

Ing. Vlastimil KUČERA, Ph.D.
Centrum stavebního inženýrství,
Praha

Potenciál úspor při vytápění redistribucí tepla z osluněných do neosluněných místností

Economy Potential at the Heating System using the Heat Redistribution from Solar Irradiated Rooms into Non-Irradiated Rooms

Recenzent
Prof. Ing. František Drkal, CSc.

Je známo, že pasivní solární zisky jsou v jižně orientovaných místnostech vysoké a naopak v severně orientovaných téměř nejsou. Jednou z možností jak efektivněji využít získané teplo z oslunění je jeho redistribuce do prostor, které nejsou přímé sluneční radiaci vystaveny. Článek uvádí výsledky analýzy činitelů ovlivňujících redistribuci tepla z osluněných do neosluněných místností a stanovuje podmínky, za kterých je taková redistribuce tepla efektivní.

Klíčová slova: solární zisky, redistribuce tepla, vytápění

It is known that passive solar gains are high in rooms oriented southwards while in rooms oriented northwards are almost none gains. One of possibilities of how to utilize heat gained from the solar radiation in a more effective way is the redistribution of heat into spaces that are not exposed to the direct solar radiation. In the article are stated results of the analysis of factors affecting the heat redistribution from irradiated rooms into non-irradiated ones, and there are determined conditions, under which such heat redistribution becomes effective.

Keywords: solar gains, heat redistribution, heating

1. ÚVOD

Jednou z možností jak zvýšit úsporu tepla při vytápění je využití tepelných zisků ze slunečního záření. Výsledný tepelný zisk zasklenou plochou orientovanou na jih je největší v okrajových měsících otopného období (tj. v září, říjnu, březnu, dubnu, popř. květnu), kdy však potřeba tepla pro vytápění je malá. Využitelnost tepelných zisků sluneční radiací ovlivňuje regulace otopné soustavy, která má vždy jistou přesnost, rychlost a setrvačnost s jakou reagují otopná tělesa na změnu topného výkonu. Redistribuce tepla z oslunění do prostor, které nejsou přímé sluneční radiaci vystaveny, představuje jedno z možných variantních řešení, jak efektivněji využít tepelné zisky ze slunečního záření.

Pro ověření možnosti a efektivnosti „redistribuce tepla“ bylo navrženo a realizováno experimentální zařízení [1]. V návaznosti na experiment byly analyzovány činitele mající vliv na redistribuci tepla z osluněných do neosluněných místností a stanoveny podmínky, za kterých je redistribuce tepla efektivní.

Pro vyhodnocení potenciálu tepelných zisků ze slunečního záření byl definován činitel využití potenciálu slunečního záření cps [-]

$$cps = Q_{zisk} / Q_{ztr}$$

kde
 Q_{zisk} je skutečný tepelný zisk ze slunečního záření za sledované období [kWh],
 Q_{ztr} potřeba tepla pro krytí tepelné ztráty místnosti za sledované období [kWh].

a ukazatel tepelné akumulace místnosti AK [h] (podrobněji v [2])

$$AK = \frac{\sum (A \cdot d \cdot c \cdot \rho)}{H \cdot 3600}$$

kde
 A je plocha konstrukce [m²]
 d tloušťka konstrukce [m]
 c měrná tepelná kapacita [J kg⁻¹ K⁻¹]
 ρ hustota [kg m⁻³]
 H měrná tepelná ztráta [W K⁻¹]

Dále se zavádí A_{oc} jako podíl plochy otvorové výplně A_o [m²] k ploše celého vnějšího obvodového pláště A_c [m²]:

$$A_{oc} = A_o / A_c$$

2. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ – VÝSLEDKY

Experimentální zařízení

S ohledem na potřeby experimentu byly vybrány prostory mezi kterými bude řešena redistribuce. Jsou to dvě místnosti v druhém nadzemním podlaží objektu C (lehký obvodový plášť) areálu Centra stavebního inženýrství a.s. – jedna místnost je orientována na jih, druhá na sever, viz obr. 1 a 2. Zobrazeny jsou v duchovodní zařízení k reverznímu proudění vzduchu mezi místnostmi.

K přenosu tepla bylo využito v duchovodnické zařízení tak, že při vhodném rozdílu teplot vzduchu mezi místnostmi s osluněnou jižní fasádou a místností s neosluněnou severní fasádou probíhala redistribuce tepla – ohřátý vzduch z předokenního prostoru osluněné místnosti se přiváděl do neosluněné místnosti. Do jižní místnosti se vzduch přiváděl z venkovního prostoru podtlakem spárami oken, ze severní místnosti přivedený vzduch proudil přetlakem spárami oken do venkovní atmosféry.



Obr. 1 Sací výústky nad okny v jižně orientované místnosti

Podmínky experimentálního měření

Ke spuštění zařízení došlo v okamžiku kdy rozdíl teploty vzduchu mezi sáním v jižní místnosti a teploty vzduchu v prostoru severní místnosti byl větší než 3,5 K. K vypnutí redistribučního zařízení došlo v okamžiku kdy rozdíl těchto teplot byl menší než 0,5 K.

Ke stanovení množství tepla získaného redistribucí z osluněné místnosti do neosluněné byly sledovány a zaznamenávány tyto parametry:

- teplota vzduchu v obou místnostech a teplota přiváděného a odváděného vzduchu na výústkách.

Teploty byly po celou dobu experimentálního měření sledovány pomocí digitálních termohygrografů (interval záznamu byl 15 minut).

- doba redistribuce tepla.

Ke stanovení doby redistribuce tepla byl použit digitální záznamník událostí pro záznam začátku a konce sledované události (zapnutý/vypnutý ventilátor). Zároveň byla stanovena spotřeba elektrické energie na provoz ventilátoru, rychlost proudění vzduchu v potrubí.

Výsledky experimentálního měření

jsou uvedeny v tab. 1. Celková doba experimentu byla 65 dní v měsících listopad, březen, duben.

Tab. 1 Souhrn hodnot zjištěných experimentálním měřením

Hodnoty	Doba redistribuce [h]	Množství redistribuovaného tepla [kWh]	
		Bez uvažování provozu ventilátoru	S uvažováním provozu ventilátoru
Naměřené	570	151	112
Přepočtené na vztázná podmínky	700	177	129

V tab. 1 jsou uvedeny hodnoty naměřené a přepočtené na vztázná podmínky. Hodnoty přepočtené na vztázná podmínky jsou hodnoty vztahující se k výpočtovým hodnotám intenzity slunečního záření a průběhu teplot, tak aby bylo možno porovnat naměřené výsledky s hodnotami získanými výpočtním postupem.

Pozn.: V sloupci „S uvažováním provozu ventilátoru“ byl od celkového množství tepla získaného redistribucí odečtena energie, která je potřebná pro provoz redistribučního zařízení.

Ze získaných výsledků měření vyplývá tento závěr:

Potřeba tepla pro krytí tepelné ztráty severní místnosti je (dle výpočtu) v hodnoceném období 653 kWh. Redistribucí tepla bylo hrazeno, po přepočtu na vztázná podmínky, 129 kWh, což představuje cca 20 % potřeby tepla, resp. činitel potenciálu využití tepelných zisků ze slunečního záření $cps = 0,2$ [-]. Teplo dodané ventilátorem (spotřeba el. energie pro pohon ventilátoru) je po přepočtu na vztázná podmínky 48 kWh, což je 7 % z celkové



Obr. 2 Vyústění potrubí v severně orientované místnosti

potřeby tepla. Jestliže budeme tuto hodnotu, získanou experimentem, považovat za dolní hranici využitelnosti slunečního záření, pak můžeme považovat redistribuci za efektivní jestliže $cps > 0,07$ [-].

Po odečtení energie potřebné pro provoz redistribuce je čistý zisk cca 13 %, resp. $cps = 0,13$ [-] (podrobněji v [3]).

3. ANALÝZA ČINITELŮ OVLIVŇUJÍCÍCH POTENCIÁL VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ ZE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Pro potřebu teoretické analýzy byl vypracován model výpočtu, vycházející z tepelné bilance místnosti, jehož součástí jsou všechny základní tepelné toky ziskové, ztrátové, zahrnující nestacionární vlastnosti stavebních konstrukcí ohraničujících místnost a časovou proměnlivost vnějšího prostředí a toku slunečního záření.

Uvažovaly se tyto tepelné toky:

- Q_{eZ} (τ) mezi vnitřním prostředím a vnitřním povrchem osluněné konstrukce,
- Q_e (τ) mezi vnitřním prostředím a vnitřním povrchem neosluněné konstrukce,
- J_{sk} (τ) ze slunečního záření pronikajícího do místnosti osluněnými průsvitnými konstrukcemi,
- Q_o (τ) vstupem mezi vnitřním a vnějším prostředím průsvitnou konstrukcí,
- Q_i (τ) přestupem mezi vnitřním prostředím a vnitřním povrchem vnitřní konstrukce,
- Q_v (τ) větracím vzduchem,
- Q_p (τ) ziskový tepelný tok z předmětů v místnosti = 0,
- Q_{iz} (τ) ziskový tepelný tok z vnitřních zdrojů tepla = 0.

Platí rovnice tepelné bilance místnosti

$$Q_{eZ}(\tau) + Q_e(\tau) + J_{sk}(\tau) + Q_o(\tau) + Q_i(\tau) + Q_v(\tau) = 0$$

Po vyjádření tepelných toků příslušnými rovnicemi a po úpravě bilančního vztahu se získá vztah pro výpočet teploty vzduchu v (severní) místnosti v dané době $\theta_{ai}(\tau)$ – podrobně je způsob výpočtu je popsán v [2,4].

Tepelné zisky se vypočetly tak, že se stanovil průběh teploty vzduchu v místnosti bez uvažování slunečního záření a při uvažování slunečního záření. Z rozdílu takto zjištěných teplot vzduchu se stanovil dosažený tepelný zisk Q_{zisk} [4].

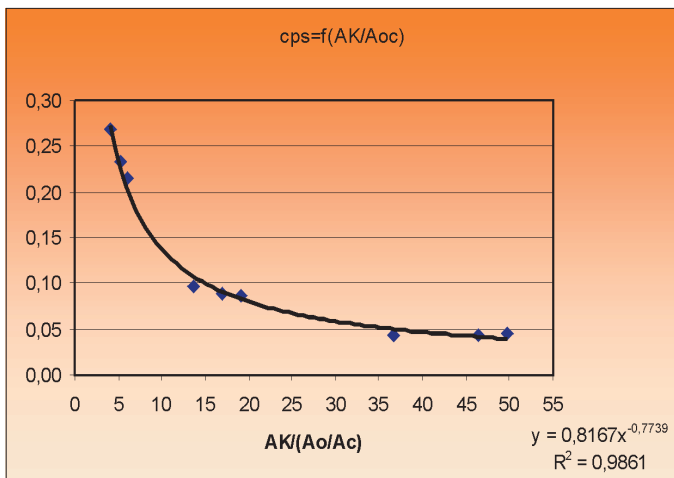
Teoretická analýza činitelů ovlivňujících tepelné zisky ze slunečního záření pronikajícího do místnosti

Pro stanovení tepelné zisky ze slunečního záření a tepelné ztráty byl vyjádřen činitel využití potenciálu tepelných zisků cps . Činitel cps byl uvažován jako funkce těchto parametrů (rozsah parametrů byl zvolen tak, aby pokrýval rozsah užívaný při konstrukci budov – byly analyzovány výsledky pro 3600 variant parametrů):

- ukazatel tepelné akumulace místnosti AK [h]
- potřeba tepla na krytí tepelných ztrát místnosti Q_{ztr} [kWh]
- podíl plochy otvorové výplně k celkové ploše vnějšího obvodového pláště $A_{oc} = A_o/A_c$ [-]
- geometrická charakteristika prostoru A/V [m⁻¹]; A je plocha konstrukcí ohraničujících místnost [m²], V je obestavěný objem [m³],

a bylo zjišťováno jakým způsobem je cps na těchto parametrech závislý (podrobněji v [4]).

Pokud jde o závislost $cps = f(AK)$, z grafického vyjádření se ukázalo, že existují dobré závislosti pro dvě oblasti charakterizované ukazatelem te-



Obr. 3 Závislost $cps = f(AK/A_{oc})$ – skupina místností tvořených lehkými konstrukcemi s $AK < 20$ h

plné akumulace $AK < 20$ h a $AK > 20$ h. Pro další postup bylo hodnocení proto rozděleno na tyto dvě oblasti. Naopak se neprokázala funkční závislost cps na tepelných ztrátách a na geometrické charakteristice prostoru. Z vyhodnocení $cps = f(A_{oc})$ se ukázalo, že cps na tomto činiteli závislý je.

Podrobnější analýzou bylo zjištěno, že nejtěsnější regresní křivku získáme stanovením $cps = f(AK/A_{oc})$.

Závislost $cps = f(AK/A_{oc})$ je znázorněna na obr. 3 a 4, kde jsou ukázány regresní křivky pro oblasti místností s $AK < 20$ h a s $AK > 20$ h.

Stanovení činitele využití potenciálu tepelných zisků ze slunečního záření cps

Ze zjištěných výsledků byly stanoveny regresní rovnice, které na základě znalosti hodnoty ukazatele tepelné akumulace AK a poměru plochy otvorové výplně k celkové ploše vnější obvodové konstrukce A_{oc} umožňují určit hodnotu činitele využití tepelných zisků ze slunečního záření pronikajícího do místnosti (viz tab. 2).

Tab. 2 Rovnice závislosti činitele využití potenciálu tepelných zisků ze slunečního záření na proměnné veličině AK/A_{oc}

Kritérium AK [h]	Rovnice	Koeficient korelace
< 20	$cps = 0,8167(AK/A_{oc})^{-0,7739}$	$R^2 = 0,9861$
> 20	$cps = 1,1782(AK/A_{oc})^{-0,6673}$	$R^2 = 0,9913$

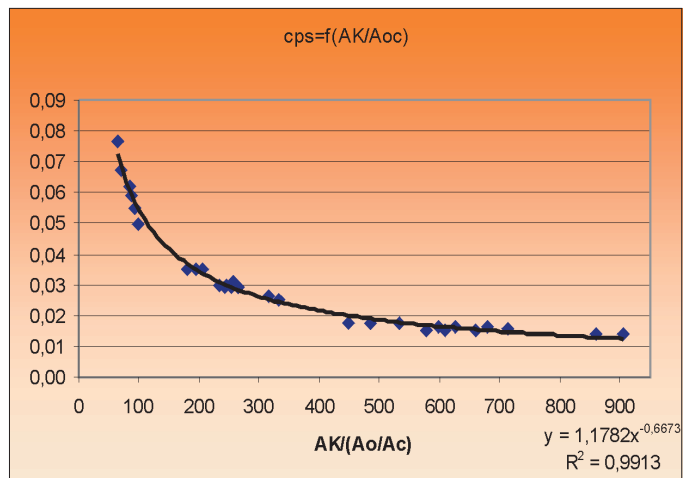
Oblast platnosti rovnic určují kriteria:

- 1 pro místnosti s ukazatelem tepelné akumulace $AK < 20$ h
- 2 pro místnosti s ukazatelem tepelné akumulace $AK > 20$ h

Z uvedených rovnic byly vyčísleny (v tab. 3) hodnoty cps pro různé varianty AK a A_{oc} ze kterých je patrné pro jaké případy je redistribuce efektivní (barevně vyznačená část tabulky) a pro které již ne. Pro stanovení

Tab. 3 Hodnoty cps v závislosti na AK a A_{oc}

AK [h]	cps při A_{oc} [-]								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
5	0,097	0,120	0,139	0,156	0,172	0,186	0,200	0,212	0,225
10	0,067	0,083	0,097	0,109	0,120	0,130	0,139	0,148	0,156
20	0,047	0,058	0,067	0,076	0,083	0,090	0,097	0,103	0,109
30	0,038	0,047	0,055	0,061	0,067	0,073	0,078	0,083	0,088
40	0,033	0,040	0,047	0,053	0,058	0,063	0,067	0,072	0,076
50	0,029	0,036	0,042	0,047	0,052	0,056	0,060	0,064	0,067



Obr. 4 Závislost $cps = f(AK/A_{oc})$ – skupina místností tvořených těžšími konstrukcemi s $AK > 20$ h

hranice praktického využití redistribuce tepla bylo využito výsledků získaných experimentálním měřením, kde hodnota činitele potenciálu využití tepelných zisků ze slunečního záření cps byla (v sledovaném případě) efektivní až od hodnoty $cps > 0,07$ [-]. Pokud je hodnota činitele cps vyšší než $0,07$ [-], můžeme hovořit o možnosti efektivního využití redistribuce tepla.

Z tab. 3 vyplývá, že redistribuce je efektivní pro tyto hodnoty AK a A_{oc} :

- a) je-li $AK \leq 10$ [h] a $A_{oc} \geq 0,2$ [-]
- b) je-li $AK \leq 20$ [h] a $A_{oc} \geq 0,5$ [-]
- c) je-li $AK \leq 30$ [h] a $A_{oc} \geq 0,7$ [-]
- d) je-li $AK \leq 40$ [h] a $A_{oc} \geq 0,9$ [-]

Jak je patrné z uvedené tabulky, je využití redistribuce tepla vhodné spíše pro budovy s lehkým obvodovým pláštěm. Pro prostory se středně těžkým obvodovým pláštěm hraje významnou roli velikost otvorové výplně, resp. poměr plochy otvorové výplně k celkové ploše vnější obvodové konstrukce. Jako příklad můžeme uvést např. místnost s ukazatelem tepelné akumulace $AK = 20$ [h] a poměrem $A_v/A_c = 0,5$ [-]. Z tab. 3 je zřejmé, že činitel využití potenciálu tepelných zisků $cps = 0,076$ [-]. Což znamená, že pro takto navržený prostor bude redistribuční zařízení schopno pokrýt 7 % tepelných ztrát.

Při rozhodování o využití redistribuce je ale třeba brát do úvahy i další parametry, které mohou mít na činitel využití potenciálu tepelných zisků výrazný vliv. Jde zejména o zasazení budovy do okolního prostředí, stínění budovy, celkový ekonomický efekt i možné hygienické požadavky na kvalitu vyměňovaného vzduchu.

4. ZÁVĚR

Z provedené analýzy a vyhodnocení tepelných zisků v závislosti na ukazateli tepelné akumulace místnosti AK , potřeby tepla na krytí tepelné ztráty místnosti Q_{ztr} , podílu průsvitné a neprůsvitné části obvodové konstrukce A_{oc} a geometrické charakteristiky místnosti A/V vyplývá, že existuje výrazná závislost činitele využití potenciálu tepelných zisků ze slunečního záření cps na AK a A_{oc} . Byly stanoveny výpočtové vztahy na jejichž základě lze jednoduše vyhodnotit potenciál tepelných zisků ze slunečního záření, a na základě toho rozhodnout, zda navrhovaná budova je vhodná pro využití redistribuce tepla nebo ne. Z provedených hodnocení je zřejmé, že využití redistribuce je nejhodnější pro budovy s lehkým obvodovým pláštěm a větším podílem otvorových výplní. V takovýchto případech může redistribuce pokrýt cca 10 až 20 % tepelných ztrát daného prostoru.

Experiment byl realizován v rámci programového projektu FT-FA/068 „Syntéza vlastností budov a technických zařízení a její využití k optimalizování jejich dimenzí z hlediska energetické náročnosti tvorby zdravého vnitřního prostředí.“, který se řešil v Centru stavebního inženýrství, a. s. Praha, a to v etapě v etapě E16 „Experimentálně ověřit možnost rozvedení získaného tepla ze slunečního záření v dané místnosti (v daných místnostech) do okolních místností, které nejsou současně osluněny.“

Kontakt na autora: kucerav1@atlas.cz

Použité zdroje:

[1] Kučera, V.; Řehánek, J. *Návrh a realizace k etapě E 16 Experimentálně ověřit možnost rozvedení získaného tepla ze slunečního záření*

v dané místnosti (v daných místnostech) do okolních místností, které nejsou současně osluněny, Praha: CSI a.s., 2006, 10 s. Výzkumná zpráva.

- [2] Řehánek, J. *Tepelná akumulace budov*, Praha: ČKAIT 2002, 280 s., 1. vyd., ISBN 80-86364-59-3.
- [3] Kučera, V.; Řehánek, J. *Výsledky experimentálního ověření možnosti rozvedení získaného tepla ze slunečního záření v dané místnosti (v daných místnostech) do okolních místností, které nejsou současně osluněny*, Praha: CSI a.s., 2006, 10 s. Výzkumná zpráva.
- [4] Kučera, V. *Využití slunečního záření při vytápění budov, zejména se zřetelem k redistribuci tepla z osluněných do neosluněných místností*. Praha: ČVUT v Praze, 2009, 103 s. Disertační práce. ■

* Bioethanol z vodních melounů

Asi 20 % vodních melounů, vypěstovaných na amerických polích se nedostane na stoly zákazníků. Téměř každý pátý se pro sebemenší „kosmetické vady“ nechává přezrát na poli, sňít a zaořává se. Ztráta při americké roční produkci 1,944 mil. tun (2007) znamená odpad ca. 360 tis. tun.

Další zdroj představuje dosud nevyužívaná šťáva z vodních melounů po jejich nutričním zpracování na lykopen a L-citrullin. Nad stavem využití tohoto odpadu se zamysleli vědci z laboratoře zemědělského výzkumu amerického ministerstva zemědělství (USDA) v Lane (Oklahoma) a navrhli jeho užití pro fermentační technologii výroby ethanolu jako biopaliva.

Šťáva z melounů obsahuje 7 až 10 % hm. přímo fermentovatelných sacharidů a 15 až 35 mmolů/l volných aminokyselin jako fermentační přísada, zdroj dusíku biomasy a jako diluent k ředění biomasy při výrobě bioethanolu z cukru a melasy. Ušetří se tak značné množství pitné vody.

Výnosy fermentace šťávy z melounů nejsou malé. Zpráva W. W. Fische z laboratoře USDA v Lane uvádí, že z 1 ha při hektarovém výnosu ca. 42 t melounů odpadá 20 % či 8,4 t/ha. Fermentací 4370 l/ha šťávy z dužniny a kůry s 10 % hm. sacharidů, s ca. 435 kg/ha sacharidů, vzniká po destilaci 220 l/ha bioethanolu, přepočteno na 100 % ethanol. Zpracováním 360 tis. t odpadu lze ročně v USA získat ca. 9,4 mil. l bioethanolu a přidavkem benzínu přes 11 mil. l biopaliva E85. Ekonomii technologie zlepšuje zpracování šťávy na farmách, příp. jako v Texasu mobilní zpracování melounů přímo na polích, kde má první prototyp zařízení zpracovávat již úrodu roku 2010. U středních amerických farem o výměře 300 až 1000 akrů (121 až 405 ha) může farmář krýt bioethanolem vlastní potřebu paliva E85; u větších farem uvažovat o komerční výrobě. Jednoduchá fermentační technologie výroby bioethanolu se může stát surovinou výroby biopaliv v rozvojových zemích, kde se vodní meloun pěstuje v obrovských množstvích (roční světová produkce 2007 byla dle údajů FAO 97,434 mil. tun).

Pramen:

Zpráva USDA South Central Agricultural Research Lab., Lane (OK), USA, 2009 (AB)

* Nulové energetické budovy

Evropský parlament schválil v dubnu 2009 novelizovanou směrnici k celkové energetické účinnosti budov. Podle této musejí všechny budovy, které budou vystavěny po roce 2018 produkovat minimálně tolik energie, kolik spotřebují („Netto-Nulové energetické budovy“).

Podle odborníků je toto nereálné. Technicky jsou již dnes takovéto budovy realizovatelné, avšak vzhledem k vysokým investičním nákladům jsou na trhu neprodejné. Tak např. pro solárně vytápěný dům pro více rodin v Evropě stojí solární zařízení pro jeden byt cca 26 000 Euro. Je iluzorní chtít udržet nulové energetický dům jako standard. Bude také třeba změn co se týče daní. Členské státy EU by měly do června 2011 připravit projekty, které by odstranily právní překážky a zavedly nové daňo-

vé a finanční nástroje, jako např. snížení DPH na zboží a služby k úsporám energie nebo zkrácení odpisových termínů.

Nevyřešené je též zacházení s ušetřenými vedlejšími náklady, když investor nemovitosti není jejím uživatelem, neboť nyní platí investor uživatelem uspořené vedlejší náklady tak řečeno předem a může je po léta vybírat až ve zvýšeném nájemném. Velké problémy činí též sezónní zásobníky, protože jimi obestavěný prostor je daleko dražší, než kapitalizované náklady na energii, které lze jimi ušetřit.

CCI 8/2009

(Ku)

* Hamburský klimatizovaný dok

V hamburském přístavu se do konce 3. kvartálu 2009 buduje plovoucí výstavní a administrační objekt tzv. „IBA-dok“. Zde má sídlit nové informační a výstavní středisko mezinárodní výstavy stavebnictví IBA Hamburg GmbH.

Objekt nepotřebuje žádnou zvenčí přiváděnou energii. Vytápění, příprava TV a chlazení jsou zajištěny regenerativními energiemi. Hlavními zdroji energie jsou solární kolektory (brutto plocha 34 m²) a tepelné čerpadlo solanka/voda (44 kW). Zdrojem energie pro tepelné čerpadlo je ponton z armovaného betonu, v němž jsou uloženy rohože s trubkami výměníku tepla (uzavřený solankový okruh). Řídicí systém se stará o to, aby všechny toky energie byly vyhodnoceny podle teploty a potřeby, přičemž je, podle priority, postupně vybíjena či nabíjena kombinace více zásobníků – průtočný (650 litrů), vyrovnávací zásobník (1500 litrů), zásobník chladiva (500 litrů) a uzavřený solankový systém (cca 2600 litrů). Během chladicí periody se využívá tepelné čerpadlo s uzavřeným solankovým systémem, aby se teplo z místností odvedlo do pontonu. Teplo či chlad se do místností sdílují stropními panely. Fotovoltaické zařízení nad zastřešenou terasou vyrábí potřebný elektrický proud.

CCI 8/2009

(Ku)

* Fraunhofer se podílí na Masdar City

Ve Spojených arabských emirátech, ve vzdálenosti asi 30 km od hlavního města Abu Dhabi, se buduje na ploše 6 km² město Masdar City pro asi 50 000 obyvatel. Město má být dokončeno do roku 2015. Kolem města se staví ochranná zeď před pouštním pískem. Masdar City má být na světě první město s nulovými emisemi. K dosažení tohoto cíle mají být nasazeny v gigantických rozměrech regenerativní energie k výrobě proudu, vytápění a chlazení. Na vývoji nových technologií k projektování a realizaci ekologického vzorového města se podílí kromě jiných německých organizací (IAO, IBP, ISE) též Fraunhoferův výzkumný ústav v Mnichově. Za tím účelem podepsali Fraunhoferova společnost a Abu Dhabi Future Energy Co. v červnu 2009 smlouvu o strategickém partnerství. Dlouhodobě chtějí tyto partnery spolupracovat i při následném rozvoji města a projektování budov.

CCI 8/2009

(Ku)