



**TECHNICKÝ SKÚŠOBNÝ  
ÚSTAV PIEŠŤANY, š.p.**

Krajinská cesta 2929/9, 921 01 Piešťany, Slovenská republika



**SNAS**

Reg. No. 009/S-047

Skúšobňa TSÚ - Skúšobňa strojov a výrobných zariadení

Tel.: +421-33-7957 219

Fax: +421-33-7723716

E-mail: svz@tsu.sk

www.tsu.eu

POS.: 210700002/P

Page: 1 from 16  
Count of annex:0

# TEST REPORT

## No: 210700002/P

**Test name / Názov skúšky** : THERMAL PERFORMANCE  
SKÚŠKA TEPELNÉHO VÝKONU

**Test subject – name / Predmet skúšky** : Flat plate solar collector  
- názov Plochý solárny kolektor

**Type - marking / Typ- označenie** : TS 300

**Manufacturer (name & address)** : THERMO/SOLAR Žiar s.r.o., Na vartičke 14, 965 01 Žiar nad  
Výrobca (názov a adresa) Hronom

**Client - Applicant (name & address) /** : THERMO/SOLAR Žiar s.r.o., Na vartičke 14, 965 01 Žiar nad  
Objednávateľ-žiadateľ (názov a adresa) Hronom

**Order – application number / Číslo** : 210700002  
objednávky - žiadosti

**Testing location / Miesto vykonania** : TSÚ Piešťany, š.p., Krajinská cesta 2929, 92101 Piešťany,  
skúšky Slovakia; [www.tsu.sk](http://www.tsu.sk)

**Test – procedure method / Identifikácia** : MPS 05/3.1/2018, EN ISO 9806:2017;  
použitých metód a postupov

**Date of test performance / Dátum** : 08.07. – 06.08.2021  
vykonania skúšky


**Distribution / Rozdelovník** : 1 x – applicant  
1 x – TSU (SSVZ)

**Date of issue / Dátum vydania** : 16.08.2021

**Tested and elaborated by :** Ing. Stanislav Zámečník  
Skúšal a protokol vyhotovil : Test engineer

**Checked and approved by :**  
Kontroloval a schválil :

**Ing. Mário Zemko**  
Technical manager of Testing Body

 **TECHNICKÝ SKÚŠOBNÝ  
ÚSTAV PIEŠŤANY, š.p.**  
Skúšobňa TSÚ  
Krajinská cesta 2929/9  
92101 PIEŠŤANY  
- 316 -

Test results introduced in this test report are related to the test subject only. Test report can be reproduced or published as a whole, in parts only with written approval of TSÚ test body.

Výsledky skúšok uvedené v tomto protokole sa týkajú len predmetu skúšky. Protokol o skúške môže byť reprodukován alebo publikovaný len v celku, po častiach len s písomným súhlasom skúšobne TSÚ.

COPYRIGHT © TSÚ Piešťany, š.p.

T-10-13/1.0

## Content:

*Obsah*

Content: .....	2
1 Symbols a units .....	3
2 Description of solar collector .....	5
3 Test results .....	9
3.1 Performance test for liquid heating collectors according to EN ISO 9806:2017 .....	9
3.2 Power output per collector unit .....	9
3.3 Measured coefficients for the calculation of the thermal output .....	10
3.4 Determination of the collector incident angle modifier (chapter 26 EN ISO 9806).....	11
3.5 Time constant of the collector(chapter 25.5 EN ISO 9806).....	12
3.6 Effective thermal capacity of the collector(chapter 25.4 EN ISO 9806) .....	12
3.7 Determination of the pressure drop of the collector(chapter 27 EN ISO 9806) .....	12
3.8 Final inspection.....	13
5. Remarks .....	14
Table of the measured values for the collector efficiency .....	15
Table of measuring instruments & test equipment.....	16

# 1 Symbols a units

## 1 Symboly a jednotky

$A_a$	-	Aperture area of collector / plocha apertúry kolektoru	$m^2$
$A_G$	-	Gross area of collector / hrubá (obrysová) plocha kolektoru	$m^2$
$b_u$	-	Collector efficiency coefficient(wind dependence) / súč.účinnosti kolektoru (závislosť na vetru)	s/m
$a_1$	-	Heat loss coefficient / súčiniteľ tepelných strát	$Wm^{-2} K^{-1}$
$a_2$	-	Temperature dependence of the heat loss coefficient /teplotná závislosť súčiniteľa tepelných strát	$Wm^{-2} K^{-2}$
$E_L$	-	Longwave irradiance / dlhovlnné ožiarenie	$W/m^2$
$C$	-	Effective thermal capacity of collector / účinná tepelná kapacita kolektoru	$J.K^{-1}$
$c_f$	-	Specific thermal capacity of heat transfer fluid / merná tepelná kapacita teplotnosnej látky	$J.kg^{-1}K^{-1}$
$G_{hem}$	-	Hemispherical solar irradiance / hemisférické solárne ožiarenie	$W/m^2$
$G_s$	-	Hemispherical solar irradiance for the standard stagnation temperature / hemisférické solárne ožiarenie pre štandardnú teplotu stagnácie	$W/m^2$
$G_m$	-	Average hemispherical solar irradiance / priemerné hemisférické solárne ožiarenie	$W/m^2$
$G^*$	-	Net solar irradiance / čisté solárne ožiarenie	$W/m^2$
$G_d$	-	Diffuse solar irradiance / difúzne solárne ožiarenie	$W/m^2$
$G_b$	-	Direct solar irradiance / priame solárne ožiarenie	$W/m^2$
$H$	-	Hemispherical irradiation on collector plane / hemisferické ožiarenie plochy kolektora	$MJ/m^2$
$K_{hem}(\theta_L, \theta_T)$	-	Incidence angle modifier for the hemispherical solar irradiance / modifikátor úhlu dopadu pre hemisférické ožiarenie	-
$K_b(\theta_L, \theta_T)$	-	Incidence angle modifier for direct solar irradiance / modifikátor úhlu dopadu pre priame ožiarenie	-
$K_{\theta L}$	-	Incidence angle modifier in the longitudinal plane / modifikátor úhlu dopadu v pozdĺžnej rovine	-
$K_{\theta T}$	-	Incidence angle modifier in the transversal plane / modifikátor úhlu dopadu v priečnej rovine	-
$K_d$	-	Incidence angle modifier for diffuse radiation / modifikátor úhlu dopadu pre difúzne ožiarenie	-
$m$	-	Mass flowrate of heat transfer fluid / hmotnostný prietok teplotnosnej látky	kg/s
$Q$	-	Useful power extracted from collector / užitočný výkon získaný z kolektoru	W
$Q_{Peak}$	-	Peak power. Power output of the collector for normal incidence, $G_b = 850W/m^2$ , $G_d = 150W/m^2$ and $\vartheta_m - \vartheta_a = 0 K$ / Max. výkon. Výkon za daných podmienok.	W
$\vartheta_a$	-	Ambient or surrounding air temperature / teplota vonkajšieho alebo obklopujúceho vzduchu	$^{\circ}C$
$\vartheta_{am}$	-	Measured ambient or surrounding air temperature / meraná teplota vonkajšieho alebo obklopujúceho vzduchu	$^{\circ}C$
$\vartheta_{in}$	-	Collector inlet temperature / teplota média na vstupe do kolektora	$^{\circ}C$
$\vartheta_e$	-	Collector outlet temperature / teplota média na výstupe z kolektoru	$^{\circ}C$
$\vartheta_m$	-	Mean temperature of heat transfer fluid / stredná teplota teplotnosnej látky	$^{\circ}C$
$\vartheta_{stg}$	-	Stagnation temperature / stagnačná teplota	$^{\circ}C$
$T_m^*$	-	Reduced temperature difference ( $=\vartheta_m - \vartheta_a / G$ ) / redukovaný teplotný rozdiel( $=\vartheta_m - \vartheta_a / G$ )	$m^2 K/W^{-1}$
$u$	-	Surrounding air speed / rýchlosť vonkajšieho vzduchu	$m.s^{-1}$
$\Delta p$	-	Pressure difference between fluid inlet and outlet / tlak. diferencia medzi vstupom a výstupom	Pa
$\Delta t$	-	Time interval / časový interval	s

$\Delta T$	-	Temperature difference between fluid outlet and inlet / <i>teplotný rozdiel medzi vstupom a výstupom</i>	°K
$\alpha$	-	Solar absorptance / <i>solárna pohltivosť</i>	-
$\varepsilon$	-	Hemispherical emittance / <i>hemisférická emisivita</i>	-
$\Theta$	-	Angle of incidence / <i>uhol dopadu</i>	degrees
$\Theta_L$	-	Longitudal angle of incidence / <i>longitudal uhol dopadu</i>	degrees
$\Theta_T$	-	Transversal angle of incidence / <i>transversal uhol dopadu</i>	degrees
$\eta_b$	-	Collector efficiency based on beam irradiance / <i>účinnosť na základe priameho ožiarenia</i>	-
$\eta_{hem}$	-	collector efficiency based on hemispherical irradiance / <i>účinnosť kolektora na základe hemisférického ožiarenia</i>	-
$\eta_{o, hem}$	-	Zero-loss collector efficiency ( $\eta_{at T_m^* = 0}$ ), reference $T_m^*$ based on hemispherical irradiance / <i>účinnosť kolektora při nulových stratách (<math>\eta</math> při <math>T_m^* = 0</math>), vzťahnutá k <math>T_m^*</math> na základe hemisférického ožiarenia</i>	-
$\eta_{o, b}$	-	Peak collector efficiency based on beam irradiance / <i>max. účinnosť na základe priameho ožiarenia</i>	-

## 2 Description of solar collector

### 2 Popis slnečného kolektoru

General information Všeobecné informácie	
Manufacturer Výrobca	: THERMO/SOLAR Žiar s.r.o., Na vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom, Slovakia
Brand name of collector Obchodný názov kolektoru	: Flat plate solar collector
Collector type Typ kolektoru	: TS 300
Serial number Výrobné číslo	: S1542/2101570A005
Number of drawing: Číslo výkresu	: S1542
Year of production Rok výroby	: 2021

Data about the collector Údaje o kolektore	
Recommended flow range (kg.s <sup>-1</sup> )* Doporučený prietok (kg.s <sup>-1</sup> )	: 0,0086 – 0,0277
Recommended operating pressure (kPa)* Pracovný tlak (kPa)	: 450
Stagnation temperature at 1000 W/m <sup>2</sup> and 30°C ambient temperature (°C)** Stagnačná teplota pri 1000W/m <sup>2</sup> a teplote okolia 30°C (°C)	: 196
Gross area (m <sup>2</sup> )* Hrubá obrysová plocha (m <sup>2</sup> )	: 2,03
Length (mm)* Dĺžka (mm)	: 2009
Width (mm)* Šírka (mm)	: 1009
Height (mm)* Výška (mm)	: 75
Absorber area (m <sup>2</sup> )* Plocha absorbéru (m <sup>2</sup> )	: 1,78
Aperture area (m <sup>2</sup> )* Plocha apertúry (m <sup>2</sup> )	: 1,78
Weight empty (kg)* Hmotnosť prázdneho stavu (kg)	: 36,1
Fluid content (l)* Obsah kvapaliny (l)	: 1.57
Heat transfer medium and ratio of mixture, freezing point* Teplonosná látka a zmiešavací pomer,	: water glycol mixture
Alternative heat transfer medium and ratio of mixture, freezing point* Alternatívna teplonosná látka a zmiešavací pomer	: -

<b>Specification of limitations for operation</b> <b>Špecifikácia obmedzenia pri prevádzke</b>	
Maximum operating temperature (°C)* <i>Najvyššia prevádzková teplota (°C)</i>	: 100
Maximum operating pressure (kPa)* <i>Najvyšší prevádzkový tlak (kPa)</i>	: 600
Maximum volume flow rate (kg/s)* <i>Max. prietok</i>	: 0,0277
Maximum tilt angle (°)* <i>max. uhol sklonu kolektora</i>	: 90
Minimum tilt angle (°)* <i>min. uhol sklonu kolektora</i>	: 15
Max. permissible positive pressure load of wind and snow (kg/m <sup>2</sup> )* <i>max. dovoľené pozitívne zaťaženie od snehu a vetra</i>	: 230
Max. permissible negative load of uplift forces caused by the wind(kg/m <sup>2</sup> )* <i>max. dovoľené negatívne zaťaženie od vztlakových síl vetra</i>	: 250
Other limitations <i>Iné obmedzenia</i>	: -

<b>Collector fixation and mounting</b> <b>Upevnenie a montáž kolektora</b>	
Orientation of mounting* <i>orientácia montáže</i>	: vertical
Collector mounting* <i>Miesto inštalácie</i>	: - inclined roof, on the roof - inclined roof, integrated - free mounting with an elevated track - facade mounting

<b>Cover of collector</b> <b>Kryt kolektoru</b>	
Number of cover* <i>Počet krytov</i>	: 1
Cover materials* <i>Material krytov</i>	: Tempered glass
Thickness of the cover (mm)* <i>Hrúbka krytu (mm)</i>	: 4
Cover solar transmittance $\tau^*$ <i>Priepustnosť slnečného žiarenia <math>\tau</math> krytom</i>	: $89 \pm 1$
Structure of the cover(inner/outer)* <i>Konštrukcia krytu</i>	: structured

<b>Absorber</b> <b>Absorbér</b>	
Material* <i>Materiál</i>	: EN AW-5005[AL Mg1(B)]-H24/H34
Construction type (if used)* <i>Konštrukčný typ</i>	: Flat

Thickness of the absorber sheet (mm)* <i>Hrúbka absorbného plechu (mm)</i>	: 0,4
Solar absorptance $\alpha^*$ <i>Pohltivosť slnečného žiarenia <math>\alpha</math></i>	: 95
Hemispherical emittance $\varepsilon^*$ <i>Hemisféricka emisivita <math>\varepsilon</math></i>	: 13
Brand name of the selective coating and manufacturer* <i>Označenie úpravy povrchu a výrobcu</i>	: ALOx, THERMO/SOLAR Žiar nad Hronom s.r.o.
Type of connection between absorber – tube* <i>Typ spojenia</i>	: compression moulding
Type of hydraulic circuit* <i>typ hydraulického okruhu</i>	: meander
Number of absorber tubes* <i>Počet rúrok absorbéra</i>	: 21
dimensions of absorber tubes(mm), material, density(kg/m <sup>3</sup> ), heat capacity (J/(kg.K))* <i>Rozmery absorbných rúrok, materiál, hustota, tepelná kapacita</i>	: CU; Ø10,3 x 0,5; 8930; 394
Distance between absorber tubes (mm)* <i>Vzdialenosť medzi absorbnými rúrkami</i>	: 87
Number of header tubes* <i>Počet zberných rúrok</i>	: 2
dimensions of the header tubes(mm), material, density(kg/m <sup>3</sup> ), heat capacity(J/(kg.K))* <i>Rozmery zberných rúrok, materiál</i>	: CU; Ø18 x 0,8; 8930; 394
Number of connections* <i>Počet pripojení</i>	: 4

<b>Thermal insulation and casing</b> <i>Tepelná izolácia a skriňa</i>	
Dimensions of the back thermal insulation - thickness (mm)* <i>Rozmery spodnej tepelnej izolácie (mm)</i>	: 40
Dimensions of the thermal insulation on the side (mm)* <i>Rozmery bočnej tepelnej izolácie (mm)</i>	: -
Insulating material* <i>Izolačný materiál</i>	: Mineral wool
Heat capacity of the insulating material [J/(kg . K)]* <i>tepelná kapacita izolačného materiálu</i>	: 1000
Casing material* <i>Materiál skrine,</i>	: EN AW-5754[Al Mg3]
Sealing material* <i>Tesniaci materiál</i>	: Silicon, Illbruck

\* ..... manufacturer specification

\*\* ..... determined at the lab

**Schematic illustration of the collector (by the manufacturer):**  
*Schematický náčrt kolektoru (od výrobcu)*

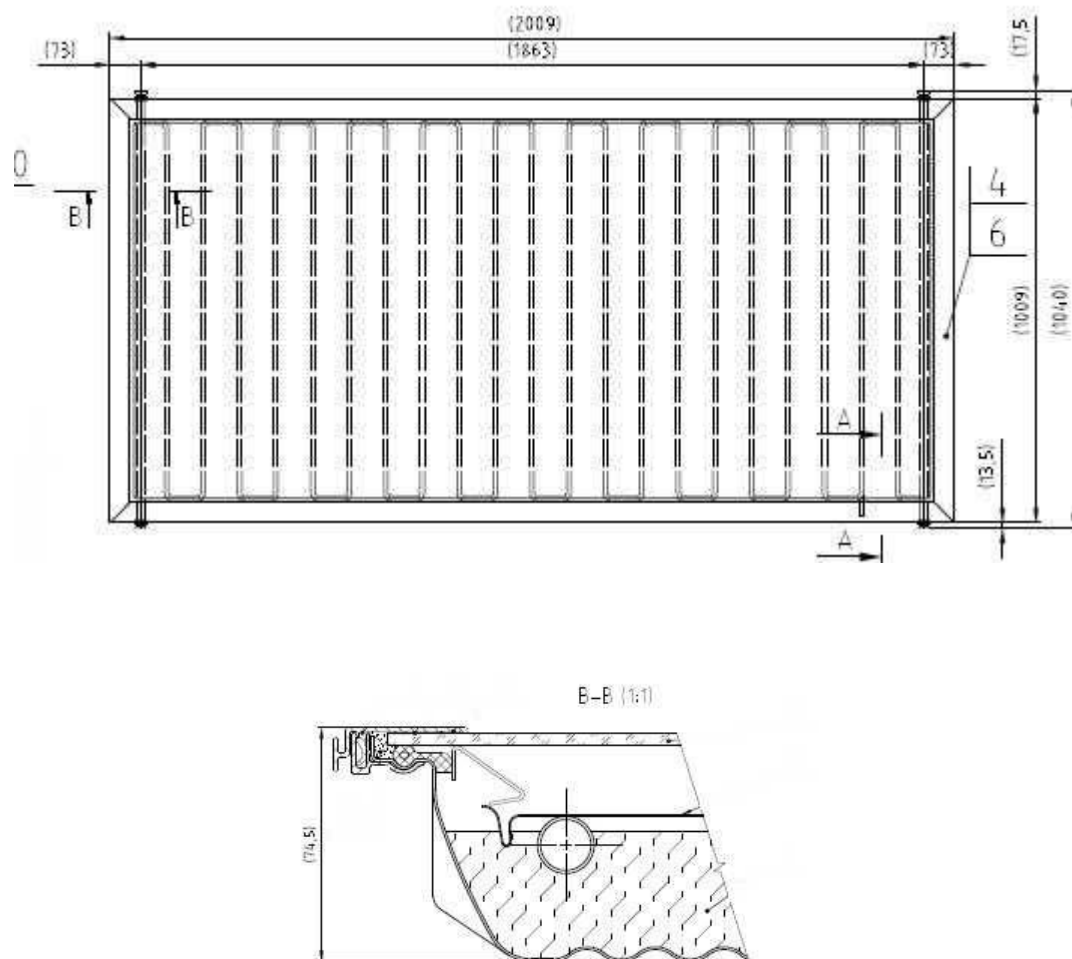


Figure 1



### 3 Test results

#### 3. Výsledky skúšok

#### 3.1 Performance test for liquid heating collectors according to EN ISO 9806:2017

##### 3.1 Skúška výkonu kolektorov podľa EN ISO 9806:2017

Thermal performance has been tested based on test methods:

Tepelný výkon bol skúšaný na základe skúšobných metód:

**EN ISO 9806**  
**Outdoor – Steady**  
**stade method**

Vonkajšia - metóda  
ustáleného stavu



**EN ISO 9806**  
**Indoor – Steady stade**  
**method**

Vnútorá - metóda ustáleného  
stavu



**EN ISO 9806**  
**Outdoor – Quasi-dynamic**  
**method**

Vonkajšia - metóda  
Kvázidynamická



<b>Latitude</b> <i>Zemepisná šírka</i>	: Piešťany, 48,59° north
<b>Longitude</b> <i>Zemepisná dĺžka</i>	: Piešťany 17.83° ost
<b>Collector azimuth</b> <i>Azimut kolektoru</i>	: tracked ( <i>natáčaný</i> )
<b>Collector tilt</b> <i>Sklon kolektoru</i>	: tracked ( <i>natáčaný</i> )
<b>Mean wind speed</b> <i>Priemerná rýchlosť</i>	: 3 m/s
<b>Kind of fluid</b> <i>Typ skúšobného teplotnosného média</i>	: water ( <i>voda</i> )
<b>Orientation of absorber tubes during testing (horizontal or vertical)</b> <i>Orientácia rúrok absorberu pri skúške (vodorovne alebo zvisle)</i>	: vertical ( <i>vertikálne</i> )

<b>Peak Power (under blue sky SRC, <math>\vartheta_m - \vartheta_a = 0</math>, incident angle of 0°) per collector unit - <math>W_{peak}</math></b> <i>Najvyšší výkon kolektorovej jednotky</i>	: 1450 W
--	----------

#### 3.2 Power output per collector unit

##### 3.2 Výkon kolektorovej jednotky

Performance of collector (W) <i>Výkon kolektoru (W)</i>		Irradiance <i>Ožiarenie (<math>W \cdot m^{-2}</math>)</i>		
		400 ( $G_b = 0$ $G_d = 400$ )	700 ( $G_b = 440$ $G_d = 260$ )	1000 ( $G_b = 850$ $G_d = 150$ )
$\vartheta_m - \vartheta_a$ in °K	0	542	998	1450
	10	476	931	1384
	20	405	861	1314
	30	332	787	1240
	40	254	710	1162
	50	173	629	1081
	60	88	544	996
	70	0	455	908
	80	0	363	815
	90	0	267	720

NOTE: The reported values are valid for normal incidence of irradiance  
*Poznámka: Udané hodnoty sú pri kolmom dopade ožiarenia*

The curve of the power output of a collector unit under SRC  
*Krivka výkonu kolektora pri podmienkach SRC*

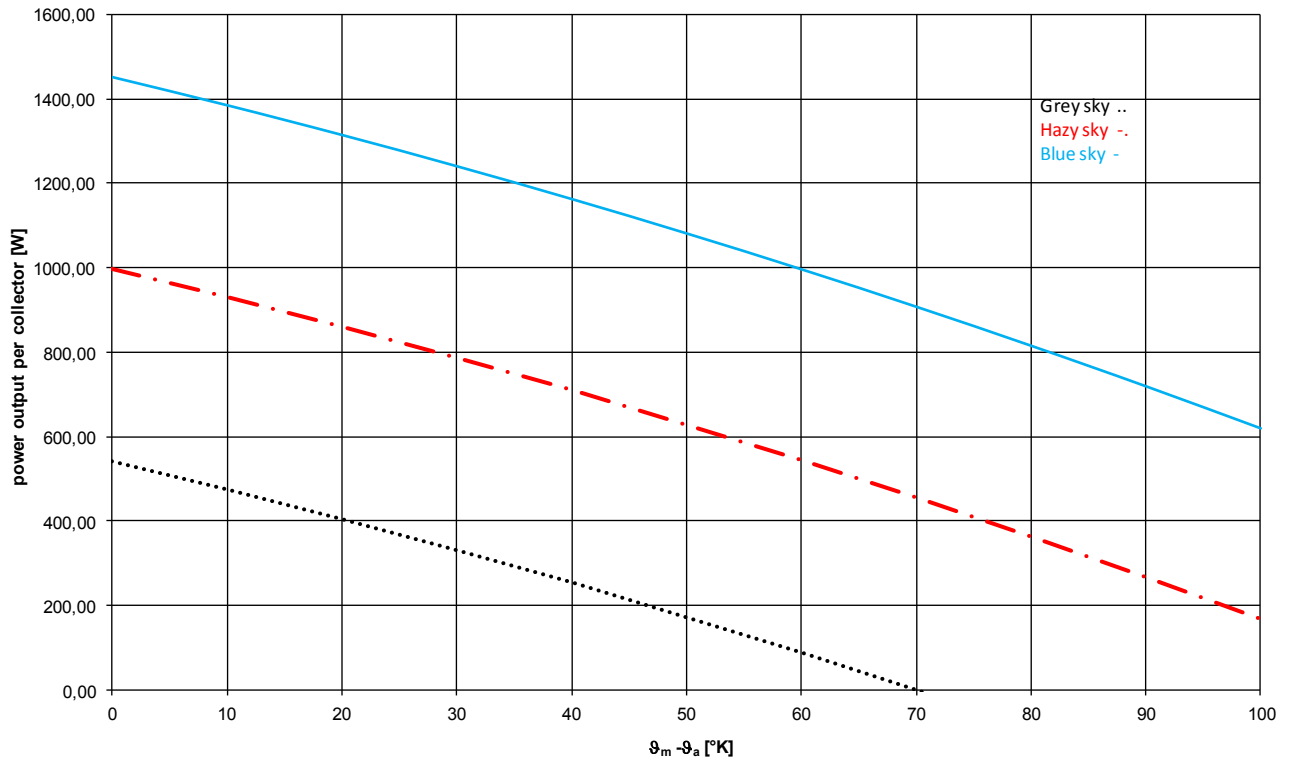


Figure: Power output per collector unit ( under SRC )  
*Výkon kolektorovej jednotky ( za podmienok SRC )*

### 3.3 Measured coefficients for the calculation of the thermal output

3.3 Stanovené koeficienty pre výpočet tepelného výkonu

Reference area	Gross area	
$A_G$ [m <sup>2</sup> ]	2,03	
$Q/A_G = \eta_{0,hem} \cdot G_{hem} - a_1 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_a) - a_2 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_a)^2$		
Coefficient based on gross area		Standard deviation
$\eta_{0,hem}$ [-]	0,7145	0,003
$\eta_{0,b}$ [-] (estimated)	0,7227	
$a_1$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	3,19	0,22
$a_2$ [W/(m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup> )]	0,009	0,003

### 3.4 Determination of the collector incident angle modifier (chapter 26 EN ISO 9806)

3.4 Stanovenie modifikátora uhlu dopadu na kolektore (čl. 26 EN ISO 9806)

**EN ISO 9806**  
**Outdoor – Steady**  
**state method**

Vonkajšia - metóda  
ustáleného stavu



**EN ISO 9806**  
**Indoor – Steady state**  
**method**

Vnútorná - metóda ustáleného  
stavu



**EN ISO 9806**  
**Outdoor – Quasi-dynamic**  
**method**

Vonkajšia - metóda  
Kvázidynamická



<b>Latitude</b> Zemepisná šírka	:	Piešťany, 48,59° north
<b>Longitude</b> Zemepisná dĺžka	:	Piešťany 17.83° ost
<b>Collector azimuth</b> Azimut kolektoru	:	tracked (natáčaný)
<b>Collector tilt</b> Sklon kolektoru	:	tracked (natáčaný)
<b>Mean wind speed</b> Priemerná rýchlosť	:	3 m/s
<b>Kind of fluid</b> Typ skúšobného teplotnosného média	:	water (voda)
<b>Orientation of absorber tubes during testing (Horizontal or vertical)</b> Orientácia rúrok absorbéru pri skúške (vodorovne alebo zvisle)	:	vertical (vertikálne)

Model for the incidence angle modifier:

Model pre modifikátor uhla dopadu:

$$K_{\text{hem}}(\theta_L, \theta_T) = \eta_{o,\text{hem}}(\theta_L, \theta_T) / \eta_{o,\text{hem}}(0, 0)$$

$$K_b(\theta_L, \theta_T) = 1 + b_0 \cdot (1 - 1/\cos\theta)$$

Result of the measurements

Výsledky meraní

Incidence angle Uhol dopadu $\theta$	$K_{\text{hem}}(\theta)$	$b_0(\text{estimated})$	$K_d(\text{estimated})$
30°	0,987	-	-
50°	0,953	-	-
	-	0,085	0,924

Incidence angle modifier – table of values

Modifikátor uhla dopadu – tabuľka hodnôt

Incidence angle Uhol dopadu $\theta$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$K_{\theta L}$	1,00	1,00	100	0,99	0,97	0,95	0,92	0,84	0,60	0,00
$K_{\theta T}$	1,00	1,00	100	0,99	0,97	0,95	0,92	0,84	0,60	0,00

### 3.5 Time constant of the collector(chapter 25.5 EN ISO 9806)

3.5 Časová konštanta kolektora (čl. 25.5 EN ISO 9806)

This test was not performed.

Táto skúška sa nevykonala.

### 3.6 Effective thermal capacity of the collector(chapter 25.4 EN ISO 9806)

3.6 Účinná tepelná kapacita kolektora (čl. 25.4 EN ISO 9806)

Estimation due to material data

Výpočet na základe parametrov použitých materiálov

C = 11,1 kJ.K<sup>-1</sup> (effective thermal capacity of the collector filled with water-glycol-50%:50%)

C = 5,4 kJ.K<sup>-1</sup> (effective thermal capacity of the collector without fluid)

### 3.7 Determination of the pressure drop of the collector(chapter 27 EN ISO 9806)

3.7 Stanovenie tlakových strát kolektora (čl. 27 EN ISO 9806)

The pressure drop curve was determined with water as heat transfer fluid with an average inlet temperature of 20 ± 2°C and with ambient temperature of 20°C.

Tlakové straty boli stanovené pomocou vody ako teplotnosné médium s priemernou teplotou 20 ± 2°C a pri teplote okolia 20°C.

$$\Delta p = b \cdot \dot{V}^2 + a \cdot \dot{V}$$

The following coefficients were calculated by regression of the measured data:

Nasledujúce koeficienty boli stanovené pomocou regresnej analýzy z nameraných hodnôt:

a = 48,2 (Pa.h)/l

b = 0,69 (Pa.h<sup>2</sup>)/l<sup>2</sup>

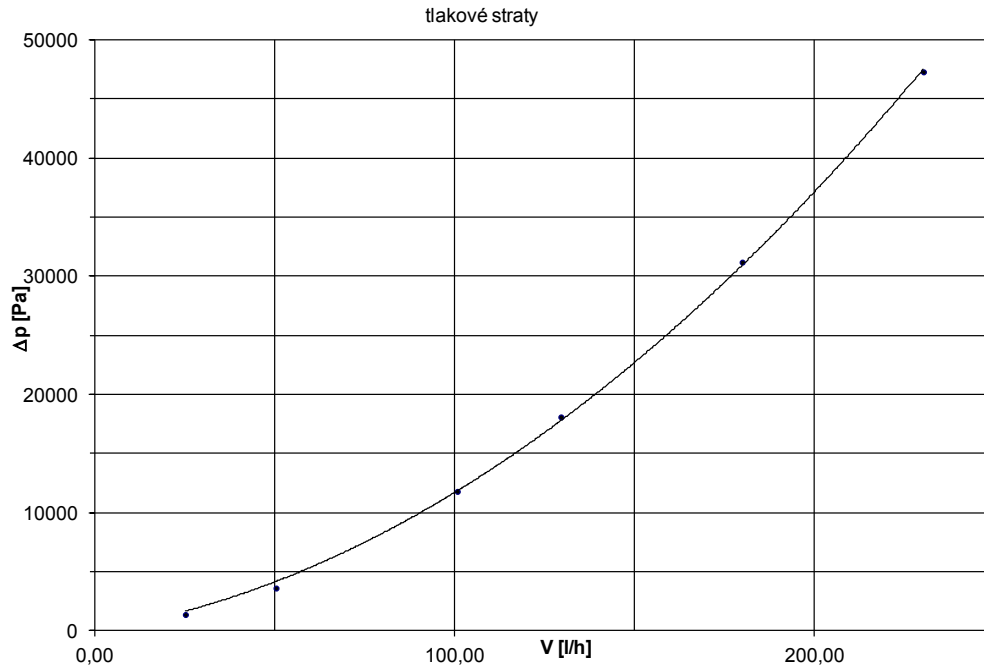


Table of measured data

Tabuľka nameraných hodnôt

Flow rate prietok (l/h)	0,0	25,2	50,4	100,8	129,6	180	230,4
Pressure drop Tlakové straty (Pa)	0	1380	3620	11800	18100	31200	47300

### 3.8 Final inspection

#### 4.11 Konečná kontrola

Evaluation according to the following scale:  
 Hodnotenie problémov v súlade s nasledujúcou stupnicou

0 – no problem	(žiadny problém)
1 – minor problem	(nie závažný problém)
2 – major failure	(závažná chyba)
* - inspection to establish the condition was not possible	(kontrola nebola možná)

Test results  
 Výsledky

Collector component Časť kolektoru	Potential problem Možný problém	Result Hodnotenie
		Sample No.2
Collector box/fasteners Skríňa kolektoru/upevnenie	Cracking/warping/corrosion/rain penetration/Accumulation of humidity/etc. Popraskanie/zbortenie/korózia/prienik dažda / akumulácia vlhkosti	0
Collector mounting/structure Montáž/konštrukcia	Strenght/safety/loosening/fatiguing/etc. Pevnosť/bezpečnosť/uvoľnenie/únava	0
Seals/gasket Ucpávky/tesnenie	Cracking/loss of adhesion/elasticity/brittleness Popraskanie/súdržnosť/pružnosť/krehkosť	0
Cover Kryt	Cracking/breaking/crazing/buckling/delamination/warping/outgassing Popraskanie/lom/vlasové trhliny /vybúlenie /štiepenie/ zbortenie/bublinatenie	0
Absorber as a whole Absorber ako celok	Deformation/corrosion/buckling/etc Deformácia / korózia / vybúlenie	0
Absorber coating Povlak absorbéru	Cracking/crazing/blistering/discolouration/peeling/flaking Popraskanie/vlasové trhliny/pluzgierovanie/zmena farby/lúpanie/odlupovanie	0
Reflectors Reflektor	Deformation/cracking/crazing/blistering/discolouration/peeling/flaking Deformácia/popraskanie/vlasové trhliny/ pluzgierovanie/ zmena farby/lúpanie/odlupovanie	0
Absorber tubes and headers Rúrky a zberné rúrky absorbéru	Deformation/corrosion/leakage/loss of bonding/irreversible swelling Deformácie/korózia/netesnosť/porušenie spojov	0
Absorber mountings Upevnenie absorbéra	Deformation/corrosion Deformácie/korózia	0
Insulation Izolácia	Water retention/outgassing/swelling/degradation/scorching/singeing/any other detrimental changes that could adversely affect collector performance/fouling Zadržovanie vody/bublinatenie/opuch/degradácia/ popálenie / opálenie / akékoľvek iné škodlivé zmeny, ktoré by mohli nepriaznivo ovplyvniť výkon / znečistenie kolektora	0
Corrosion and other deterioration caused by chemical action. Anywhere in the collector Korózia a iné poškodenia spôsobené chemickým pôsobením. Kdekoľvek v kolektore	Corrosion shall be considered severe if it impairs the function of the collector or if there is evidence that it will progress Korózia sa považuje za závažnú, ak narúša funkciu kolektora alebo ak existuje dôkaz, že bude postupovať	0

Retention of water. Anywhere in the collector <i>Zadržovanie vody. Kdekoľvek v kolektore</i>	Excessive retention of water anywhere in the collector <i>Nadmerné zadržiavanie vody kdekoľvek v kolektore</i>	0
---	---	---

## 5. Remarks

### 5. Záver

The present report has been performed according to EN ISO 9806:2017. Main purpose for testing has been to fulfill all requirements for the SolarKeymark label and is valid along with the test report No. 210700002/PQ (test of thermal performance, durability and reliability for biggest collector) for collector „family“ of the type „TS 500, TS 300“.

**Table of the measured values for the collector efficiency***Tabuľka nameraných hodnôt pre stanovenie účinnosti kolektora*Reference area: gross area = 2,03m<sup>2</sup>

Referenčná plocha: obrysová plocha

Measuring point No.	$G_{hem}$ [W/m <sup>2</sup> ]	$G_d / G_{hem}$ [-]	$m$ [kg/min]	$\vartheta_{in}$ [°C]	$\vartheta_e$ [°C]	$\vartheta_e - \vartheta_{in}$ [°K]	$\vartheta_m$ [°C]	$\vartheta_a$ [°C]	$\vartheta_m - \vartheta_a$ [°K]	$T_m$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\eta_{hem}$ [-]
1	946	0,12	1,703	21,62	33,08	11,461	27,3505	24,67	2,6835	0,00284	0,7081
2	921	0,12	1,704	21,65	32,73	11,083	27,1905	24,29	2,9005	0,00315	0,7038
3	927	0,12	1,704	21,44	32,69	11,248	27,0660	24,68	2,3900	0,00258	0,7097
4	944	0,12	1,703	21,59	32,89	11,292	27,2400	25,13	2,1110	0,00224	0,6992
5	964	0,12	1,723	43,22	53,62	10,400	48,4240	24,79	23,6320	0,02451	0,6379
6	977	0,12	1,719	43,26	53,80	10,540	48,5250	25,05	23,4710	0,02402	0,6364
7	981	0,12	1,722	43,25	53,79	10,544	48,5190	24,91	23,6090	0,02407	0,6351
8	989	0,12	1,723	43,23	53,79	10,562	48,5110	24,93	23,5810	0,02384	0,6314
9	1001	0,12	1,704	68,40	77,63	9,227	73,0175	25,63	47,3925	0,04735	0,5404
10	995	0,12	1,704	68,41	77,63	9,215	73,0215	25,84	47,1865	0,04742	0,5430
11	987	0,12	1,705	68,41	77,48	9,070	72,9400	26,09	46,8490	0,04747	0,5391
12	1003	0,12	1,704	68,42	77,74	9,322	73,0790	26,08	46,9990	0,04686	0,5449
13	992	0,13	1,706	75,57	84,07	8,500	79,8200	21,68	58,1400	0,05861	0,5036
14	997	0,14	1,700	75,58	84,09	8,510	79,8350	21,73	58,1050	0,05828	0,4999
15	1005	0,14	1,703	75,58	84,14	8,560	79,8600	21,78	58,0800	0,05779	0,4997
16	990	0,14	1,704	75,59	84,12	8,530	79,8550	21,78	58,0750	0,05866	0,5058

## Table of measuring instruments & test equipment

Tabuľka meracích prístrojov a zariadení

Measuring equipment		ident. code
Air speed <i>Snímač rýchlosti vetra</i>	Vaisala WAA 151	D32311
Hemispherical solar irradiance <i>Hemisférické ožiarenie</i>	Kipp @Zonen CMP 11	080385
Diffuse solar irradiance <i>Difúzne ožiarenie</i>	Kipp @Zonen CMP 11	080386
Water flow <i>Prietok</i>	OPTIMASS 7000 T06	G100000001102333
Ambient temperature <i>Teplota okolia</i>	Sensor PT-100	334/10
Temperature of absorber <i>Teplota absorbéra</i>	Thermo senzor typ K	1624/3
Temperature of collector $\vartheta_{in}$ <i>Teplota vody na vstupe do kolektora <math>\vartheta_{in}</math></i>	PT-100, Sensit TR 013-60	6346/1008
Temperature of water <i>Teplota vody</i>	PT-100, Sensit TR 013-60	7278/1208
Temperature of collector $\vartheta_e$ <i>Teplota vody na výstupe z kolektora <math>\vartheta_e</math></i>	PT-100, Sensit TR 013-60	6345/1008
Pressure <i>Hydraulický tlak</i>	DMP331	1832593
Mass <i>Hmotnosť</i>	HFM 3000	WF1422241