

# Návrh energetických opatření a uplatnění OZE při rekonstrukci objektu Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze

Doc. Ing. Jiří Sedlák, CSc., Ing. Radim Bařinka, Ing. Petr Klimek  
Czech RE Agency, o.p.s.

Televizní 2618, 756 61 Rožnov pod Radhoštěm  
[sedlakjiri@atlas.cz](mailto:sedlakjiri@atlas.cz), [petr@czrea.org](mailto:petr@czrea.org), [rbarinka@solartec.cz](mailto:rbarinka@solartec.cz)

## Abstract:

*Návrh energetické koncepce řešení rekonstrukce výškového objektu kateder MFF (obr. 1) byl proveden na základě požadavku uživatele MFF v rámci projektu MŽP VaV/SN/3/173/05 „Integrace obnovitelných zdrojů energie do struktury budov“ [1] Návrh energetických opatření vychází z energetického auditu [2] a z aktuálních údajů o energetickém provozu a stavebně-fyzickém stavu objektu. V návrhu energetické koncepce bylo vedle tepelně technických opatření v maximální míře využito potenciálu obnovitelných a alternativních zdrojů energie, které lokalita v Praze-Holešovičkách a vlastní objekt výškové budovy umožňuje. Návrh optimální varianty energeticky a ekonomicky úsporného projektu rovněž vychází z nových požadavků zákona č. 406/2006 a nové metodiky a předpisů pro energetického hodnocení budov v roce 2007, která vyplývá z přijaté Evropské směrnice EPBD 2002/91/EC.*



*Obr. 1 Pohled na jihozápadní část Katedrového objektu MFF Univerzity Karlovy v areálu V Holešovičkách 2, Praha 8*

## **1. Návrh energetické koncepce rekonstrukce objektu výškové budovy MFF UK.**

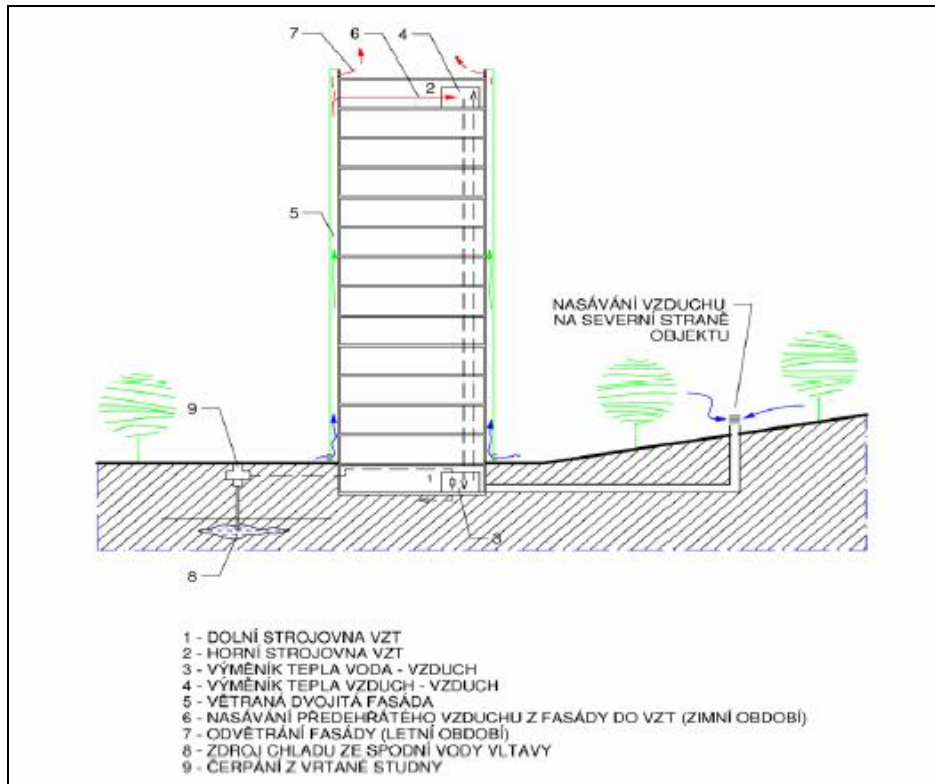
Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu zahrnuje stavebně tepelně-technická opatření a energeticky efektivní úsporná řešení v technických zařízeních budovy s maximálním využitím obnovitelných zdrojů energie. Návrh energeticky úsporného projektu řeší požadavek tepelné stability a tepelného komfortu jak v zimním, tak i v letní období s velmi nízkými energetickými a provozně ekonomickými nároky na budoucí užívání budovy a další funkční požadavky na denní osvětlení a ochranu proti vnějšímu hluku při zajištění kvality vnitřního prostředí budovy. Poloha výškové budovy MFF UK a hydrogeologické poměry areálu MFF v Holešovičkách v blízkosti řeky Vltavy poskytují rovněž možnost využití spodní vody pro klimatizaci budovy s mimořádně vysokou energetickou efektivností a rychlou ekonomickou návratností. Okolí budovy na severní straně objektu současně umožňuje umístění zemního registru a využití bioklimatických vlivů středně vysoké zeleně pro chlazení vzduchu v centrálním systému větrání a klimatizace. Komplexní řešení energetické koncepce rekonstrukce objektu vychází z geografických a místních klimatických podmínek a efektivně využívá slunečního záření a energie prostředí v dané lokalitě. Na základě provedeného průzkumu klimatických a hydrogeologických podmínek v areálu MFF UK v Praze-Holešovičkách a v okolí objektu výškové budovy kateder MFF, byly analyzovány následující využitelné obnovitelné a alternativní zdroje energie:

- sluneční záření pro vytápění, klimatizaci s využitím solární termiky a fotovoltaiky, pro získání slunečního tepla a elektrické energie, integrovaných ve dvojité větrané hybridní fasádě na jižní, východní a západní straně objektu kateder,
- energie zemního prostředí v zemním registru pro chlazení a vytápění budovy,
- energie spodní vody pro chlazení a klimatizaci budovy.

## **2. Návrh energetických opatření s využitím solární termiky a fotovoltaiky**

V návrhu energetických opatření pro rekonstrukci objektu kateder MFF je dominantním prvkem dvojité větrané hybridní fasáda (Obr. 2), která umožňuje řešit:

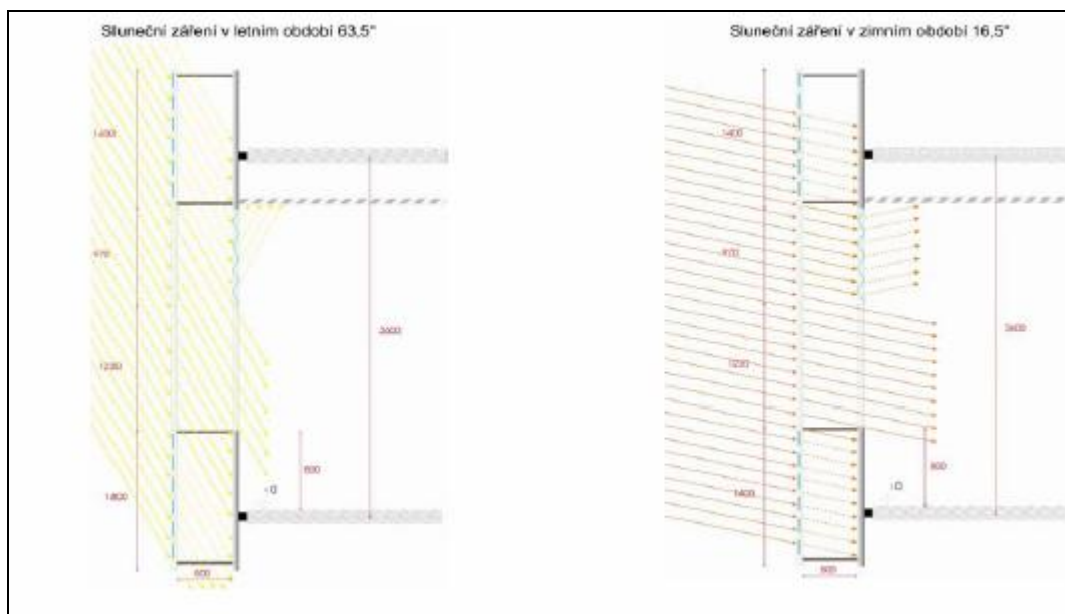
- využití slunečního záření pro ohřev vzduchu ve fasádě pro větrání a vzduchotechnické vytápění budovy,
- využití slunečního záření pro výrobu elektrické energie integrací solárních fotovoltaických článků v neprůsvitných částech jižní fasády,
- snížení tepelné zátěže budovy použitím stínících prvků uvnitř dvojité fasády při zachování požadovaného architektonického vzhledu budovy,
- dvojité fasáda umožňuje dostatečnou tepelnou ochranu a zajištění tepelné stability v letním i v zimním období snížením tepelné zátěže a tepelných ztrát budovy.



*Obr. 2 Energetická opatření rekonstrukce objektu kateder MFF. Schéma teplovzdušného vytápění a klimatizace budovy využívajícího funkce dvojité hybridní solární fasády, zemního registru a spodní vody za účelem snížení spotřeby primární energie.*

Navržená hybridní fasáda s použitím prostorových modulárních dílců umožňuje plnou integraci solárních prvků fototermických a fotovoltaických systémů. Snadnou a rychlou montáž při provozu objektu v cenových relacích porovnatelných s jednoduchou fasádou, která by v sobě nutně zahrnovala externí stínící konstrukce nezbytné pro účinnou ochranu proti slunečnímu záření v letním období. Návrh modulární dvojité fasády vyplývá ze zahraničních zkušeností s využitím progresivních technologií výroby a montáže v oblasti fasádní techniky, která přináší nesporné výhody ve vysoké kvalitě prováděných prací při zajištění vyšší bezpečnosti a rychlosti montáže s nižšími investičními náklady při porovnání s převážně v praxi využívaným cenově nevýhodným standardním řešením z jednotlivých fasádních prvků.

Využití energie ve struktuře dvojité hybridní fotovoltaické a fototermické fasády je patrné z obrázku č. 3. Struktura dvojité hybridní fasády je členěna do systému samostatných fasádních modulů (modulárních prvků) zavěšovaných na stropní desky v jednotlivých podlažích budovy. Ve struktuře vnějšího pláště dvojité fasády bylo navrženo jednoduché zasklení. V parapetní části jsou integrovány místo jednoduchých neprůhledných skel, skla se zalaminovanými solárními články ve struktuře laminačních plastových fólií. Fasádní modul s elektricky propojenými solárními články je opatřen kabelem s konektorem pro jeho připojení do struktury pevné kabeláže umístěné v parapetní části. Vnitřní plášť je v návrhu s pásovými okny z nízkoemisivního dvojskla a s tepelně a požárně izolovaným parapetem.



Obr. 3 Využití slunečního záření v letním a zimním období ve dvojité hybridní fasádě

### 3. Předpokládané energetické zisky a energetická bilance budovy MFF

Výsledná bilance jednotlivých energetických opatření pro vytápění a chlazení s vysokým potenciálem využití obnovitelných a alternativních zdrojů energie pro energeticky úsporný projekt rekonstrukce objektu kateder v areálu MFF v Praze-Holešovičkách je přehledně uvedena v Tabulce 1. Z navržených energetických opatření pro rekonstrukci katedrového objektu MFF UK vyplývá celkový energetický potenciál OZE ve výši 819 MWh/rok a ekonomický přínos za energie v cenách roku 2006 ve výši 1 782 tis. Kč/rok. Stavebně a tepelně technickými opatřeními jsou dále sníženy tepelné zisky v letním období a ztráty v otopném období ve výši 294 MWh/rok. Po provedení navržených opatření s využitím OZE činí nároky na primární energie pro vytápění budovy MFF UK v Praze včetně klimatizace pouze 326 MWh/rok a vypočítaná hodnota měrné spotřeby tepla  $e_v$  činí 9,88 kWh/m<sup>3</sup>.

### 4. Závěr

Návrh energetických opatření s využitím OZE a jejich plnou a optimální integrací ve struktuře budovy s využitím nejnovějších poznatků bylo dosaženo mimořádných energetických úspor a rychlé ekonomické návratnosti 11,9 roku. Při požadované hodnotě spotřeby tepla  $e_{vn} = 26,26$  kWh/m<sup>2</sup> pro geometrickou charakteristiku budovy  $A/V = 0,22$  a měrnou spotřebu tepla  $e_v = 9,88$  kWh/m<sup>3</sup> po provedených opatřeních činí stupeň energetické náročnosti  $SEN = 37,6\% < 40\%$ . Při provedení navržených energetických opatřeních lze budovu klasifikovat jako mimořádně úspornou v klasifikaci A. Při uvažování stávající měrné spotřeby tepla  $e_v = 63,56$  kWh/m<sup>3</sup> (pro vytápění dle energetického auditu za období 2002-04) bude současná spotřeba energie snížena na pouhých 15,5 %, přičemž uvedená opatření současně navíc zajišťují naléhavé potřeby letního provozu na klimatizaci budovy.

Tento příspěvek a uvedené výsledky byly získány za podpory výzkumného projektu MŽP VaV-SN-173-05 „Integrace obnovitelných zdrojů energie do struktury budov“.

Tabulka 1 Souhrn energetických opatření využívajících obnovitelné a alternativní energie u výškového objektu kateder MFF University Karlovy v Praze, V Holešovičkách

	Druh využití obnovitelného, alternativního a druhotného zdroje energie	Energetické zisky	Cena energií	Finanční zisky za	Investiční náklady	Prostá návratnost v letech
		MWh/rok	Kč/MWh	v tis. Kč/rok	v tis. Kč	
Úspora vytápění	Solární tepelné zisky dvojitě fasády pro vytápění VZT(3.1)	371	932	348	13 050 <sup>1)</sup>	13,6 <sup>1)</sup>
	Využití zemního registru pro vytápění VZT (3.2)	81	932	75	- <sup>2)</sup>	5 <sup>2)</sup>
	Solární absorpční kolektory pro vytápění (3.4)	70	932	65	- <sup>3)</sup>	8,3 <sup>3)</sup>
	<b>Energie z OZE pro vytápění celkem</b>	<b>522</b>	<b>932</b>	<b>487</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Úspora chlazení	Využití zemního registru pro chlazení VZT (4.1)	111	2 575	286	1 800 <sup>2)</sup>	5 <sup>2)</sup>
	Využití spodních vod 4kg/s pro chlazení VZT (4.2)	110	2 575	283	1 150	4
	Solární absorpční kolektory pro chlazení VZT (4.3)	26	2 575	67	1 100 <sup>3)</sup>	8,3 <sup>3)</sup>
	<b>Energie z OZE pro chlazení a klimatizaci celkem</b>	<b>247</b>	<b>2 575</b>	<b>636</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
OZE FV	Integrované FV moduly ve fasádě (el. energie) (5)	50	13 200	660 <sup>EL</sup>	11 340	17,2 <sup>4)</sup>
OZE	Energetické zisky z OZE na vytápění, chlazení a výroba elektřiny celkem	819	-	1 783	28 440	-
Úsp. dvoj. fasádou	Snížení tepelných ztrát vlivem dvojitě fasády	86	932	80	-	- <sup>1)</sup>
	Snížení tepelné zátěže budovy vlivem dvojitě fasády v letním období	208	2 575	538	-	- <sup>1)</sup>
<b>Celkem</b>	<b>Celkové energetické zisky z OZE a snížení tepelných ztrát a zátěže</b>	<b>1 113</b>	<b>-</b>	<b>2 398</b>	<b>28 440</b>	<b>11,9</b>
Potřeba tepla dle Energ. auditu před rekonstrukcí E <sub>r</sub>		2 098	932	-1 955	-	-
Potřeba tepla dle Energ. auditu po rekonstrukci (jednoduchá fasáda) E <sub>r</sub>		848	932	-790	-	-
Nároky na primární energii pro vytápění s využitím OZE		326	932	-304 <sup>EL</sup>		
Roční zisk při využití OZE z prodeje el. energie po odpočtu nákladů na primární energii pro vytápění včetně chlazení objektu KO MFF UK				(příjem za elektřinu 660tis. - vydání pro teplo 304tis.) 356		

Poznámky k tab. 1

- 1) společné položky pro výpočet prosté návratnosti dvojitě hybridní fasády
- 2) společné položky pro výpočet prosté návratnosti zemního registru
- 3) společné položky pro výpočet prosté návratnosti solárních absorpčních kolektorů
- 4) bez započtení dotace na investici, kterou předpokládá Cenové rozhodnutí ERÚ č. 8/2006 ERÚ pro splnění podmínek Zákona o podpoře výroby elektřiny z OZE č. 180/2005 Sb. (navrhovaná verze programu řízeného MŽP v programovacím období 2007–2013 předpokládá dotace pro OZE u nepodnikatelských subjektů až do výše 85 %)

## Literatura

- [1] Energetický audit areálu UK MFF v Holešovičkách, zpracovaný na základě vyhlášky č. 213/2001 Sb. a zákona č. 406/2000, Ing. Tomáš Zajíc energetický auditor MPO ČR č. 116, Praha 2003.
- [2] Výzkumný projekt „Integrace obnovitelných zdrojů energie do struktury budov“ VaV/SN/3/173/05, MŽP Praha 2006.