005 nárazově až k -25°C) vnitřní relativní vlhkost bez jakýchkoliv vnitřních řídicích čidel (pouze na základě matematického modelu) udržována v rozumném rozsahu. Na grafu v obr. č. 3 je záznam z měření.



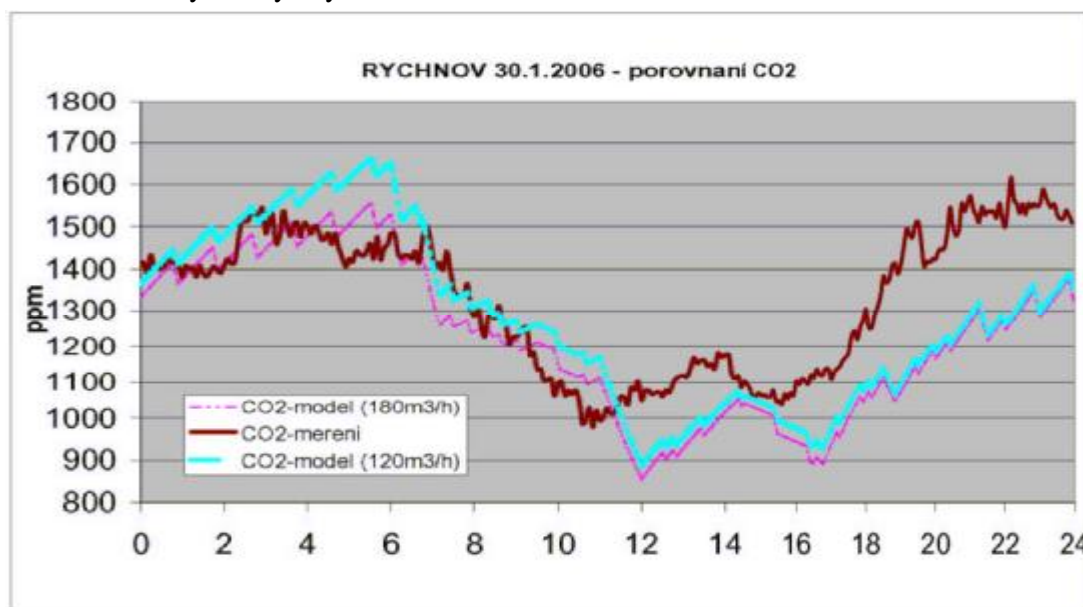
Obr. č.3 – graf měření relativní vlhkosti a interiérové teploty v obydleném domě, vybaveném systémem teplovzdušného cirkulačního vytápění a nárazového větrání s rekuperací odp. tepla.

Výtah je z období 31.1. – 27.2.2005. V době od 7. – 10. byl objekt prázdný, bez produkce vlhkosti z činnosti osob – je vidět pokles a následně opětovný nárůst rh.

Měření stále probíhá, i v zimním období topné sezóny 2005-2006 jsou záznamy obdobné jako na obr.3.

EPD Rychnov – měření koncentrací CO₂

V objektu EPD Rychnov je měřena i koncentrace CO₂. Výsledky jsou srovnávány s matematickým modelem, prezentovaným v odborné literatuře a časopisech. Na obr. č.4 je graf porovnání koncentrací CO₂ – výsledky teoretické modelace a skutečného měření. I tyto poznatky a výsledky v současné době mění náhled na větrání interiérů rodinných a bytových domů.



Obr. č.4 – graf měření koncentrace CO₂ v interiéru ve srovnání s teoretickým matematickým modelem, zpracovaným pro objekt EPD Rychnov

EPD Rychnov – provozní náklady za rok 2005, předpoklad pro rok 2006

Tepelné ztráty prostupem objektu EPD Rychnov (při $t_{evyp.} = -18^{\circ}\text{C}$) se pohybují (dle několika prováděných výpočtů) mezi 1800 – 2100 W. Rozdílné výsledky jsou způsobeny postupem výpočtu a zaokrouhlováním parametrů. Tepelná ztráta větráním bez rekuperace by byla 1256 W (pozn. cca 70% tepelná ztráta prostupem!!), díky rekuperaci s průměrnou účinností 85% jednotky DUPLEX RB použité v EPD Rychnov pak 188 W. Pro následující porovnání budeme používat variantu výpočtu s „nejhorším výsledkem“, kdy celková ztráta prostupem a větráním EPD Rychnov při $t_e = -18^{\circ}\text{C}$ je cca 2245 W. Tento údaj ale samostatně nic neříká. V následující tabulce jsou důležité parametry objektu, vztahující se k tomuto tématu:

EPD Rychnov – tabulka parametrů objektu		
<i>výp. zimní $t_e = -18^{\circ}\text{C}$; Ø tabulková teplota topného období = $3,6^{\circ}\text{C}$; tabulková délka topného období 256 dní, instalovaný solární systém – aktivní plocha $5,4\text{ m}^2$; místo stavby – Rychnov u Jablonce nad Nisou; $133,5\text{ m}^2$ podl. plochy</i>		
	hodnoty teoreticky vypočtené a tabulkové	Hodnoty reálně měřené
Spotřeba energie na provoz domácnosti (kWh/rok)	3500	4392 (vč. provozu VZT systému)
Spotřeba energie na provoz VZT systému (kWh/rok)	770	(do této spotřeby je také zahrnuta energie na provoz měřících ústředí: celkově 262 kWh/rok).
Spotřeba energie na vytápění (kWh/rok)	* 1335	2216
	** 4005	
Spotřeba energie na ohřev TUV (kWh/rok)	3984	2920
Solární systém – přínos (kWh/rok)	2104	1125
Spotřeba energie na vytápění v kWh/m ² a.	* 10	16,6
	** 30	
Celková spotřeba energie EPD Rychnov kWh/rok.	* +zisky akt.solárů 7485	10114
	* +bez zisků aktiv.solárů 9589	
	*** 12259	
* - při započítání teoretických pasivních solárních zisků okny	** - bez započítání pasivních solárních zisků okny	*** - bez započítání aktivních solárních zisků solárním systémem a pasivních solárních zisků okny

Rozeberme v krátkosti jednotlivé položky:

Spotřeba na provoz domácnosti – obecně se udává v rozmezí od 3 000 – 4500 kWh/rok dle stupně elektrifikace domácností. Z našich realizací máme reálně naměřené hodnoty v rozsahu od 2900 – 3700 kWh/rok.

Spotřeba energie na vytápění – i v EPD je nutné částečně topit. Tabulková délka topná sezóna v Jbc je 256 dní. Díky parametrům objektu EPD Rychnov bylo v roce 2005 147 dní, kdy se „topilo“. Jen pro porovnání – v panelových domech v Jbc se začalo topit 13.9.2005, v EPD Rychnov 3.11.2005 – o 51 dní později. Velmi výrazně na tento parametr mají vliv i pasivní solární zisky (tedy energie slunce, procházející okny). Ve všech výpočtech se používají data z dlouhodobých měření. Ve skutečnosti jsou roky, kdy je slunečných dní více, jindy zase méně. Pro porovnání jsou proto v teoretické části tabulky hodnoty pro oba póly – sluneční záření dle tabulek a také teoretická varianta, kdyby slunce celou topnou sezónu nesvítilo. Menší zisky mohou být způsobeny i jinými, na nás nezávislými skutečnostmi – soused postaví dům tak, že náš je částečně stíněn; před domem jsou stromy – listnaté vítáme (v létě listí příjemně stíní, po opadu větve moc nevadí), jehličnaté (kromě modřínu) stíní celý rok. Od 3.11. do 24.12.2005 byly v Rychnově pouze 2 slunečné dny. Velikost prosklení oken jižní fasády domu (4,3 m²) je dle našeho názoru dostatečné – ve slunečných dnech zisky nezpůsobí přehřátí interiéru (max. $t_{int} = 23,5$), v době bez slunce nezpůsobují větší tepelné ztráty. (okna na východní a západní straně pak v zimním období do bilance zisků nepřispívají – slunce je nízko na obzoru a než do těchto oken začne svítit, zapadá za les).

Pokud přepočteme spotřebu energie na podlahovou plochu (výsledek je v kWh/m²a.), pak je ve výsledcích opět jasně patrný vliv pasivních slunečných zisků. Teoreticky se pohybuje od 10 – 30 kWh/m²a. Výsledná

naměřená hodnota cca 16,6 kWh/m²a. je z našeho pohledu vynikající – teprve jsme se učili využívat parametry domu.

Solární systém – díky realizovanému solárnímu systému je část energie kryta sluncem. Stejně jako u pasivních zisků ale platí, že jsou pouze tehdy, svítí-li slunce. V místě stavby a vzhledem ke klimatickým podmínkám roku 2005 byli tyto zisky cca 50% proti teoretickým tabulkovým hodnotám (určitou nepřesnost může být i způsob měření těchto zisků řídicím zařízením solárů).

Celková spotřeba energie – jedná se o energii potřebnou pro provoz objektu (režie domácnosti – vaření, svícení, počítače...), provoz VZT systému, ohřev TUV, temperování. U EPD Rychnov také trvalý příkon pro napájení všech měřících ústředí (cca 30 W; za rok cca 262 kWh = cca 2,7 % celkové spotřeby objektu!!). Pozor proto na spotřebiče v pohotovostním (stand-by) režimu - televize, radia, počítač + monitor – v bilancích je to znát!!.

Náklady na provoz, platby za odebranou el. energii.

Objekt EPD Rychnov byl od 1.1.2005 do 1.11.2005 provozován v sazbě D 25 (za den 8 hod NT a 16 VT tarif). (NT = nízký tarif, povolení nabíjení akumulčního zásobníku pro ohřev UT + TUV; VT = vysoký tarif, nabíjení blokováno). Od 1.11.2005 pak byla sjednána sazba D 35 (za den 16 hod NT a 8 hod. VT). Pro představu byly provedeny i přepočty z kombinovaného ročního tarifu pro varianty, kdyby byl objekt provozován celý rok na tarif D25, D35, a D45 (20 hod. NT + 4 hod VT). Ve sloupci D35-bez rekuperace je pro porovnání uvedena varianta větrání okny – pro možné porovnání úspor nákladů díky rekuperaci. (všechny výpočty jsou prováděny na základě nákladů, paušálů a plateb Severočeské energetiky pro rok 2005; pro 2006 pak na základě tarifů ČEZu -nástupce SČE):

Náklady na provoz 2005– Kč/rok		D25+D35	D25	D35	D35-bez rekup.	D45
Teoretický výpočet	bez solárního systému	--	--	18 025	20 759	18 127
	Se solárním systémem	--	--	16 207	18 942	16 247
Skutečné náklady (9528 kWh/rok) + výkon solárního systému		18 214	18 128	18 063	---	19 569

Z tabulky je patrné, že pro provoz takto provedeného objektu bylo lhostejné, jestli se používala sazba D 25 nebo D 35. Sazba D 45 již vhodná z ekonomického hlediska nebyla. Je vhodná pro domy s vyšší tepelnou ztrátou – u akumulace od cca 4 kW výš, u objektů s el. kotlem nebo přímotopy je nutná. Je také vidět, že v cenách roku 2005 je „ekonomický zisk“ použitím rekuperace cca 2700 Kč/rok. (porovnání D35 x D35 –bez rekuperace).

Změna el.sazeb	D25		D35	
	2005	2006	2005	2006
Paušální platba za jistič (Kč/měs)	195	156	358	273
VT (Kč/kWh)	3,49	4	3,44	1,86
NT (Kč/kWh)	1,02	1,28	1,13	1,6

Od 1.1.2006 došlo ke zdražení tarifů a cen platných pro jednotlivé sazby. Zvýšení cen za kWh v NT bylo poměrně drastické – např. v sazbě D 35 se jednalo o navýšení 0,47 Kč/kWh, což je zvýšení o 42%. Viz tabulka:

Pokud by zůstala spotřeba energie za rok 2006 stejná jako v roce 2005, pak by se u EPD Rychnov celkové náklady změnilly následovně:

Náklady na provoz 2006– Kč/rok		D25+D35	D25	D35	D35-bez rekup.	D45
Teoretický výpočet	bez solárního systému	--	--	18 571	23 135	19 040
	Se solárním systémem	--	--	15 771	20 335	16 114
Teoretické náklady dle spotřeby roku 2005 (9528 kWh/rok)		20 695	20 748	18 858	---	19 648
Zvýšení proti roku 2005 (provoz EPD)		13,62%	14,45%	4,40%		0,41%

Porovnáním je vidět, že sazba D25 je nyní i pro EPD krajně nevýhodná, změna cen pravděpodobně naznačuje tlak na zrušení této sazby v blízké budoucnosti. I když je u sazby D 35 zvýšení v NT za kWh 42%, pak v celku (po započtení snížení stálé paušální sazby – pozor, je to 1020 za rok- a také díky výraznému snížení ceny u VT) se jedná o meziroční zvýšení „pouze“ o 4,4%. Díky vzrůstu cen energií stojí za povšimnutí „ekonomický zisk“ použitím rekuperace – nyní se jedná o částku 4564 Kč/rok. A ceny energií už nižší nebudou, spíše naopak. Sazba D45 se v porovnání s rokem 2005 jeví jako výhodná (nárůst o 0,41%), je potřeba si uvědomit absolutní hodnotu – proti sazbě D35 stále nevýhodné.

Poslední porovnání – zkusme si představit, že by se objekt EPD Rychnov realizoval konstrukcemi s parametry U dle ČSN 7305040-02 – hodnoty doporučené (o požadovaných hodnotách by se již při realizacích ani uvažovat nemělo). Pokud uděláme teoretické výpočtové porovnání se skutečně realizovanými hodnotami (podotýkáme – výpočtové), pak se dostaneme k těmto číslům:

EPD Rychnov – porovnání konstrukcí (stejná dispozice)	Spotřeba energie na vytápění kWh/m ² a.	Výpočtová tepelná ztráta (kW)	D35		D35-bez rekup.		D45	
			2005	2006	2005	2006	2005	2006
k-ce dle ČSN - doporučené	54	3,96	24877	28356	27420	32816	25097	29186
k-ce realizované v EPD Rychnov	11	2,24	18025	18571	20759	23135	18127	19040

Výsledky této poslední tabulky zaslouží podrobnější popis.

Porovnáním hodnot roku 2005 je vidět, že rozdíl provozních nákladů mezi teoreticky uvažovanými objekty shodně technicky vybavených je cca 7 000 Kč/rok. Rozdíl provozních nákladů objektu bez rekuperace s k-cí „doporučenou“ a EPD s rekuperací je pak 9400 Kč/rok.

Porovnání hodnot roku 2006 je ale poněkud odlišné. U stejně technicky vybavených objektů je rozdíl provozních nákladů cca 9800 Kč/rok. A rozdíl nákladů domu k-cí doporučených bez rekuperace a EPD s rekuperací je 14 245 Kč/rok. Zvýšené finanční náklady na úpravu (zlepšení tepelně-izolačních parametrů – „U“) stavební části a technické vybavení domu o nucené systémy s rekuperací se pak vrací výrazně rychleji. A ceny energií porostou – příští rok můžeme místo 14 245 Kč mít klidně 19 000 Kč.

Díky malé potřebě energie je u EPD růst provozních nákladů pomalejší než u druhého domu. Režijní spotřeba (provoz domácnosti) je u obou objektů shodná a závisí pouze na uživatelích a vybavení domu (v modelovém případě oba domy užívá stejná rodina). Díky menšímu požadavku EPD na vytápění hrají pasivní solární zisky a také zisky z provozu domácnosti významnější úlohu. V době, kdy EPD již nepotřebuje „topit“, pak např. náš modelový objekt (doporučené hodnoty) potřebuje trvalý tepelný příkon 1 kW. Tento požadavek má EPD při venkovních teplotách o cca 10°C nižších. Zkracování topné sezóny na cca 50-60% tabulkových hodnot to potvrzuje.

Závěr

Snad náš příspěvek přinesl několik praktických poznatků ze skutečného provozu obydlí, energeticky pasivního domu v Rychnově u Jbc. Se sedlovou střechou se vzhledově nijak neliší od jiných objektů v okolí. I v tomto ohledu se chová jako pasivní – nenápadný. Jeho provoz je sice monitorován, ale největším „škůdcem“ měření jsou sami uživatelé, kteří se chovají neukázněně - nedodržují pravidelný režim, otvírají vchodové dveře atd. Další okolnosti, významně ovlivňující veškeré naměřené hodnoty, jsou: slunce, mraky, vítr, venkovní teplota, sníh, stromy kolem domu. Přestože jsme se snažili o co možná nejdůslednější zpracování, měření a jeho výsledky mohou být zatíženy chybami, o kterých v tuto chvíli nevíme. Na základě jednoho roku není možné stanovovat zásadní směry, bude potřeba mít k dispozici srovnání z několika let provozu a také dalších objektů. Směr výstavby ke snižování provozních nákladů je ale potvrzen.

Na konec bychom si dovolili vypůjčit citát doc. Tywoniaka:

„Nezapomeňte se radovat z dobře postaveného domu – to je nad všechny kilowatthodiny“



EPD Rychnov u Jbc – pohled západní



EPD Rychnov u Jbc – pohled východní