



České vysoké učení technické v Praze
Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
Třínecká 1024
273 43 Buštěhrad
www.uceeb.cz

Protokol

o zkoušce tepelného výkonu solárního kolektoru
při ustálených podmínkách podle ČSN EN ISO 9806

Suntime 2.1

PROPULS SOLAR s.r.o., S. K. Neumanna 2793, Pardubice

Zpracovatel: Doc. Ing. Tomáš. Matuška, Ph.D.
Ing. Bořivoj Šourek, Ph.D.
Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
ČVUT v Praze
Třínecká 1024
273 43 Buštěhrad

1. Všeobecně

Referenční číslo kolektoru: 2015-04-14/001
 Zkoušku provedl: Ing. Bořivoj Šourek, Ph.D
 Zkušebna: ČVUT v Praze, UCEEB
 Adresa: Třínecká 1024, 273 43 Buštěhrad
 Datum zkoušky: 14.4.2015

2. Popis solárního kolektoru

2.1. Kolektor

Název výrobce: PROPULS SOLAR s.r.o., S. K. Neumanna 2793, Pardubice
 Jméno výrobku: Suntime 2.1
 Výrobní nebo sériové číslo: 006868
 Rok výroby: 2015
 Typ kolektoru: plochý atmosferický

Rozměry kolektoru

Šířka: 1063 mm
 Výška: 1895 mm
 Hloubka: 113 mm
 Celková hrubá plocha kolektoru: 2,014 m²
 Připojovací potrubí (DN): Cu 22 x 1 mm
 Hmotnost v prázdném stavu: 35 kg
 Obsah teplonosné látky: 1,4 l
 Rozsah průtoků: od 50 do 130 l/hod (dle výrobce)
 Doporučený provozní přetlak: 600 kPa
 Teplonosná látka (voda, olej, jiná): směs vody a glykolu
 Specifikace (přísady apod.): inhibitory
 Alterenativní teplonosná látka: voda

2.2. Zasklení (kryt kolektoru)

Počet krytů: 1
 Materiál krytu: Sklo
 Tloušťka krytu: 4 mm
 Propustnost slunečního záření krytu: 91,3 %
 Povrchová úprava zasklení: texturované
 Rozměr apertury: 1004 mm x 1836 mm
 Plocha apertury: 1,842 m²

Tepelná trubice

Vnější průměr trubice: - mm
 Vnější průměr kondenzátoru: - mm

Reflektor

Druh reflektoru: X
 Rozměry: - mm x - mm
 Materiál: -

2.3. Absorbér

Rozměr absorbéru:	1000 mm x 1832 mm
Plocha absorbéru:	1,832 m ²
Materiál:	Cu
Šířka lamely:	1000 mm
Tloušťka lamely:	0,20 mm
Povrchová úprava, povlak:	ETA+
Spoj mezi trubkou a lamelou a/nebo absorpční plochou:	pájený
Pohltivost slunečního záření α :	95 % \pm 2
Hemisférická emisivita ε :	5 % \pm 2
Hydraulické zapojení:	Lyra
Počet trubek nebo kanálů:	10
Průměr trubky nebo rozměr kanálu:	8 x 0,4 mm
Rozteč mezi trubkami nebo kanály:	100 mm
Průměr nebo rozměry sběrače:	22 x 0,8

2.4. Tepelná izolace a skříně

Tloušťka tepelné izolace zadní strany:	50 mm
Tloušťka tepelné izolace boční strany:	20 mm
Izolační materiál:	Minerální vata (30 mm) + PIR sendvičová deska (20 mm)
Materiál zadní části skříně:	PIR sendvičová deska (20 mm)
Materiál boční části skříně:	Hliník (profilovaný)
Těsnící materiál:	EPDM + silikonkaučuk
Způsob uchycení rámu (nýty, šrouby atd.):	nýty

2.5. Omezení

Nejvyšší provozní teplota:	120 °C
Nejvyšší provozní tlak:	0,6 MPa
Nejvyšší provozní tlak při nejvyšší provozní teplotě:	0,6 MPa
Další omezení:	-

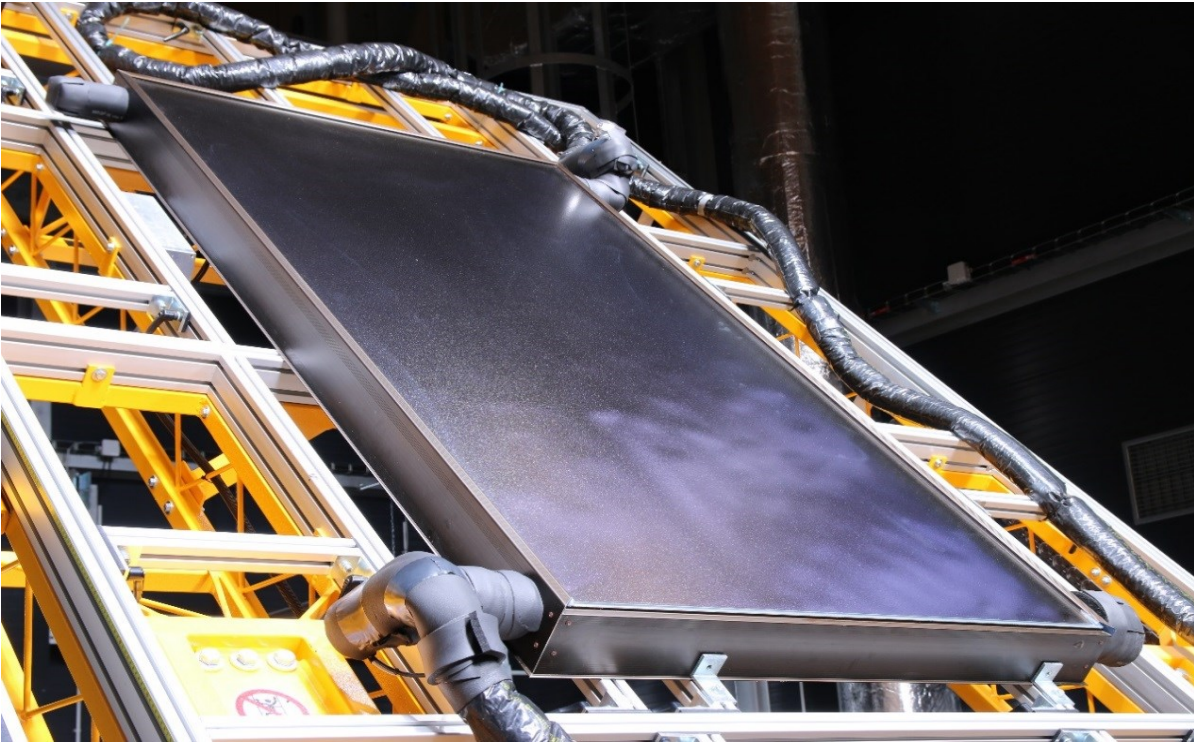
2.6. Popis kolektoru

Plochý atmosferický kolektor s celoměděným absorbérem (jeden kus plechu o rozměrech absorbéru). Měděný registr je k absorbéru pájený. Měděný absorbér je opatřen vysoce selektivním povrchem ETA+. Nýtovaný rám z eloxovaného hliníku je opatřen otvory pro odvod vodních par.

2.7. Montáž kolektoru

Na skloněné střeše:	Ano
Vestavěný do skloněné střechy:	Ano
Na ploché střeše:	Ano
Na fasádě:	Ano
Vestavěný (integrováný) do fasády:	Ano

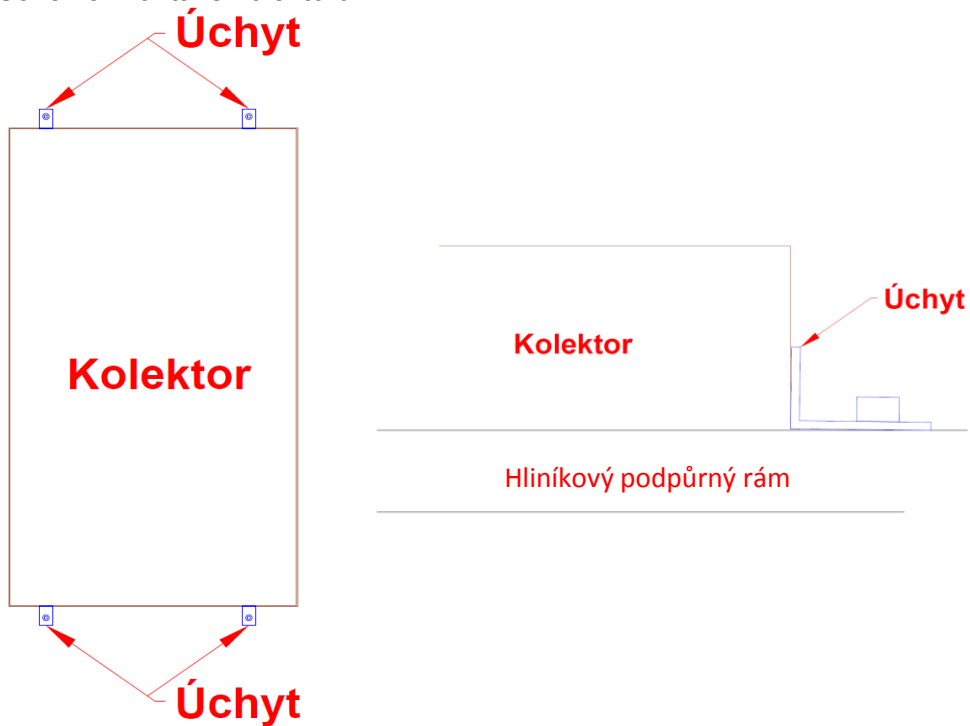
2.8. Fotografie kolektoru



Obrázek 1 - Fotografie kolektoru

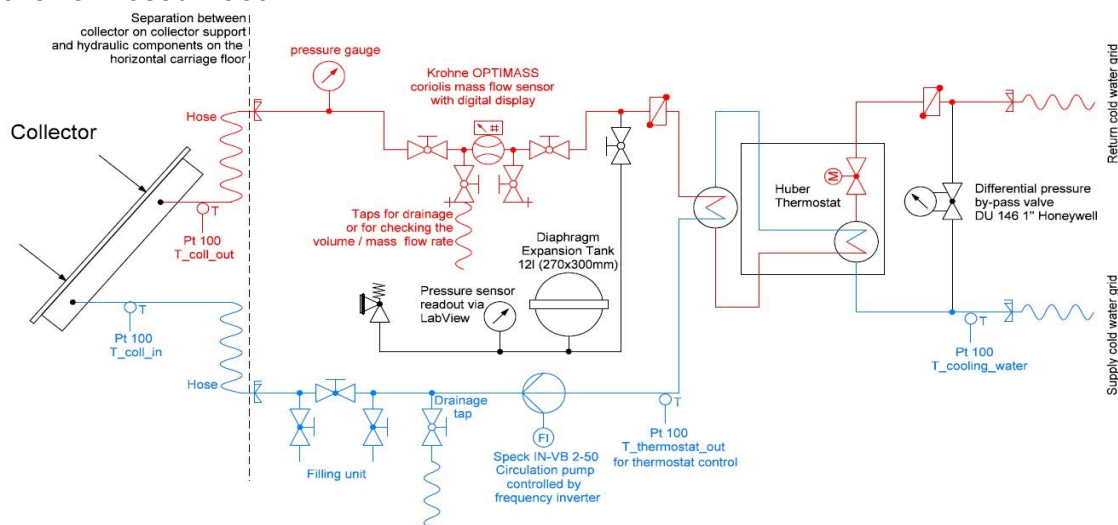
2.9. Poznámky ke konstrukci kolektoru Bez poznámek

2.10. Schéma montáže kolektoru



3. Zkušební trať

3.1. Schéma zkušební trati



Obrázek 2 - Schéma zkušební trati

3.2. Podmínky zkoušky

Zkušební metoda:	Vnitřní ustálená
Zdroj ozáření:	Umělé slunce
Střední ozáření na plochu kolektoru:	1161 W/m ²
Typ lamp:	Metal halidové obloukové lampy (8 ks)
Stínění dlouhovlnného záření:	Ano
Sklon kolektoru při zkoušce:	45 °
Orientace trubek absorberu během zkoušky:	svisle

4. Tepelný výkon a účinnost

Zkouška tepelného výkonu probíhala v solárním simulátoru za podmínek definovaných v ČSN EN ISO 9806:2013. Účinnost solárního kolektoru byla vyhodnocována pro hrubou (obrysovou) plochu dle vztahu:

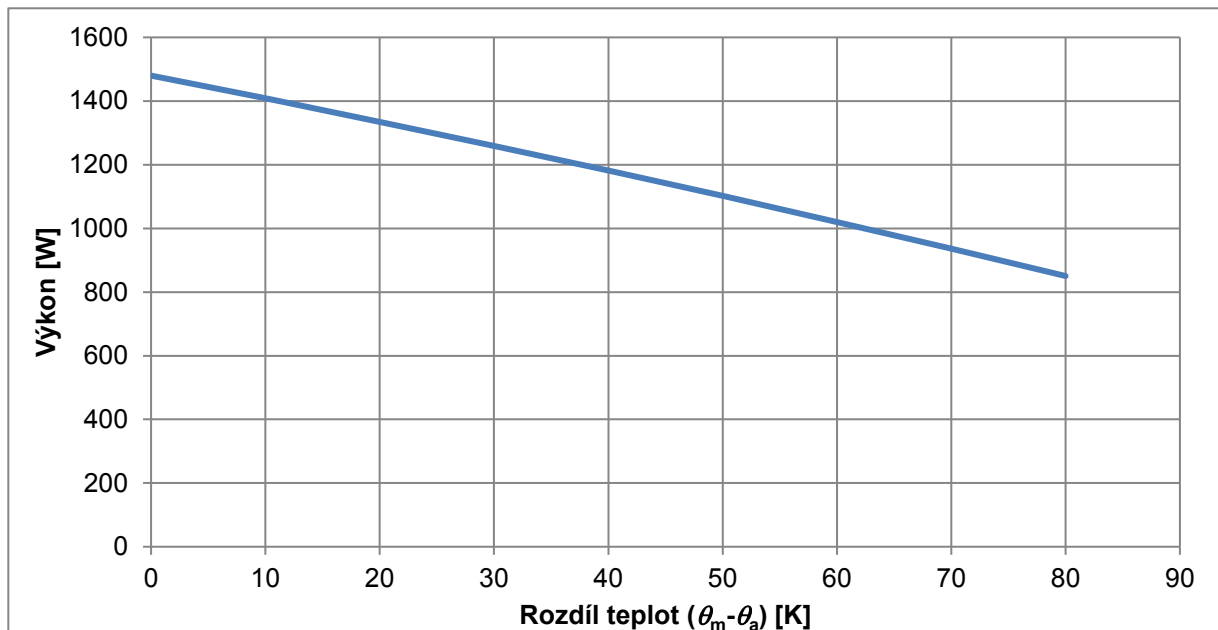
$$\dot{Q} = A_G \cdot G \cdot \eta_{hem}$$

Hrubá plocha použitá pro křivku:	2,014 m ²
Teplonosná látka použitá při zkoušce:	voda
Průtok teplonosné látky při zkoušce:	144,5 kg/h

4.1. Výkon solárního kolektoru

Tabulka 1 - Naměřené hodnoty (střední z měřeného intervalu)

b.č.	G	m	θ_{in}	θ_{out}	$\theta_{out}-\theta_{in}$	θ_m	θ_a	$\theta_m-\theta_a$	\dot{Q}	η_{hem}
	[W/m ²]	[kg/h]	[°C]	[°C]	[K]	[°C]	[°C]	[K]	[W]	[-]
1	1161	143,3	16,9	27,0	10,2	21,9	18,4	3,5	1692	0,72
2	1161	144,6	35,5	44,8	9,3	40,1	17,7	22,4	1558	0,67
3	1161	143,5	54,3	62,8	8,5	58,5	17,9	40,6	1412	0,60
4	1161	144,8	73,1	80,6	7,5	76,9	17,8	59,1	1267	0,54
5	1161	146,4	91,9	98,4	6,5	95,2	18,0	77,2	1113	0,48



Obrázek 3 - Výkon solárního kolektoru (pro $G = 1000 \text{ W/m}^2$)

Špičkový výkon kolektoru ($G=1000 \text{ W/m}^2$): $1480 \text{ W}_{\text{peak}}$

Tabulka 2 - Výkon kolektoru

Ozáření			
$\theta_m - \theta_a$ [K]	400 W/m^2	700 W/m^2	1000 W/m^2
0	592	1036	1480
10	521	965	1409
20	447	891	1335
30	371	815	1259
40	294	738	1182
50	214	658	1102
60	132	576	1020
70	48	492	936
80	-38	406	850

4.2. Účinnost kolektoru

Tabulka 3 - Provozní charakteristiky kolektoru

Vstažené k hrubé ploše kolektoru	Stand. Odchylka	K ploše apertury*
$\eta_{0,\text{hem}}$	0,7347	0,8034
$\eta_{0,\text{b}}$ (odhadnutá)		
a_1	3,4972	3,8241
a_2	0,0051	0,0056

* Nad rámec požadavků normy ČSN EN ISO 9806 jsou v tabulce uvedeny i hodnoty provozních charakteristik vztážené k ploše apertury.

Tabulka 4 - Účinnost kolektoru v bodě $(\theta_m - \theta_a)/G = 0,05 \text{ (K.m}^2\text{)/W}$

$(\theta_m - \theta_a)/G \text{ [(K.m}^2\text{)/W]}$	$\eta_{0,05} [-]$
0,05	0,55

5. Stagnační teplota

Stagnační teplota je teplota dosažená při provozních podmínkách bez odběru tepla ze solárního kolektoru, kdy tepelný tok pohlcený absorberem se odvádí zpět do okolního prostředí tepelnými ztrátami obálky kolektoru.

Stagnační teplota byla výpočtem stanovena: $t_{sm} = 228,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ Při ozáření $G_s = 1161 \text{ W/m}^2$
a teplotě okolí $t_a = 18,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Stagnační teplota je přepočtena pro jmenovité podmínky $t_{as} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$ a $G_s = 1000 \text{ W/m}^2$

Přepočtená stagnační teplota: $t_{stg} = 211,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

6. Tlaková ztráta kolektoru

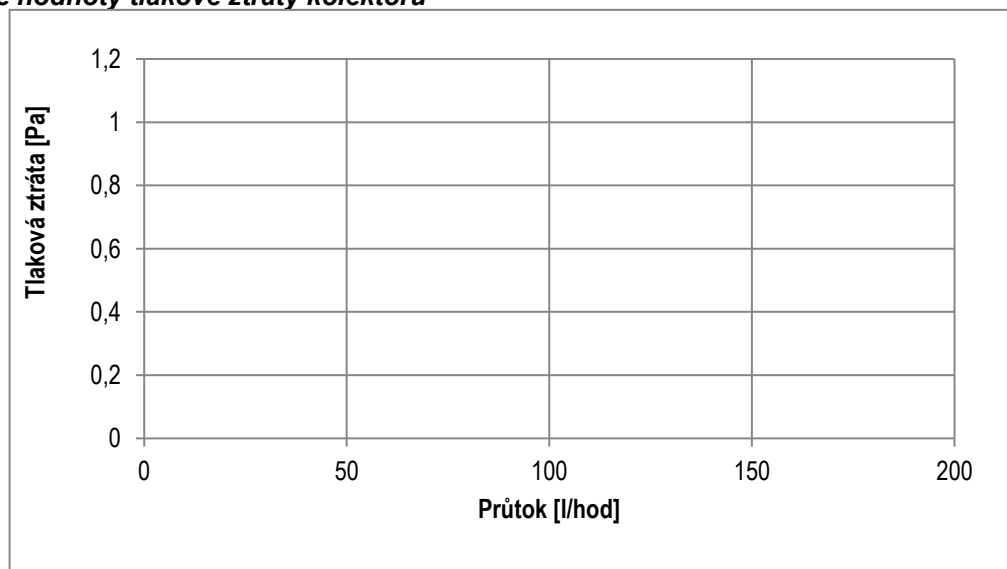
Tlaková ztráta kolektoru nebyla měřením stanovena:

Teplonosná látka:

Teplota teplonosné látky (průměrná): $^\circ\text{C}$

Tabulka 5 - naměřené hodnoty tlakové ztráty kolektoru

m [l/h]	Δp [Pa]
0	
30	
60	
90	
120	
150	
180	



Obrázek 4 - Tlakové ztráty kolektoru

7. Časová konstanta

Časová konstanta nebyla stanovena

$\tau_c =$ s

8. Účinná tepelná kapacita

Tepelná kapacita kolektoru nebyla stanovena.

$C =$ J/K

Určení:

Výpočtem: Ne

Zkouškou ve vnitřním prostředí: Ne

9. Modifikátor úhlu dopadu

Modifikátor úhlu dopadu vyjadřuje závislost výkonu kolektoru na úhlu dopadu slunečního záření na kolektor.

Modifikátor při zkoušce nebyl stanoven. |

Úhel: °

$K_{\text{hem}}(\theta_L, \theta_T)$:

K_d (odhad):

10. Pozorovaná selhání

Při měření okamžité účinnosti kolektoru Suntime 2.1 006868 nebylo pozorováno jakékoliv selhání označeného jako „podstatná vada“, definované v kapitole 18 ČSN EN ISO 9806.

Dodávka vzorku:	10.4.2015
Začátek zkušky:	14.4.15 12:19
Konec zkušky:	14.4.15 16:38
Zkušební instituce:	České vysoké učení technické v Praze Univerzitní centrum energeticky efektivních budov Třinecká 1024 273 43 Buštěhrad