

Odpovědný projektant	Wypracoval	Kreslil	PETER KRAMOLIS	
KRAMOLIS Petr	KRAMOLIS Petr	BARTEK Radim	B. Martinů 807	
			IČO 42036275	
			703 00 OSTRAVA-PORUBA	
Objednatel:	ZO ČSOP VERONICA, Panská 9, 602 00 Brno			
AKCE:	FASÁDNÍ SOLÁRNÍ SYSTÉM-HOSTĚTÍN		DATUM:	08/2006
			ZAK. Č.:	2326
ČÁST:	SOLÁRNÍ SYSTÉM		POČ. A4:	
STUPEŇ:	PROJEKT PRO PROVEDENÍ STAVBY			<div style="font-size: 48pt; text-align: center;">1</div> <div style="text-align: center;">str.</div>

## OBSAH

1. ÚVOD .....	3
2. ABSORPČNÍ PLOCHA .....	3
3. AKUMULACE SOLÁRNÍ ENERGIE .....	4
4. OHŘEV TEPLÉ VODY (TUV).....	6
5. PŘITÁPĚNÍ SEMINÁRNÍHO CENTRA .....	6
6. TEPELNÉ BILANCE .....	6
7. REGULACE SOLÁRNÍHO SYSTÉMU .....	12
8. MĚŘENÍ TEPLA .....	12
9. PŘÍPRAVA POTRUBÍ NA ZKOUŠKY .....	13
10. NEMRZNOUCÍ TEKUTINA .....	13
11. PLNĚNÍ SOLÁRNÍHO OKRUHU .....	14
12. TLAKOVÉ ZAJIŠTĚNÍ PRIMÁRNÍHO OKRUHU.....	15
13. UVEDENÍ DO PROVOZU, NASTAVENÍ REGULACE .....	15
14. IZOLACE.....	16
15. TECHNICKÉ UKAZATELE .....	16

**Přílohy:** Algoritmus regulace solárního systému

Zápis z kontrolního dne z 15.7.2006

## 1. ÚVOD

Stavba Seminárního centra v Hostětíně se stává významným krokem ekologického stavitelství v ČR nejen pasivním charakterem energetické spotřeby, použitím přírodních izolačních materiálů, ale zvláště zajištěním potřeb tepla výhradně z obnovitelných zdrojů. Po větší část roku je využito solární teplo, zbývající období je pokryto teplem z biomasy, tj. z místní obecní kotelny na štěpku.

Za tím účelem investor vybuduje nový fasádní solární systém na jižním průčelí seminárního centra. Tento systém bude propojen se stávajícím solárním zařízením na moštárně. Oba systémy pracují do společného solárního tanku o vodním objemu  $9,6\text{m}^3$ , avšak provoz obou systémů je samostatný s vlastními řídicími regulátory.

Navržen je moderní systém s nízkým průtokem tzv. Low-Flow, který snižuje spotřebu sekundární energie pro dohřev teplé vody. Další předností jsou nižší provozní a investiční náklady, neboť nižší množství oběhové vody snižuje čerpací práci a je možno použít potrubí nižších světlostí. Podmínkou je použití velkoplošných kolektorů a zásobníku se stratifikací (teplotním rozvrstvením). Solární kolektory budou umístěny na jižní fasádě seminárního centra.

Důležitou podmínkou správného návrhu i provozu energetických systémů seminárního centra je nejen zachování, ale hlavně neovlivnění vytápění a ohřevu teplé vody v sousedním rodinném domě Bartošových. Tato podmínka znamená, že horní část stávajícího solárního tanku  $9,6\text{m}^3$  bude v topné sezóně přednostně určena pro akumulaci tepla z centrální kotelny na štěpku. Nabíjení tanku probíhá v závislosti na celkovém průtoku topnou přípojkou, která zásobuje teplem nejen seminární centrum a Bartošovy, ale i moštárnu. To znamená, že nabíjení bude probíhat v době nižších průtoků přípojkou, bez ohledu na solární záření. Vzhledem k tomu, že solární tank je se seminárním centrem propojen pouze třemi předizolovanými trubkami, uloženými pod terénem, bude nabíjení tanku probíhat střídavě solárním teplem a teplem z centrální kotelny na biomasu. Na jednání s provozovatelem a investorem bylo domluveno ruční přepínání režimů nabíjení.

## 2. ABSORPČNÍ PLOCHA

Kolektorová plocha je sestavena ze 3ks atypických velkoplošných kolektorů, které jsou navrženy pro nízkoprůtokový režim a vytvářejí na pohled ucelenou plochu.

Navržená celková absorpční plocha s ohledem na atypické rozměry kolektorového pole bude  $19,2 \text{ m}^2$ , což představuje brutto plochu cca  $22,1 \text{ m}^2$ . Kolektory budou sestaveny do kompaktní plochy na jižní fasádě s azimutem  $28^\circ$  východně a vytvoří tak současně dominantní prvek na budově seminárního centra. Barva vysoce selektivní absorpční plochy byla arch.Reinbergem vybrána s ohledem na okolní povrchy v černém odstínu.

Proti blesku a pro odvod atmosférické elektřiny budou kolektory uzemněny. Řešení je obsahem samostatné dílčí části.

Montáž kolektorů bude probíhat pod vedením zástupce výrobní firmy, se kterým byl návrh uložení konzultován.

### 3. AKUMULACE SOLÁRNÍ ENERGIE

Stávající solární systém na moštárně ( $32,8 \text{ m}^2$  abs.plochy) má v provozu akumulační zásobník – solární tank – s vodním objemem  $9,6 \text{ m}^3$ . Zásobník je již vybaven stratifikačními vestavbami a odběrnými trubkami na různých úrovních. V současné době není využito tepelné kapacity, kterou zásobník má.

Pro nový fasádní systém není tedy zapotřebí budovat samostatný zásobník. Získané solární teplo bude přes deskový výměník a přípojku z předizolovaných trub (uložených pod terénem) dodáváno do tohoto zásobníku, umístěného vedle kotelny za moštárnou.

Rozložení vestaveb je vidět na schéma solar.systému. Očíslování hrdel je uvedeno na výkrese 2326-106, kde jsou současná zapojení a výšky dle ing. Machů viz. tabulka 4. V každém případě je nutno před vlastní montáží ověřit zapojení podle reálného stavu, neboť změnou hrdel se může zmenšit stratifikace a tím i solární zisk.

Propojení stávajících odběrů a nového systému je patrné ze schéma 2326-103.

Solární zásobník je velmi dobře zaizolován přírodním izolačním materiálem – slámou – v tloušťce 90cm.

Tepelné ztráty se budou měnit nejen podle vnitřních a vnějších teplot, ale hlavně podle obsazení centra a tím odběru teplé vody. V této situaci, kdy není možno určit vytížení střediska je možno tepelné ztráty vypočítat, ale určení součtové hodnoty je pouze odborný odhad.

Při součiniteli prostupu tepla  $0,18 \text{ W/m}^2, \text{h}$  a povrchu zásobníku  $88 \text{ m}^2$  budou tepelné ztráty následující :

Tab.1

Průměrný rozdíl teplot	Denní tepelná ztráta	Měsíční tepelná ztráta
°C	KWh/d	KWh/měs.
55	20,9	627
45	17,1	513
35	13,3	399
25	9,5	285

Po zjištění skutečných průměr.teplot v zásobníku a venkovních teplot je možno s určitou přesností odhadnout tepelné ztráty zásobníku.

Hladina v zásobníku bude kolísat podle teploty vody. Při objemu  $9,6\text{m}^3$  v vnitřním průměru 1 800mm bude hladina mít následující difference :

	$\Delta t\ 45^\circ\text{C}$	$60^\circ\text{C}$	$85^\circ\text{C}$
Souč. zvětšení objemu [dm/kg]	0,0141 mm	0,0224 mm	0,0392 mm
Výšk. rozdíl hladiny	54 mm	86 mm	151 mm

Pro kontrolu hladiny je možno zhotovit jednoduchý stavoznak kdekoliv v moštárně, kde je dostatečná výška. Horní strana trubice (průhledné) se napojí přes kulové kohouty na plynový prostor, spodní strana na kterýkoliv funkční vypouštěcí kohout. Jelikož trubice bude umístěna ve vnitřním prostoru, nemůže zamrznout, neboť prostor je temperován.

Množství akumulovaného tepla je závislé na objemu, který bude vyhrazen pro solární teplo a rozdíl teplot. V letním období bude prakticky celý objem použitelný pro solární energii. Vezmeme-li v úvahu rozdíl teplot  $65^\circ\text{C}$  a užitečný objem  $8,7\text{m}^3$ , pak tepelná akumulace bude 657 kWh, při stejném objemu a  $\Delta t = 50^\circ\text{C}$  to bude 506 kWh.

Bude-li se denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody pohybovat v rozsahu 15 – 55 kWh/d, pak zásoba tepla při nabitém tanku vystačí na 7 dnů (506 kWh a 55 kWh/d + tepelné ztráty zásobníku) nebo až 21 dnů při 15 kWh/d a 657 kWh tepel.obsahu zásobníku. Více rozhoduje odběr tepla, než nabití tanku, které se předpokládá v letním období vysoké.



## 4. OHŘEV TEPLÉ VODY (TUV)

Projekt fasádního solárního systému neřeší ohřev teplé vody. Ten je zahrnut v původním projektu seminárního centra včetně propojovacího potrubí.

## 5. PŘITÁPĚNÍ SEMINÁRNÍHO CENTRA

Z tepelných bilancí vyplývá, že solární systém může zajistit vytápění centra a přípravu teplé vody od cca poloviny března do poloviny října. Ve zbývajícím období bude solární teplo činit 10 – 80% potřeb tepla pro vytápění (v měsíčních průměrech). Hodnoty vycházejí z tepelných ztrát seminárního centra, stanovených předcházejícím projektem.

V době, kdy již solární energie nebude schopna zajistit přípravu teplé vody, event. vytápění, bude využito teplo z centrální výtopny na biomasu. Horní část solárního tanku bude vyhrazena pro akumulaci tohoto tepla, které bude po celou dobu topné sezóny k dispozici. V tuto dobu bude pro solární teplo k dispozici pouze spodní část zásobníku, tj. cca 4m<sup>3</sup>. Akumulační schopnost se sníží, ale současně se i sníží množství získaného slunečního tepla. Hodnoty (předpokládané) jsou vidět v tepelných bilancích.

## 6. TEPELNÉ BILANCE

Tepelné bilance vycházejí z projektovaných tepelně izolačních vlastností seminárního centra, které se blíží kategorii pasivních domů. V oblasti potřeb tepla pro ohřev teplé vody (dříve TUV) byl na základě konzultací s budoucími uživateli proveden odborný odhad. V současné době neexistují přesnější údaje, neboť se jedná o precedenční stavbu. Teprve reálný život a společenské vazby ukáží vytiženost centra. S ohledem na nutnost ekologické výchovy však předpokládáme vyšší míru naplnění, což se však nemusí projevit v prvním roce provozu. Spíše se počítá s postupným nárůstem.

Počet návštěvníků, ať ubytovaných nebo jen účastníků jednotlivých akcí, je klíčovým ukazatelem spotřeby teplé vody v letní polovině roku, kdy je maximum solárního záření. Vzhledem k tomu, že od května do konce září není jiná potřeba tepla než ohřev teplé vody, právě ona rozhoduje o využití solárního systému a jeho účinnosti. Pozitivním faktorem je větší solární zásobník – 9,6m<sup>3</sup> vodního objemu – který umožní zásobu tepla na 7 – 21 dnů, při větším naplnění centra však 7 – 10 dnů.

Vyhodnocovat v současné situaci solární systém by bylo velmi nepřesné, proto i dále uvedené hodnoty v tabulkách je nutno brát pouze jako předpoklady. O to zajímavější a přínosnější pro další podobné stavby bude hodnocení reálného provozu v pravidelných intervalech.

## Tepelné bilance

**Potřeba TUV** podle projektovaných počtů osob :

ubytování	25 osob	ā	35 lt/os,den	tj.	875 lt/den
aministr. pracovníci	6 osob	ā	15 lt/os,den	tj.	90 lt/den
přípravna jídel	51 jídel	ā	1,5 lt/jídlo	tj.	76 lt/den
hosté	20 osob	ā	3 lt/os,den	tj.	60 lt/den
součet					1 101 lt/den

Potřeba tepla při ohřevu z 9 na 55°C – 53,5 kWh/m<sup>3</sup>.

Denní potřeba tepla 1,1m<sup>3</sup> ā 53,5 kWh/m<sup>3</sup> = 58,85 kWh/den - maximum

0,15m<sup>3</sup> ā 53,5 kWh/m<sup>3</sup> = 8,03 kWh/den - minimum

Průměrná roční potřeba tepla :

Průměrný počet osob – 9,8 os/den ā 26 lt/os,d = 254,8 lt/d tj. 93m<sup>3</sup>/rok

0,255m<sup>3</sup> ā 53,5 kWh/m<sup>3</sup> = 13,6 kWh/d.

Ve ztrátě cirkulací je zohledněn nepravidelný provoz a malé obsazení centra mimo prázdniny.

Roční potřeba tepla :

květen - září	Plně obsazené	60 dnů	58,8 kWh/d	=	3 530 kWh
	Polovičně obsazeno	30 dnů	32,0 kWh/d	=	960 kWh
	Pouze zaměstnanci	52 dnů	8,0 kWh/d	=	420 kWh
					<b>4 920 kWh</b>
říjen - duben	Pouze zaměstnanci	175 ā	6,0 kWh/d	=	1 050 kWh
	Školení	15 ā	32 kWh/d	=	480 kWh
					<b>1 530 kWh</b>

celkem 6450 x 1,65 = **10 640 kWh/r**

### Potřeba tepla pro vytápění :

Tepelná bilance jmenovitých výkonů je následující (dle realizačního projektu)

vytápění (teplovodní)	14 000 W
větrání	7 000 W
ohřev teplé vody	32 000 W
celkem	<u>44 000 W</u>

Jelikož objekt seminárního centra je navržen jako pasivní dům na horní hranici cca 15-18 kWh/m<sup>2</sup>.r, uvažujeme dále potřebu tepla o praktické hodnotě 18 kWh/m<sup>2</sup>.r, kde jsou zahrnuty i potřeby tepla pro větrání.

Obestavěný prostor objektu bude 3 585m<sup>3</sup>, vytápěná plocha celkem 1 060m<sup>2</sup>.

Roční potřeba tepla bude 15 900 – 20 100 kWh/rok. Pro další výpočty uvažujeme hodnotu 18 500 kWh/rok.

### Solární zisk kolektorového pole :

Kolektorové pole sestává ze dvou ploch - stávající na moštárně –	32,8 m <sup>2</sup> abs.plochy
- nová fasáda - seminár.–	<u>20,2 m<sup>2</sup> abs.plochy</u>
celkem	53,0 m <sup>2</sup> abs.plochy

Solární zisk zde záleží především na odběru tepla, které je dáno spotřebou teplé vody, ztrátami cirkulací a ztrátami solárního zásobníku (tanku).

Potřeba tepla za období květen až září :

		nominální	minimální
Ohřev teplé vody vč.ztrát cirkulací	4 920 x 1,65 =	8 120 kWh	5 120 kWh
Tepelné ztráty solár.zásobníku (tanku)		1 980 kWh	1 980 kWh
		<u>10 100 kWh</u>	<u>7 100 kWh</u>

Solární systém může mít za květen – září zisk cca 10 – 12 500 kWh. Využito však může být pouze to, co se spotřebuje, tj. 10 100 kWh/květen-září, event. 7 100 kWh/květen-září.

V období říjen – duben obě solární plochy získají 5 834 kWh (viz. tab. 1, 2), event. 5 076kWh.



Celkový solární zisk bude následující :

		nominální	minimální	
letní období	05-09	10 100 kWh	7 100 kWh	(pouze pro ohřev teplé vody)
zimní období	10-04	5 830 kWh	5 080 kWh	(pouze vytápění)
celkem		<b>15 930 kWh</b>	<b>12 180 kWh</b>	

Podíl ohřevu teplé vody z celkového solárního zisku bude v rozmezí :

	nominální	minimální
celoročně období	63%	58%
letní období	100%	100%

Zcela zřetelně z toho vyplývá, že solární zisky bude ovlivňovat nikoliv solární radiace, ale odběr teplé vody závislý na obsazení návštěvníky. Personál se na odběru teplé vody podílí v letním období pouze 7 – 8%, celoročně pak 18 – 22%.

Hostětín

**Stávající solární systém na moštárně - 32,8 m<sup>2</sup> abs.plocha**

tab. 2

Měsíc	Střední intenzita slunečního záření 1)	Průměrná teplota vzduchu 2)	Dopadající sol.energ. při úhlu 35° a azimutu 27° 3)	Měrná využitelná solární energie		Celková využitelná energie		Potřeba tepla na vytápění	
				při q = 410	při q = 350	při q = 410	při q = 350		
-	W/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	%	kWh/m <sup>2</sup>
Leden	302	1,6	24,9	9,8	8,4	321	276	21	3 885
Únor	403	2,4	47,8	18,9	16,1	620	528	17	3 145
Březen	487	6	87,2	34,0	29	1 115	954	11	2 035
Duben	530	10,7	108,8	42,6	36,4	1 397	1 194	3	555
Květen	536	15,9	142,5						nevytápí se
Červen	543	18,9	151,2						nevytápí se
Červenec	536	20,7	150,4						nevytápí se
Srpen	530	20,8	131,3						nevytápí se
Září	487	18	106,5						nevytápí se
Říjen	403	12,7	56,9	22,1	18,9	725	620	8	1 480
Listopad	302	7,2	24,8	9,8	8	321	276	17	3 145
Prosinec	257	3,3	16,4	6,6	5,6	216	184	22	4 070
<b>Rok</b>			<b>1 048,70</b>	<b>143,8</b>	<b>122,9</b>	<b>4715,0</b>	<b>4032,0</b>	<b>99,0</b>	<b>18315,0</b>

- 1)  $I_{\text{stf}}$  Střední intenzita slunečního záření pro sklon 35°azimut + 38°pro 50°severní šířky, souč.znečištění atmosféry 3, Cihelka 1994 tab. 2.17
- 2) Stf.teplota vzduchu v době slunečního svitu pro Hradec Králové
- 3) Dr. Cihelka tab. 2.13 v přepočtu na sklon 45°

Hostětín

**Nový fasádní solární systém - 20,2m<sup>2</sup> abs.plochy**

tab.3

Měsíc	Záření dopad. na svislou plochu *	%	Měrná využitelná energie při		Celková využít. energie pro 20,2m <sup>2</sup> abs.plochy		Součet obou ploch 32,8m <sup>2</sup> + 20,2m <sup>2</sup>		Potřeba tepla na vytápění	%	Využitelná solární energie		Pokrytí ÚT
			q = 280	q = 240	q = 280	q = 240	q=410+280	q=350+240			q = 410	q = 350	
	W/m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/měs.		kWh/m <sup>2</sup> měs	kWh/m <sup>2</sup> měs	%
I.	35,7	4,0	11,2	9,6	226	194	547	470	3885	21	547	470	14
II.	57,1	6,4	17,9	15,4	362	311	982	839	3145	17	982	839	31
III.	89,9	10,1	28,3	24,2	572	489	1687	1443	2035	11	1687	1443	83
IV.	91,5	10,2	28,6	24,5	578	495	1975	1689	555	3	555	555	100
V.	93,9	10,5							nevytápí se				
VI.	92,4	10,3							nevytápí se				
VII.	97,7	10,9							nevytápí se				
VIII.	106,3	11,9							nevytápí se				
IX.	102,0	11,4							nevytápí se				
X.	69,8	7,8	21,8	18,7	440	378	1165	998	1480	8	1165	998	79
XI.	34,5	3,9	10,9	9,4	220	190	541	466	3145	17	541	466	17
XII.	22,3	2,5	7,0	6,0	141	121	357	305	4070	22	357	305	9
<b>součet</b>	<b>893,1</b>				<b>2539</b>	<b>2178</b>	<b>7254</b>	<b>6210</b>	<b>18315</b>		<b>5834</b>	<b>5076</b>	

\* viz Cihelka 1994 tab. 2.13

Hodnoty pro vytápění jsou reálnější než hodnoty ohřevu teplé vody, neboť stavba má potřeby dané klimatickými vlivy, které jsou pravidelné v mezích  $\pm 20\%$ , nevylučující extrémy. Obsazení v topném období může mít určitý vliv na spotřebu tepla budovy, avšak objekt je nutno stále temperovat s ohledem na vlhkostní klima a degradaci materiálů.

## 7. REGULACE SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

Tento projekt řeší pouze regulaci fasádního solárního systému. Původní (stávající) systém na moštárně má svou regulaci vč. solárního zásobníku  $9,6\text{m}^3$ .

Fasádní solární systém bude provozován jako Low-Flow, tzn. nízkoprůtokový. Smyslem tohoto režimu je dosáhnout pokud možno vyšší teploty media vystupujícího z kolektoru tj.  $60 - 80^\circ\text{C}$ . Solární teplo na této kvalitní teplotní úrovni se ukládá pomocí stratifikačních vestaveb do úrovně, které odpovídají okamžité teplotě z kolektorů. Solární zásobník není předmětem tohoto projektu.

V příloze této tech.zprávy je popis algoritmu regulace. Vlastní naprogramování regulátoru EMC 2000, který již byl dodán rakouskými partnery, provede rakouský specialista. Investor zajistí tuto subdodávku. Bližší informace o regulátorech, senzorech apod. jsou v části MaR, který řeší jejich zapojení.

## 8. MĚŘENÍ TEPLA

Získané teplo fasádním solárním systémem bude měřeno za výměníkem DV4 měřičem tepla Superstatic 440,  $130^\circ\text{C}$ , PN16, DN 15,  $Q_p = 1,0$  s kalorimetrickým počítadlem 531 B. Počítadlo umožňuje připojení M-Bus, RS 232 a další. Díky třem komunikačním kanálům, které pracují paralelně, Supercal 531 umožňuje sběr dat a připojení k více řídicím systémům. Napájení je baterií s životností 11+1, event. síťovým napětím 230 VAL. S 531 má automat. detektor napájení.

Měření průtoku Superstaticem se děje staticky, bez pohyblivých částí. Paprsek kapaliny kmitá střídavě vpravo a vlevo. Elektronický senzor snímá tlak změny ve zpětnovazebních kanálcích, které jsou přímoúměrné průtoku kapaliny S 440, je napájen z baterie kalorimetrického počítadla, se kterým tvoří jeden celek.

## 9. PŘÍPRAVA POTRUBÍ NA ZKOUŠKY

Po dokončení všech instalačních prací a provedení elektroinstalace a MaR je možné přistoupit k plnění okruhů a tlakovým zkouškám. Při proplachování a plnění solárního okruhu musí být kolektory zakryty před slunečním zářením, aby se zamezilo vypařování media – vody, event. využito dne bez přímého slunečního záření.

Uvedení solární soustavy do provozu začíná důkladným propláchnutím okruhu (cca 10 minut), aby se odstranily nečistoty a zbytky kapaliny. K tomu je potřeba napojit plnicí ventil 1 pomocí hadice na potrubí studené vody, zatímco druhá hadice je vedena z vypouštěcího ventilu 2 do odtoku. Uzavírací ventil 3 bude mezitím uzavřen. Proplachování solárního okruhu: nejdříve je uzavřen ventil 3, plnicím ventilem 1 vtéká voda a vytéká vypouštěcím ventilem 2 zase ven. Tepelný výměník není zpočátku proplachován současně, aby se v úzkých kanálcích nemohla usazovat nečistota ze solární okruhu. Teprve ke konci proplachování se uzavřením ventilu 2 a otevřením ventilu 4 propláchne i tepelný výměník. Po skončení proplachu následuje tlaková zkouška. Při uzavřeném vypouštěcím ventilu a otevřeném plnicím ventilu je zvýšen tlak těsně pod jmenovitý tlak pojistného ventilu. Při uzavřeném plnicím ventilu je nyní spouštěno čerpadlo a okruh je odvědušen odvědušňovacím ventilem nebo samostatným odvědušňovacím šroubem na čerpadle. Po uzavření odvědušňovacích ventilů je tlak zase zvýšen. Pokud se v systému nenachází žádný vzduch, nesmí tlak během hodiny (nebo i déle) poklesnout. V opačném případě by se netěsnosti musely hledat. Zvýšením tlaku může být nakonec přezkoušena i reakce pojistného ventilu. Potom se otevřením vypouštěcího ventilu a odvědušňovače systém zcela vyprázdní a odtékající množství vody pečlivě zachytí, aby se mohl proměřit objem soustavy a mohlo být stanoveno množství přidávaného protimrazového přípravku. Protože trochu vody v oběhu vždy zůstane, přidá se ho z bezpečnostních důvodů o něco více.

## 10. NEMRZNOUCÍ TEKUTINA

Soustava bude potom naplněna nemrznoucí antikorozní tekutinou Kolekton P, dodávanou montážní firmou. Tekutina je speciálně připravena pro solární zařízení. Počáteční teplota krystalizace je  $-30^{\circ}\text{C}$ , avšak ani za stavu, kdy tekutina kašovatí nedochází k roztržení potrubí. V tomto případě bude obsah propylen glykolu cca 50% roztok s teplotou tuhnutí  $-30^{\circ}\text{C}$ . Jedná se o je nejedovatý roztok propylen glykolu s inhibitory koroze a ochranné přísady proti náhodnému požití. Je netoxická, ekologicky nezávadný výrobek, který

neobsahuje fosfáty, dusitany a aminy. Vzhledově se jedná o čirou kapalinu bez zápachu s dlouhodobou výměnnou lhůtou. Bod varu 179°C při 5,4 bar.

Ochranné přísady (proti náhod. požití) zajišťují bezpečnost solárního systému vzhledem k přípravě teplé vody (TUV), i když v tomto případě jsou oba okruhy odděleny solárním tankem a nemohou se setkat.

## 11. PLNĚNÍ SOLÁRNÍHO OKRUHU

Nemrznoucí tekutina bude nalita do záchytné polypropylenové otevřené nádoby, ze které bude čerpána dále popsáním způsobem. K čerpání a plnění bude použito čerpadlo CH 2 – 60, které bude uchycené na přenosném rámu. Na sání bude namontována ohebná hadice se šroubením DN 1“, která se připojí na hrdlo polypropylenové nádrže. Na výtlaku bude osazen zpětný ventil DN 1“ a opět ohebná hadice se šroubením pro napojení na výpustné kohouty DN 32.

Mrazuvzdorná kapalina bude z PP nádoby (obs. cca 70 lt.) čerpána přes vypouštěcí kohout do zpětného potrubí (pod oběhové čerpadlo). Jako praktické se ukázalo, aby tekutina ještě nějakou dobu vytékala otevřeným vypouštěcím kohoutem zpět do nádoby, čímž se z okruhu odstraní větší část vzduchu. Uzavřením výpustného kohoutu dojde ke zvýšení tlaku. Jakmile je vzduch ze systému zcela odstraněn, (odvzdušňovacími ventily) spustí se oběhové čerpadlo na nejvyšší otáčky a okruh je znovu pečlivě odvzdušněn. Výhodné je opakovaně zapínat a vypínat čerpadlo. Objem kolektorů, potrubí výměníku a oddělovací nádoby činí cca 95 litrů, objem expanzní nádobí ve studeném stavu cca 15 litrů tj. celkem 110 litrů. Pro první plnění je nutné objednat rezervní množství.

Pokud vlivem uvolněného vzduchu tlak poklesne, musí být pomocí plnicího čerpadla kapalina doplňována tak dlouho, až je zase dosažen žádaný provozní tlak v soustavě.

Jakmile již neuchází žádný vzduch a provozní tlak je nastaven, následuje poslední část tlakové zkoušky (opětovná kontrola všech pájených a sešroubovaných míst). Protože se při vodní směsi s glykolem projeví netěsnosti dříve než s čistou vodou, je možné, že se stanou viditelnými i tam, kde byly dříve nepostřehnutelné. Na závěr se uzavřou odvzdušňovací ventily. Jako poslední se odstraní i zakrytí kolektorů před zářením.



neobsahuje fosfáty, dusitany a aminy. Vzhledově se jedná o čirou kapalinu bez zápachu s dlouhodobou výměnnou lhůtou. Bod varu 179°C při 5,4 bar.

Ochranné přísady (proti náhod. požití) zajišťují bezpečnost solárního systému vzhledem k přípravě teplé vody (TUV), i když v tomto případě jsou oba okruhy odděleny solárním tankem a nemohou se setkat.

## 11. PLNĚNÍ SOLÁRNÍHO OKRUHU

Nemrznoucí tekutina bude nalita do záchytné polypropylenové otevřené nádoby, ze které bude čerpána dále popsáním způsobem. K čerpání a plnění bude použito čerpadlo CH 2 – 60, které bude uchycené na přenosném rámu. Na sání bude namontována ohebná hadice se šroubením DN 1“, která se připojí na hrdlo polypropylenové nádrže. Na výtlaku bude osazen zpětný ventil DN 1“ a opět ohebná hadice se šroubením pro napojení na výpustné kohouty DN 32.

Mrazuvzdorná kapalina bude z PP nádoby (obs. cca 70 lt.) čerpána přes vypouštěcí kohout do zpětného potrubí (pod oběhové čerpadlo). Jako praktické se ukázalo, aby tekutina ještě nějakou dobu vytékala otevřeným vypouštěcím kohoutem zpět do nádoby, čímž se z okruhu odstraní větší část vzduchu. Uzavřením výpustného kohoutu dojde ke zvýšení tlaku. Jakmile je vzduch ze systému zcela odstraněn, (odvzdušňovacími ventily) spustí se oběhové čerpadlo na nejvyšší otáčky a okruh je znovu pečlivě odvzdušněn. Výhodné je opakovaně zapínat a vypínat čerpadlo. Objem kolektorů, potrubí výměníku a oddělovací nádoby činí cca 95 litrů, objem expanzní nádobí ve studeném stavu cca 15 litrů tj. celkem 110 litrů. Pro první plnění je nutné objednat rezervní množství.

Pokud vlivem uvolněného vzduchu tlak poklesne, musí být pomocí plnicího čerpadla kapalina doplňována tak dlouho, až je zase dosažen žádaný provozní tlak v soustavě.

Jakmile již neuchází žádný vzduch a provozní tlak je nastaven, následuje poslední část tlakové zkoušky (opětovná kontrola všech pájených a sešroubovaných míst). Protože se při vodní směsi s glykolem projeví netěsnosti dříve než s čistou vodou, je možné, že se stanou viditelnými i tam, kde byly dříve nepostřehnutelné. Na závěr se uzavřou odvzdušňovací ventily. Jako poslední se odstraní i zakrytí kolektorů před zářením.

## 12. TLAKOVÉ ZAJIŠTĚNÍ PRIMÁRNÍHO OKRUHU

Tlaková expanzní nádoba s membránou má trvalé teplotní zatížení 70°C, pak je před ní zařazena ocelová oddělovací nádoba o objemu 50 litrů, která zapustí za všech okolností nízkou vstupní teplotu tekutiny v expanzní nádobě.

Plnicí přetlak systému ve strojovně seminárního centra bude 3,0 bar jmenovitý otevírací přetlak pojistného ventilu je 6,0 bar, skutečný otevírací přetlak pak 5,4 bar. Tomu odpovídá objem expanzní nádoby 65 litrů, volena je nejbližší vyšší - 80 litrů, PN 10.

Takto navržené přetlaky potlačí odpar nemrznoucí tekutiny za normálních provozních stavů. Například při přetlaku 5,4 bar je bod varu Kolektonu P 178-180°C, což na svislé ploše zvláště v letním období nebude dosaženo. Uspořádání registrů kolektorů neumožní samovolný odtok veškeré nemrznoucí směsi.

## 13. UVEDENÍ DO PROVOZU, NASTAVENÍ REGULACE

Při uvedení do provozu by měl být přítomen zástupce dodavatele, který dohlíží na všechny nutné postupné kroky, které byly vyzkoušeny při předešlých aplikacích.

Navržená soustava by měla v primárním okruhu dosahovat při max. slunečním svitu rozdíl teplot mezi vstupem a výstupem z kolektorů 40 - 50° C. Při průměrném svitu se sníží rozdíl teplot. Na výstupu z kolektorů může být dosahováno teplot v letním období 70 – 90° C.

Jelikož se jedná o Low – Flow systém, neposuzuje se střední teplota kolektorů se střední teplotou zásobníku, neboť zde se uplatňuje stratifikační efekt tzn. rozvrstvení vody v zásobníku podle teplot. Regulátor má programové vybavení, kterým řídí letní teploty ve vyšších hodnotách než zimní. V zimním období se dosahuje teplot 40 – 55° C na výstupu z kolektorů. Hodnoty se ověřují při zkušebním provozu. Letní teploty - viz. výše.

Praktické je sledovat provozní hodnoty čerpadla primárního okruhu. V provozu by měla být zhruba tak dlouho, jak dlouho svítí slunce tj. cca 1 400 – 1 700 hod/rok. Budou-li zjištěny jiné hodnoty, je nutné překontrolovat nastavení hodnot regulátoru.

Solární energie je přes teplotonosné medium předávána v deskovém výměníku (DT 4) vodě v solárním tanku, kde dochází k akumulaci a výdeji podle potřeby odběrů. Teplota v solár. tanku je vždy u hladiny vyšší a právě z této oblasti je odebírána pro ohřev TUV i vytápění.

## 14. IZOLACE

Na potrubích, kde může dojít ke stoupnutí teploty na 95° C event. více, je nutné použít izolační pouzdra z minerální nebo skleněné vlny s povrchem Al. U studené vody je nutné dbát na pečlivé utěsnění izolace, neboť průnik vzdušné vlhkosti promočí izolaci.

## 15. TECHNICKÉ UKAZATELE

Brutto plocha	22,1m <sup>2</sup>
Absorpční plocha	19,2m <sup>2</sup>
Počet kolektorů	3ks
Výška uložení kolektorů	1,5 – 5m
Objem solárního tanku	9,6m <sup>3</sup>
Provozní režim	Low-Flow průtok, 290-350 kg/hod
Solární kolektory :	atypické provedení, selektivní povrch čiré bezpečnostní sklo, absorbér, černé barvy izolace-miner.vlna 50mm
Izolace pod kolektory	kromě izolace v tělese kolektoru další izol.miner.vlnou dle staveb.řešení, cca 25–30cm
Izolace kolektorů	28° východně
Max. tepelný výkon solár. kolektorů	12 kW
Max. denní zisk	45 kWh
Roční solární zisk	5 – 6 MWh
Roční potřeba tepla pro ohřev TUV	7 – 11 MWh (vč. tep. ztrát cirkulací)
Roční potřeba tepla pro vytápění	16 – 20 MWh
Solár.přítápění ve výši 20-25% roční potřeby	3,2 – 5,0 MWh (100 % - 18,5 MWh/r)
Solární pokrytí TUV	55 - 60 %
Max. teplota v solár.tanku	95° C
Teplota ohřáté TUV	55° C
Teplota studené pitné vody	8 – 12° C
Množství nemrznoucí tekutiny 110 + 40 litrů	150 litrů (Kolekton P)

# ALGORITMUS REGULACE FASÁDNÍHO SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

Seminární centrum HOSTĚTÍN

Tento popis požadavků na regulační systém nenahrazuje manuál zpracovaný dodavatelem regulačního systému. Obsahuje základní:

Zahájení provozu: Podmínkou spuštění je naplnění solárního tanku.  
- dostatečný tlak v primárním okruhu – čidlo  $P_1$  v rozsahu 3,0 – 6,0 bar.  
Hlavním signálem pro spuštění čerpadel  $\check{C}_1$  a  $\check{C}_2$  je rozdíl teplot mezi čidly v kolektorech  $T_1$  ( $T_2$ ) a čidlem ve spodní části solárního tanku  $T$ . Pokud rozdíl teplot dosáhne  $8^\circ\text{C}$ , dojde k zahájení provozu. Poklesne-li rozdíl teplot pod  $5^\circ\text{C}$ , je provoz zastaven. Rozsah teplot je možno seřizovat v rozmezí  $5 - 10^\circ\text{C}$  spouštění a  $2 - 5^\circ\text{C}$  vypínání. Po najetí se prvé vyhodnocení rozdílu teplot provede po 5 min., až se provoz ustálí. Pro vypnutí tato lhůta neplatí.

Regulace čerpadel: Oběhové čerpadlo  $\check{C}_1$  má pouze 2 stupně ručně nastavitelných otáček. Nastaví se ot. 1 – nejnížší.  
Oběhové čerpadlo  $\check{C}_2$ : jedná se rovněž o čerpadlo s ruční m nastavením otáček jako  $\check{C}_1$ . Spouštěno je s čerp.  $\check{C}_1$  v závislosti na rozdílu teplot  $T_4$  a  $T_6$ , přičemž  $T_4$  musí být vždy vyšší. Rozdíl teplot bude během celého roku  $5^\circ\text{C}$  (je nutno ponechat možnost úpravy v rozsahu  $4 - 8^\circ\text{C}$ ). I zde platí podmínka naplnění solárního tanku – čidlo  $H_1$ .

## Poznámka:

Oběhové čerpadlo  $\check{C}_1$  je ovládáno rozdílem teplot, avšak nařízená je max. teplota  $T_4$ , která nesmí přestoupit  $95^\circ\text{C}$ . To se může stát při zvýšení teploty  $T$  při nabití větší části tanku nebo při malých odběrech TUV a nabití vyrovnávacího zásobníku.

Pokud je dosažen limit  $95^\circ\text{C}$ , čerpadla  $\check{C}_1$  a  $\check{C}_2$  se odstaví. Smyslem tohoto opatření je zabránit přestoupení max. teploty v solárním tanku ( $95^\circ\text{C}$ ).

Ochrana solárního tanku: Slouží nejen proti úplnému nabití tanku, ale zvláště má zajistit, aby nebyly odstaveny solární kolektory z provozu a nedošlo k odpaření nemrznoucí směsi.

Dostoupí-li teplota na čidle  $T_{1,2}$   $120^\circ\text{C}$ , zapnou se čerpadla  $\check{C}_2$ ,  $\check{C}_1$  než teplota poklesne na  $110^\circ\text{C}$ . Pak se čerpadla odstaví na dobu, až teplota v kolektoru  $T_1$  nebo  $T_2$  dostoupí  $120^\circ\text{C}$ , a cykly se opakují. Čerpadlo tzv. „taktuje“.

Priorita – nesmí dojít k přehřátí solár.tanku nad  $95^\circ\text{C}$  - při dosažení  $95^\circ\text{C}$  dojde přes toto opatření ke stoupnutí tekutiny v kolektorech, s čímž se počítá.

- Počítání provoz.hodin: Doba provozu čerpadel Č<sub>1</sub> a Č<sub>3</sub> bude registrována a archivována.
- Měření množství tepla: Na primárním okruhu mezi DV4 a solárním tankem je osazen měřič MT<sub>1</sub>.  
Na ohřevu TUV na vstupu do ohříváče je osazen MT<sub>2</sub>. Obě hodnoty jsou archivovány.
- Měření solární radiace: Čidlo intenzity solárního záření bude umístěno na solárním poli, bude-li instalováno.
- Regulace hladiny: Hladina ve stávajícím solárním tanku je udržována ručním dopouštěním.
- Měření tlaku solár. okruhu: Tlak je měřen pomocí čidla P<sub>1</sub>, umístěném na potrubí mezi oddělovací nádobou a expanzní nádobou.
- Ohřev TUV: Je řešen ve vytápění seminárního centra.
- Vizualizace: Všechny aktuálně měřené hodnoty jsou vizualizovány na obrazovce v dynamickém schématu. Současně jsou archivovány. Předpokládá se propojení regulátoru s PC v Centru.
- Ovládání: Všechna čerpadla a ventily je možno také ovládat v ručním provozu.
- Přepínání odběrů alternativně z různých úrovní solárního tanku je na základě požadavku investora z ekonomických důvodů řešen pomocí ručních uzávěrů.

## **Zápis z Kontrolního dne „Solární panely“**

**Akce:** SEMINÁRNÍ CENTRUM V HOSTĚTÍNĚ

**Dne:** 15.7.2006

**Přítomni:** RNDr. Gailly, RNDr. Hollan, ing. Stolek, P. Kramoliš, ing. Bártů

Byly projednány podmínky použití solárních panelů Teufel & Schwarz s následujícími závěry :

- hmotnost panelů : 24 kg/m<sup>2</sup>
- oplechování provede stavební firma (GD nebo jiný subdodavatel)
- kompletace firmou Apex Euro je možná cca od 10. září 2006
- bude použit rám Standard (RAL bude upřesněn ing. Bártů, světle šedý, metalický)
- GP navrhne podle předaných podkladů detail kotvení na fasádu a rozešle k připomínkám
- rozvody pro sol. panely v budově nutno položit před betonáží podlahy v sále a foyer – průměr a tepelnou izolaci navrhne v předstihu pan Kramoliš. Potrubí bude umístěno ve vrstvě tepelné izolace pod podlahou sálu (tl. TI =18-20cm), souběžně s potrubím pro UT k radiátorům.
- odvězdušnění bude ruční u okna do kanceláří v 2.NP
- teplotonosná kapalina FWF (toxikologicky nezávadná), bod varu při 3,5 bar 170° C
- spád potrubí ø28 v budově min. 0,5%, tepelná izolace z miner. vlny cca 30mm (=> na 13m přes sál je to 65mm + cca 90mm průměr vč. izolace), bude tedy zasahovat i do spodní vrstvy EPS. Nutno dodržet povrchovou teplotu na izolaci 80°C, aby EPS neztrácel vlastnosti vlivem teploty

**Zapsal :** ing. Ivo Stolek