



TEST REPORT

THERMAL PERFORMANCE, DURABILITY AND RELIABILITY PROTOKOL O SKÚŠKE TEPELNÉHO VÝKONU, TRVANLIVOSTI A SPOĽAHLIVOSTI


Test Report No. (číslo protokolu): 110700001/1/PQ

Product name / Názov výrobku	:	Flat plate solar collector Plochý solárny kolektor
Type name / Typové označenie	:	TS 500
Client (name & address) / Objednávateľ (názov a adresa)	:	THERMO/SOLAR Žiar s.r.o., Na vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom
Manufacturer (name & address) / Výrobca (názov a adresa)	:	THERMO/SOLAR Žiar s.r.o., Na vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom
Information about test sample (description, mark, date of receipt) Údaje o predmete skúšky (vzorka) (opis, podmienky a jednoznačné označenie, dátum prevzatia):	:	Receipt of test sample 07.07.2011. Registration number of the sample: 110700001/316/1, 110700001/316/2
Testing location / Miesto vykonania skúšky	:	TSÚ Piešťany, š.p., Krajinská cesta 2929, 92101 Piešťany, Slovakia; www.tsu.sk
Test periode (from/to) / Obdobie skúšok (od/do)	:	8.7. ÷ 19.9.2011
Test method / Identifikácia použitých metód a postupov	:	MPS 316/501, EN 12975-2:2006;
Identification code of measuring instruments & test equipment / Identifikácia skúšobných a meracích zariadení	:	See annex 3
Test procedure deviation / Odchýlky, výnimky zo skúšobných predpisov	:	none
Test conditions / Skúšobné podmienky	:	See data mentioned in particular tests
The estimated uncertainty of measurement / Údaje o neistote merania	:	-

The test results presented in this report refer only to the test item / Výsledky skúšok sa týkajú len predmetu skúšky

Date of issue (dátum vydania) : 30.09.2011

Protocol elaborated by :
Protokol spracoval :


Ing. S. Zámečník
Test engineer

Protocol approved by :
Protokol schválil :


**TECHNICKÝ SKÚŠOBNÝ
ÚSTAV PIEŠŤANY, š.p.**
Krajinská cesta 2929/9
92101 PIEŠŤANY
316/3
Ing. Igor Kuruc, CSc.,
Head of Machinery & Production Devices
Testing Body

Reproduction and publication of this test report is only permissible in its full version. Extract or parts may be reproduced or published only with the prior approval by TSÚ Piešťany š.p.

Protokol o posúdení zhody môže byť reprodukován alebo publikovaný len vcelku, po častiach len s písomným súhlasom skúšobne.
COPYRIGHT © TSÚ Piešťany, š.p.

Content:

Obsah

Content:.....	2
1 Symbols a units	3
2 Description of solar collector.....	4
3 Test results.....	9
3.1 Performance test for liquid heating collectors according to chap. 6.1.4 EN 12975-2.....	9
3.2 Power output per collector unit.....	11
3.3 Instantaneous efficiency curve	12
3.4 Determination of the collector incident angle modifier (chapter 6.1.7 EN 12975-2).....	12
3.5 Time constant of the collector(chapter 6.1.6.3 EN 12975-2).....	12
3.6 Effective thermal capacity of the collector(chapter 6.1.6.2 EN 12975-2)	13
3.7 Determination of the pressure drop of the collector(chapter 6.1.8 EN 12975-2).....	13
4. Durability and reliability test of collectors.....	14
4.1 Record of test sequence and summary of results.....	14
4.2 Collector identifikacion	15
4.3 Internal pressure test.....	17
4.4 High-temperature resistance test.....	17
4.5 Exposure test.....	18
4.6 External thermal shock test	20
4.7 Internal thermal shock test.....	21
4.8 Rain penetration test	22
4.9 Freeze resistance test	23
4.10 Mechanical load test.....	23
4.10.1 Positive pressure load test of the collector cover.....	23
4.10.2 Negative pressure test of fixing between the cover and the collector box	23
4.10.3 Negative pressure test of collector mountings.....	23
4.11 Final inspection.....	24
5. Remarks	24
Annex 1: Table of the measured values for the collector efficiency.....	25
Annex 2: Normalized efficiency curve scaled to 800 W/m^2 based on aperture area.....	26
Annex 3: Table of measuring instruments & test equipment	27

1 Symbols a units

1 Symboly a jednotky

A_a	- Aperture area of collector / plocha apertúry kolektoru	m^2
A_A	- Absorber area of collector / plocha absorbéru kolektoru	m^2
A_G	- Gross area of collector / hrubá (obrysová) plocha kolektoru	m^2
a_1	- Heat loss coefficient / súčiniteľ tepelných strát	$Wm^{-2} K^{-1}$
a_2	- Temperature dependence of heat loss coefficient / teplotne závislý koeficient	$Wm^{-2} K^{-2}$
C	- Effective thermal capacity of collector / účinná tepelná kapacita kolektoru	$J.K^{-1}$
c_i	- Specific thermal capacity of collector components / merná tepelná kapacita komponentov	$J.kg^{-1}K^{-1}$
c_f	- Specific thermal capacity of heat transfer fluid / merná tepelná kapacita teplotnosnej látky	$J.kg^{-1}K^{-1}$
G^*	- Global solar irradiance / globálne solárne ožiarenie	W/m^2
G	- Hemispherical solar irradiance / hemisférické 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	- Global daily irradiation on collector plane / celkové denné ožiarenie plochy kolektora	MJ/m^2
$K_{\theta}(\theta)$	- Incidence angle modifier of the hemispherical solar irradiance / modifikátor úhlu dopadu pre hemisférické ožiarenie	-
m	- Mass flowrate of heat transfer fluid / hmotnostný prietok teplotnosnej látky	kg/s
m_i	- Mass of collector components / hmotnosti komponentov kolektoru	kg
p_i	- Factor weighting of collector components / váhový súčiniteľ komponentov kolektoru	
Q	- Useful power extracted from collector / užitočný výkon získaný z kolektoru	W
p_{zul}	- Permitted operation pressure / prípustný prevádzkový tlak	Pa
t_a	- Ambient or surrounding air temperature / teplota vonkajšieho alebo obklopujúceho vzduchu	$^{\circ}C$
t_{in}	- Collector inlet temperature / teplota média na vstupe do kolektora	$^{\circ}C$
t_e	- Collector outlet temperature / teplota média na výstupe z kolektoru	$^{\circ}C$
t_m	- Mean temperature of heat transfer fluid / stredná teplota teplotnosnej látky	$^{\circ}C$
t_{stg}	- Stagnation temperature / stagnačná teplota	$^{\circ}C$
T_m^*	- Reduced temperature difference ($=t_m-t_a/G$) / redukovaný teplotný rozdiel ($=t_m-t_a/G$)	$m^2 KW^{-1}$
u	- Surrounding air speed / rýchlosť vonkajšieho vzduchu	$m.s^{-1}$
Δp	- Pressure difference between fluid inlet and outlet / tlaková diferenciacia medzi vstupom a výstupom	Pa
Δt	- Time interval / časový interval	s
ΔT	- Temperature difference between fluid outlet and inlet / teplotný rozdiel medzi vstupom a výstupom	K
α	- Solar absorbance / solárna pohltivosť	-
ε	- Hemispherical emittance / hemisférická emisivita	-
Θ	- Angle of incidence / uhol dopadu	degrees
η	- collector efficiency, with reference T_m^* / účinnosť kolektora vzťahnutá k T_m^*	-
η_0	- Zero-loss collector efficiency (η at $T_m^*=0$), reference T_m^* / účinnosť kolektora pri nulových stratách (η pri $T_m^*=0$), vzťahnutá k T_m^*	-

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, Slovak republic
Brand name of collector Obchodný názov kolektoru	: flat plate solar collector
Collector type Typ kolektoru	: TS 500
Serial number Výrobné číslo	: 0591025157, 0591025158
Number of drawing: Číslo výkresu	: S1596
Year of production Rok výroby	: 2011

Data about the collector Údaje o kolektore	
Recommended flow range (kg.s ⁻¹)* Doporučený prietok (kg.s ⁻¹)	: 0,0086 – 0,0286
Recommended operating pressure (kPa)* Pracovný tlak (kPa)	: 450
Stagnation temperature at 1000 W/m ² and 30°C ambient temperature (°C)** Stagnačná teplota pri 1000W/m ² a teplote okolia 30°C (°C)	: 196
Gross area (m ²)* Hrubá obrysová plocha (m ²)	: 2,53
Length (mm)* Dĺžka (mm)	: 2009
Width (mm)* Šírka (mm)	: 1259
Height (mm)* Výška (mm)	: 74
Absorber area (m ²)* Plocha absorbéru (m ²)	: 2,26
Aperture area (m ²)* Plocha apertúry (m ²)	: 2,26
Weight empty (kg)* Hmotnosť prázdneho stavu (kg)	: 44,6
Fluid content (l)* Obsah kvapaliny (l)	: 1,72
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	: -

Specification of limitations for operation Špecifikácia obmedzenia pri prevádzke	
Maximum operating temperature (°C)* <i>Najvyššia prevádzková teplota (°C)</i>	: 120
Maximum operating pressure (kPa)* <i>Najvyšší prevádzkový tlak (kPa)</i>	: 600
Maximum volume flow rate (kg/s)* <i>Max. prietok</i>	: 0,0286
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 ²)* <i>max. dovoľené pozitívne zaťaženie od snehu a vetra</i>	: 230
Max. permissible negative load of uplift forces caused by the wind(kg/m ²)* <i>max. dovoľené negatívne zaťaženie od vztlakových síl vetra</i>	: 250
Other limitations <i>Iné obmedzenia</i>	: -

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

Cover of collector Kryt kolektoru	
Number of cover* <i>Počet krytov</i>	: 1
Cover materials* <i>Material krytov</i>	: glass
Dimensions of the cover (mm)* <i>Rozmery krytu (mm)</i>	: 4 – 1222 x 1975
Identification of cover* <i>Označenie</i>	: EN 12150-1
Density(kg/m ³), weight(kg)* <i>Hustota, hmotnosť</i>	: 2450; 24,1
Cover solar transmittance τ^* <i>Priepustnosť slnečného žiarenia τ krytom</i>	: 89 ± 1
Structure of the cover(inner/outer)* <i>Konštrukcia krytu</i>	: clear

Absorber Absorbér	
Material, density(kg/m ³), weight(kg), heat capacity(J/(kg.K))* <i>Materiál, hustota, hmotnosť, tepelná kapacita</i>	: EN AW-5005[AL Mg1(B)]-H24/H34; 2700; 2,5; 921
Construction type (if used)* <i>Konštrukčný typ</i>	: flat
Dimensions of the absorber (mm)* <i>Rozmery absorbéru (mm)</i>	: 1914 x 1182 x 0,4
Solar absorptance α^* <i>Pohltivosť slnečného žiarenia α</i>	: 95
Hemispherical emittance ϵ^* <i>Hemisféricka emisivita ϵ</i>	: 13
Surface treatment and thickness of the coating (mm)* <i>Úprava povrchu a hrúbka</i>	: 0,5 – 0,7 μ m
Brand name of the coating and manufacturer* <i>Označenie úpravy povrchu a výrobca</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 absorbéru</i>	: 21
dimensions of absorber tubes(mm), material, density(kg/m ³), heat capacity (J/(kg.K))* <i>Rozmery absorbčných rúrok, materiál, hustota, tepelná kapacita</i>	: CU; \varnothing 10,3 x 0,5 – 26400; 8930; 394
Distance between absorber tubes (mm)* <i>Vzdialenosť medzi absorbčnými rúrkami</i>	: 87
Number of header tubes* <i>Počet zberných rúrok</i>	: 2
dimensions of the header tubes(mm), material, density(kg/m ³), heat capacity(J/(kg.K))* <i>Rozmery zberných rúrok, materiál</i>	: CU; \varnothing 18 x 0,8 – 1258; 8930; 394
Number of connections* <i>Počet pripojení</i>	: 4

Thermal insulation and casing <i>Tepelná izolácia a skriňa</i>	
Dimensions of the back thermal insulation (mm)* <i>Rozmery spodnej tepelnej izolácie (mm)</i>	: 1836 x 1146 x 40
Dimensions of the thermal insulation on the side (mm)* <i>Rozmery bočnej tepelnej izolácie (mm)</i>	: -
Insulating material* <i>Izolačný materiál</i>	: ISOVER
Density of the insulating material (kg/m ³)* <i>hustota Izolačného materiálu</i>	: 40
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]; 1982 x 1232 x 0,8
Sealing material* <i>Tesniací materiál</i>	: silicon

* manufacturer specification

** determined at the lab

Schematic illustration of the collector (by the manufacturer):
Schematický nákres kolektoru (od výrobce)

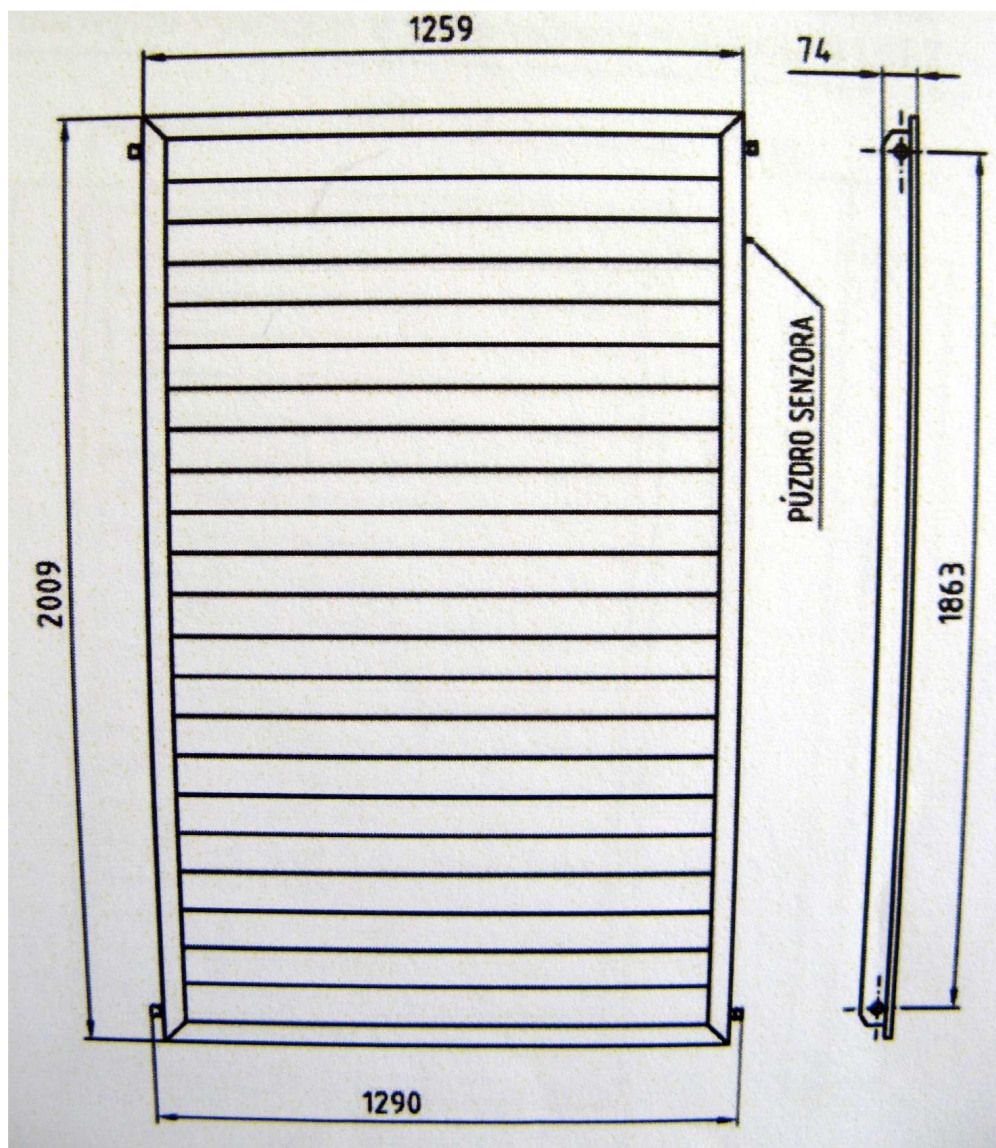


Figure 2

3 Test results

3. Výsledky skúšok

3.1 Performance test for liquid heating collectors according to chap. 6.1.4 EN 12975-2

3.1 Skúška výkonu kolektorov podľa čl. 6.1.4 EN 12975-2

Thermal performance has been tested based on test methods:

Tepelný výkon bol skúšaný na základe skúšobných metód:

EN 12975-2, chapter
6.1.4,
**Outdoor – Steady
state Method**
*Vonkajšia - metóda
ustáleného stavu*



EN 12975-2,
chapter 6.1.5,
**Indoor – Steady state
Method**
*Vnútorná - metóda
ustáleného stavu*



EN 12975-2, chapter
6.3
**Outdoor – Quasi-
dynamic
Method**
*Vonkajšia - metóda
Kvázidynamická*



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

Peak Power ($G^* = 1000 \text{ W/m}^2$) per collector unit - W_{peak} <i>Najvyšší výkon kolektorovej jednotky (pri $G^* = 1000 \text{ W/m}^2$)</i>	: 1828 W
--	----------

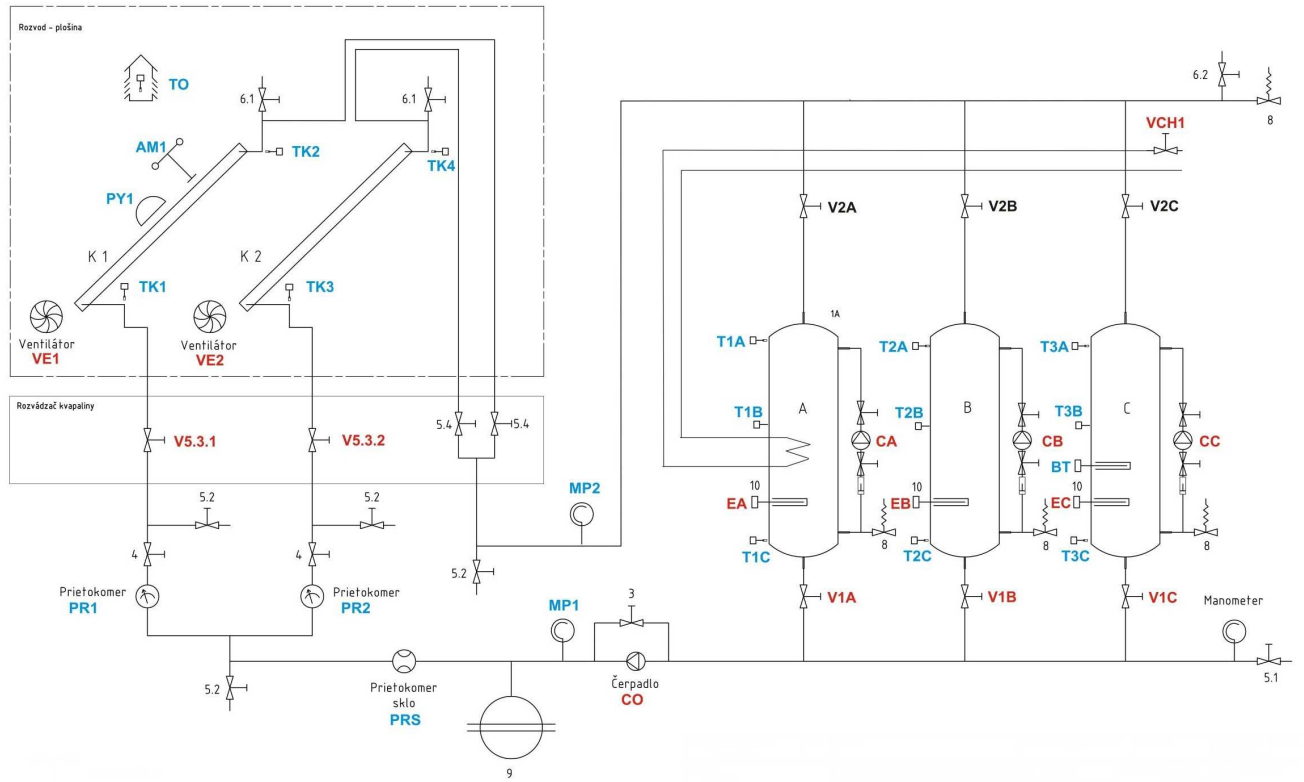
Photo of the collector on the performance test bed:

Fotografia kolektora pri výkonovej skúške



Figure 3

Schematic illustration of the test loop for the collector performance test
Schéma skúšobného okruhu pri výkonovej skúške



3.2 Power output per collector unit

1.2 Výkon kolektorovej jednotky

Performance of collector (W) Výkon kolektoru (W)		Irradiance G^* ($W \cdot m^{-2}$) Ožiarenie ($W \cdot m^{-2}$)		
		400	700	1000
$t_m - t_a$ in K	10	648	1196	1745
	30	466	1014	1563
	50	264	812	1361

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

Power curve of the collector with an assumed global solar irradiance of 1000 W/m²

Grafický priebeh výkonu kolektora pri hodnote solárneho žiarenia 1000 W/m²

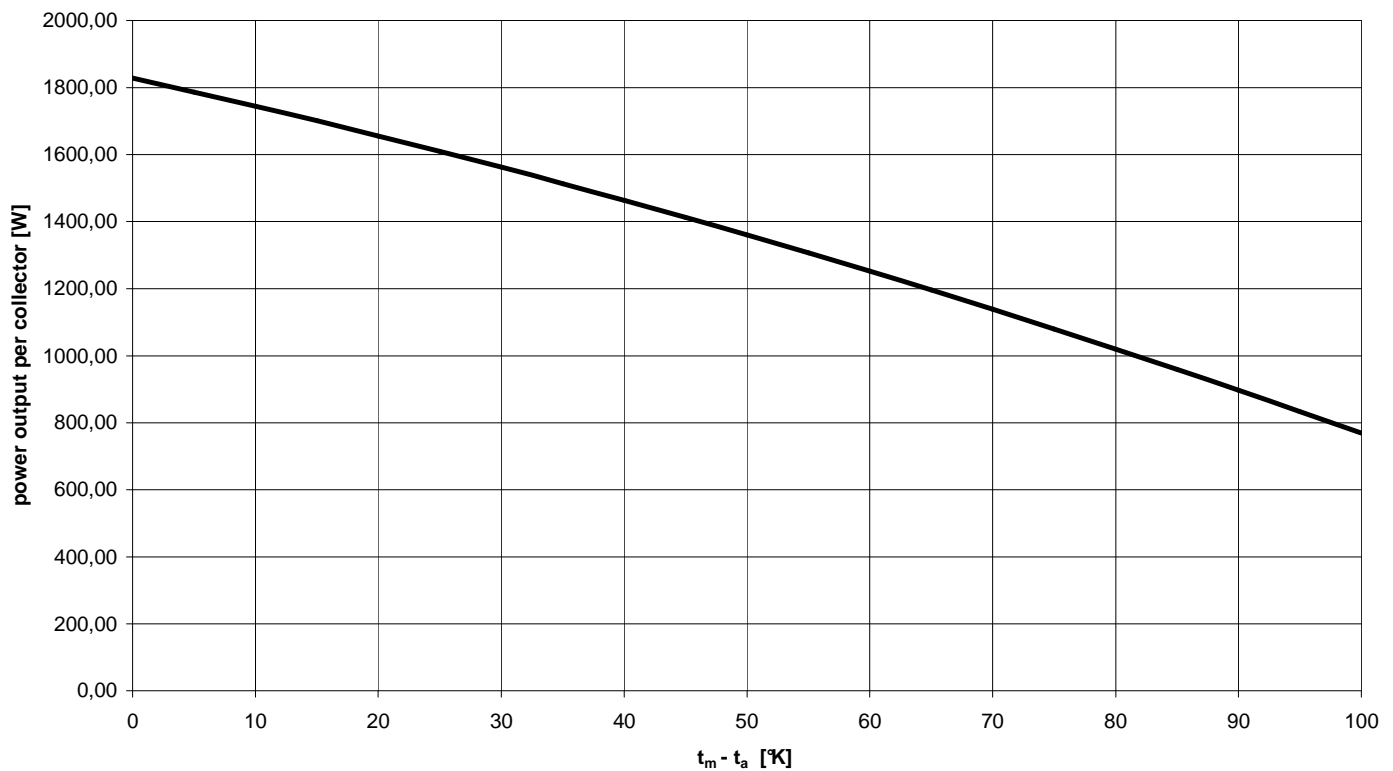


Figure: Power output per collector unit (for $G^* = 1000 \text{ W/m}^2$)
Výkon kolektorovej jednotky (pre $G^* = 1000 \text{ W/m}^2$)

3.3 Instantaneous efficiency curve

3.3 Okamžitá účinnosť

Based on (absorber/aperture) area and mean temperature of heat transfer fluid

Okamžitá účinnosť kolektoru vzťahnutá k ploche (absorbéru/ apertúry) a strednej teplote teplotnosnej látky:

Reference area	Aperture area	Reference area	Absorber area
A_a [m ²]	2,26	A_A [m ²]	2,26
$\eta_a = \frac{\dot{Q}}{A_a \cdot G}$ $\eta_a = \eta_{0a} - a_{1a} \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_{2a} \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$		$\eta_A = \frac{\dot{Q}}{A_A \cdot G}$ $\eta_A = \eta_{0A} - a_{1A} \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_{2A} \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$	
Coefficient based on aperture area		Coefficient based on absorber area	
η_{0a} [-]	0,809	η_{0A} [-]	0,809
a_{1a} [W/(m ² .K)]	3,59	a_{1A} [W/(m ² .K)]	3,59
a_{2a} [W/(m ² .K ²)]	0,011	a_{2A} [W/(m ² .K ²)]	0,011

3.4 Determination of the collector incident angle modifier (chapter 6.1.7 EN 12975-2)

3.4 Stanovenie modifikátora úhlu dopadu na kolektore (čl. 6.1.7 EN 12975-2)

The value η , Δt and G have to be inserted with respect to the measurements for the incident angles θ . For the determination of the incident angle modifiers, the η_0 – values from the measurements with the incident angles θ have to be divided in each case by the η_0 – value during normal solar irradiance (0° from the efficiency curve).

Hodnoty η , Δt a G musia byť použité s ohľadom na hodnoty z meraní pre uhol dopadu θ . Pre určenie IAM musia byť hodnoty η_0 získané z meraní pre rôzne uhly dopadu delené hodnotou η_0 získanú z merania pre normálový uhol dopadu slnečného žiarenia (0° z krivky účinnosti).

$$K(\theta) = \frac{\eta_0(\theta)}{\eta_0(0^\circ)}$$

Result of the measurements

Výsledky meraní

Incidence angle Uhol dopadu	IAM
θ	$K(\theta)$
50°	0,95

3.5 Time constant of the collector(chapter 6.1.6.3 EN 12975-2)

3.5 Časová konštanta kolektora (čl. 6.1.6.3 EN 12975-2)

This test was not performed.

Táto skúška sa nevykonala.

3.6 Effective thermal capacity of the collector(chapter 6.1.6.2 EN 12975-2)

3.6 Účinná tepelná kapacita kolektora (čl. 6.1.6.2 EN 12975-2)

Estimation due to material data

Výpočet na základe parametrov použitých materiálov

$C = 13600 \text{ J.K}^{-1}$ (effective thermal capacity of the collector filled with water-glycol-50%:50%)

3.7 Determination of the pressure drop of the collector(chapter 6.1.8 EN 12975-2)

3.7 Stanovenie tlakových strát kolektora (čl. 6.1.8 EN 12975-2)

The pressure drop curve was determined with water as heat transfer fluid with an average inlet temperature of $20 \pm 2^\circ\text{C}$ and with ambient temperature of 20°C .

Tlakové straty boli stanovené pomocou vody ako teplotnosné médium s priemernou teplotou $20 \pm 2^\circ\text{C}$ a pri teplote okolia 20°C .

$$\Delta p = a.m^2 + b.m$$

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

Nasledujúce koeficienty boli stanovené pomocou regresnej analýzy z nameraných hodnôt:

$a = 20000000 \text{ (Pa.s}^2\text{)/kg}^2$

$b = 162427 \text{ (Pa.s)/kg}$

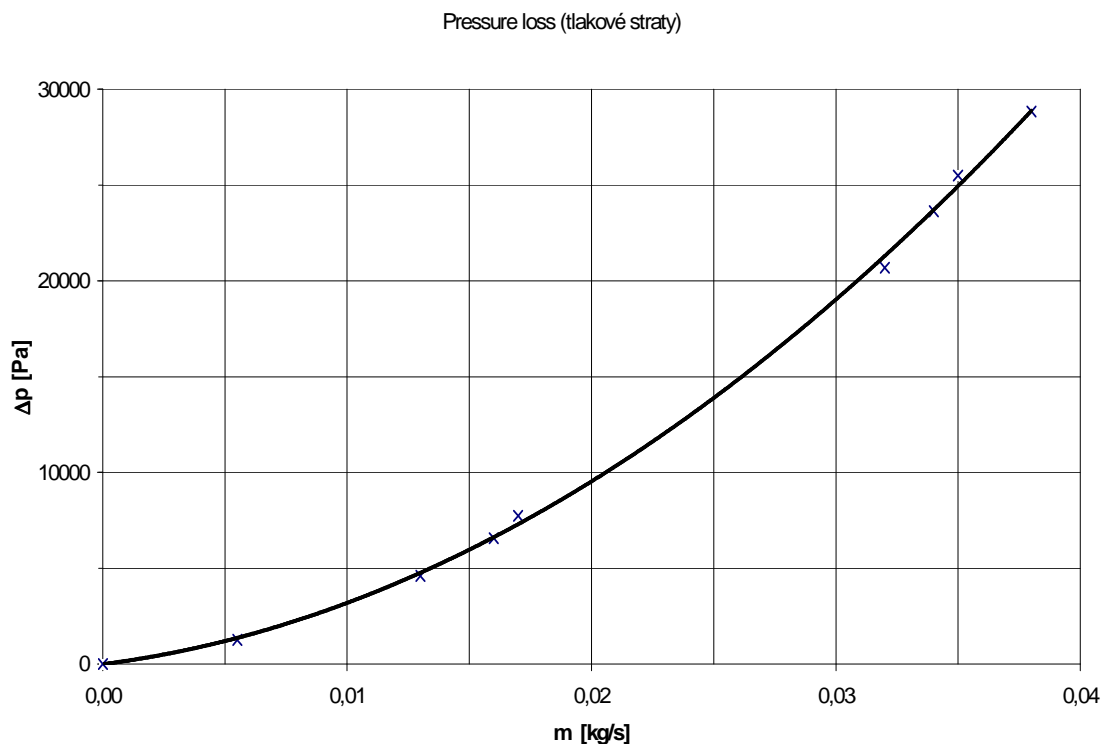


Table of measured data

Tabuľka nameraných hodnôt

Mass flow rate prietok (kg/s)	0,0	0,0055	0,013	0,016	0,017	0,032	0,034	0,035	0,038
Pressure drop Tlakové straty (Pa)	0,0	1270	4610	6570	7740	20690	23630	25500	28830

4. Durability and reliability test of collectors

4. Skúšky trvanlivosti a spoľahlivosti

4.1 Record of test sequence and summary of results

4.1 Zápis postupu skúšky a súhrn hlavných výsledkov

Test	Date		Result
	start	end	
Internal pressure <i>Vnútorný tlak</i>	8.7.2011	8.7.2011	passed
High-temperature resistance <i>Odolnosť proti vysokým teplotám</i>	13.7.2011	13.7.20211	passed
Exposure <i>Vystavenie vonkajším vplyvom</i>	9.7.2011	22.8.2011	passed
External thermal shock – first <i>Vonkajší tepelný ráz – prvý</i>	13.7.2011	13.7.20211	passed
External thermal shock – second <i>Vonkajší tepelný ráz – druhý</i>	4.8.2011	4.8.2011	passed
Internal thermal shock – first <i>Vnútorný tepelný ráz – prvý</i>	11.7.2011	11.7.2011	passed
Internal thermal shock – second <i>Vnútorný tepelný ráz – druhý</i>	6.8.2011	6.8.2011	passed
Rain penetration <i>Odolnosť proti dáždu</i>	25.8.2011	25.8.2011	passed
Freeze resistance <i>Odolnosť proti mrazu</i>	-	-	not relevant
Mechanical load – positive <i>Mechanické zaťaženie – pozitívne</i>	14.9.2011	14.9.2011	passed
Mechanical load – negative <i>Mechanické zaťaženie – negatívne</i>	16.9.2011	16.9.2011	passed
Thermal performance <i>Tepelný výkon</i>	16.8.2011	19.8.2011	performed
Impact resistance (optional) <i>Prierazná odolnosť (nepovinná)</i>	-	-	not performed
Final inspection <i>Konečná kontrola</i>	19.9.2011	19.9.2011	passed

Comments:

Thermal performance test was performed on the collector with registration number **110700001/316/2**. Other tests were performed on collector with registration number **110700001/316/1**.

The test sequence may have been adapted to the internal requirements of the test institute.

Merania tepelného výkonu boli vykonané na kolektore s identifikačným číslom 110700001/316/2. Ostatné skúšky boli vykonané na kolektore s identifikačným číslom 110700001/316/1.

4.2 Collector identification

4.2 Identifikácia kolektora

Labelling Štítok kolektora	
The collector has to carry a label <i>Na kolektore musí byť štítok</i>	yes
The label has to be well visible <i>Štítok musí byť dobre viditeľný</i>	yes
The label has to be durable <i>Štítok musí byť trvanlivý</i>	yes
The label includes the following details: <i>Obsahuje:</i>	
Name of manufacturer <i>názov výrobcu</i>	yes
Type <i>Typ</i>	yes
Serial number <i>výrobné číslo</i>	yes
Year of production <i>rok výroby</i>	yes
Gross area of collector <i>hrubá obrysová plocha kolektora</i>	yes
Dimensions of collector <i>rozmery kolektoru</i>	yes
Max. operation pressure <i>najvyšší prevádzkový tlak</i>	yes
Stagnation temperature at 1000 W/m ² and 30°C <i>stagnačná teplota pri 100W/m² a 30°C</i>	yes
Volume of heat fluid <i>objem teplotosnej látky</i>	yes
Weight of empty collector <i>hmotnosť prázdneho kolektoru</i>	yes
Made in <i>vyrobené v</i>	yes

The installation manual includes the following details: <i>Montážny návod obsahuje:</i>	
Dimensions and weight of collector <i>rozmery a hmotnosť</i>	yes
Instructions about the transport and handling <i>pokyny pre dopravu a manipuláciu</i>	yes
Description of the mounting procedure for the all type of mounting and accessories provided by manufacturer <i>popis postupu montáže pre všetky spôsoby montáže</i>	yes
Recommendations about lightning protection <i>doporučenie o ochrane proti blesku</i>	yes
Instructions about the coupling of the collectors to one another and the connection of the collector field to the heat transfer circuit, including dimensions of pipe connections for collector arrays up to 20 m ² <i>popis pre vzájomné spojenie kolektorov a pripojenie kolektorového okruhu pre prenos tepla, včítane rozmerov pripojovacieho potrubia pre kolektorové pole do plochy 20m²</i>	yes
Recommendations about the heat transfer media which may be used and precautions to be taken during filing, operation and service <i>doporučenie druhu teplotnosnej látky, ktorá môže byť použitá a opatrenia, ktoré musia byť dodržované v priebehu plnenia, prevádzky a údržby</i>	yes
Maximum operation pressure, pressure drop and maximum and minimum tilt angle, maximum admissible wind and snow load <i>najvyšší prevádzkový tlak, tlakovú stratu a najväčší a najmenší uhol sklonu kolektora</i>	yes
Maintenance requirements <i>požiadavky na údržbu</i>	yes

4.3 Internal pressure test

4.3 Vnútorý tlak

Technical details of collector

Technické detaily kolektora

Collector type <i>Typ kolektora</i>	glazed
Max. collector operating pressure specified by manufacturer <i>Najvyšší prevádzkový tlak kolektora špecifikovaný výrobcom</i>	6 bar

Test conditions

Skúšobné podmienky

Surrounding temperature <i>Teplota okolia</i>	22°C
Test pressure <i>Skúšobný tlak</i>	9 bar
Duration <i>Trvanie skúšky</i>	15 min.

Test results

Výsledky skúšky

Observation <i>Zistenie</i>	no leakage, swelling, distortion <i>žiadna netesnosť, vydutie, skrútenie</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none

4.4 High-temperature resistance test

4.4 Odolnosť proti vysokým teplotám

Remarks

Method used to heat collectors <i>Použitá metóda</i>	outdoor test
Location of temperature sensor <i>Umiestnenie teplotného senzora</i>	sensor attached to the rear side of the absorber <i>senzor umiestnený na zadnej strane absorbéra</i>

Test conditions

Skúšobné podmienky

Collector tilt angle <i>Uhol sklonu kolektora</i>	40°, south
Average irradiance during test <i>Priemerné ožiarenie počas testu</i>	1000 W/m ²
Average surrounding air temperature <i>Priemerná teplota okolia</i>	25°C
Average surrounding air speed <i>Priemerná rýchlosť vzduchu okolia</i>	< 1 m/s
Average absorber temperature <i>Priemerná teplota absorbéra</i>	190°C
Duration of test <i>Trvanie skúšky</i>	60 min.

Test results
Výsledky skúšky

Observation <i>Zistenie</i>	no degradation, distortion, shrinkage or outgassing <i>žiadna degradácia, skrútenie, zmrštenie alebo splynovanie</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none
Stagnation temperature for 30°C / 1000 W/m ² determined according to Annex C of EN 12975-2:2006 <i>Stagnačná teplota pri 30°C / 1000 W/m² podľa prílohy C EN 12975-2:2006</i>	196°C

4.5 Exposure test

4.5 Vystavenie vonkajším vplyvom

Test conditions

Skúšobné podmienky

Test method <i>Použitá metóda</i>	outdoor test
Collector tilt angle <i>uhol sklonu kolektora</i>	40°, south
Part A <i>Časť A</i>	Exposition for at least 30 days with a minimum daily irradiation $H \geq 14 \text{ MJ/m}^2$ <i>Min. 30 dni vystavenia žiarenia s dennou hodnotou žiarenia väčšou ako 14 MJ/m²</i>
Part B <i>Časť B</i>	Exposition for at least 30 hours at irradiation $G \geq 850 \text{ W/m}^2$ and ambient temperature $t_a \geq 10^\circ\text{C}$. The minimum duration of every period is $\geq 30 \text{ min}$. <i>Min. 30 hodín vystavenia žiarenia s hodnotou žiarenia väčšou ako 850 W/m² a teplote $t_a \geq 10^\circ\text{C}$. Minimálny čas úseku je $\geq 30 \text{ min}$.</i>

Climatic condition for all days during the test (Part A)

Klimatické podmienky pre všetky dni počas testu (časť A)

Date	H [MJ/m ²]	Rain [mm]	Valid days
9.7.2011	8,131	0,0	0
10.7.2011	26,757	0,0	1
11.7.2011	27,113	0,0	2
12.7.2011	15,712	6,2	3
13.7.2011	26,005	0,0	4
14.7.2011	25,151	0,0	5
16.7.2011	16,560	0,2	6
17.7.2011	26,482	0,0	7
18.7.2011	26,956	0,0	8
19.7.2011	19,210	5,4	9
20.7.2011	21,300	2,6	10
21.7.2011	7,350	7,0	10
22.7.2011	2,819	9,8	10
23.7.2011	10,358	7,4	10
24.7.2011	13,470	0,0	10
25.7.2011	9,755	0,2	10
26.7.2011	2,797	6,2	10
27.7.2011	9,583	3,0	10
28.7.2011	16,154	0,0	11
29.7.2011	3,992	6,2	11
30.7.2011	15,549	0,4	12
31.7.2011	11,314	0,0	12
1.8.2011	4,160	4,2	12

2.8.2011	7,626	4,2	12
3.8.2011	21,840	0,0	13
4.8.2011	25,806	0,0	14
5.8.2011	17,330	0,0	15
6.8.2011	22,910	0,0	16
7.8.2011	17,880	0,0	17
8.8.2011	20,250	0,8	18
9.8.2011	3,088	9,6	18
10.8.2011	25,693	0,0	19
11.8.2011	14,667	0,0	20
12.8.2011	26,464	0,0	21
13.8.2011	15,305	0,0	22
14.8.2011	14,276	0,0	23
15.8.2011	24,585	0,0	24
17.8.2011	42,087	0,2	25
18.8.2011	26,750	0,0	26
19.8.2011	25,125	0,0	27
20.8.2011	18,100	0,0	28
21.8.2011	15,876	0,0	29
22.8.2011	14,756	0,0	30

Climatic condition for valid days during the test (Part B)

Klimatické podmienky pre platné dni počas testu (časť B)

Date	G [W/m ²]	t _a [°C]	Δt [hod.]
10.7.2011	935	29,1	3,6
11.7.2011	907	28,5	3,8
13.7.2011	950	24,8	4,3
14.7.2011	920	27,9	2,7
17.7.2011	1002	23,6	2,2
18.7.2011	925	27,8	3,6
19.7.2011	922	26,8	1,3
20.7.2011	917	24,5	1,7
28.7.2011	956	22,1	1,4
4.8.2011	951	26,5	3,2
5.8.2011	921	23,7	0,9
6.8.2011	944	25,9	2,3
suma			31

Test results

Výsledky skúšky

Evaluate each potential problem according to the following scale:

Hodnotenie potenciálnych problémov v súlade s nasledujúcou stupnicou:

- | | | |
|---|--|-------------------------|
| 0 | - no problem | (žiadny problém) |
| 1 | - minor problem | (menší problém) |
| 2 | - severe problém | (závažný problém) |
| ° | - inspection to establish the condition was not possible | (kontrola nebola možná) |

Collector component <i>Časť kolektoru</i>	Potential problem <i>Možný problém</i>	Result <i>Hodnotenie</i>
Collector box/fasteners <i>Skriňa kolektoru/upevnenie</i>	Cracking/warping/corrosion/rain penetration <i>popraskanie/zbortenie/korózia/priemik d'ažda</i>	0
Collector mounting/structure <i>Montáž/konštrukcia</i>	Strenght/safety <i>Pevnosť/bezpečnosť</i>	0
Seals/gasket <i>Ucpávky/tesnenie</i>	Cracking/adhesion/elasticity <i>Možný problém</i>	0

Cover/reflector <i>Kryt/reflektor</i>	Cracking/crazing/buckling/delamination/warping/outgassing <i>popraskanie/vlasové trhliny/vybúlenie/štiepenie/zbortenie/bublinatenie</i>	0
Absorber coating <i>Povlak absorbéru</i>	Cracking/crazing/blistering <i>popraskanie/vlasové trhliny/pluzgierovanie</i>	0
Absorber tubes and headers <i>Rúrky a zberné rúrky absorbéru</i>	Deformation/corrosion/leakage/loss of bonding <i>deformácie/korózia/netesnosť/porušenie spojov</i>	0
Absorber mountings <i>Upevnenie absorbéra</i>	Deformation/corrosion <i>deformácie/korózia</i>	0
Insulation <i>Izolácia</i>	Water retention/outgassing/degradation <i>zadržovanie vody/bublinatenie/degradácia</i>	0

4.6 External thermal shock test

4.6 Vonkajší tepelný ráz

Test conditions

Skúšobné podmienky

Shock No. <i>Šok číslo</i>		1	2
Test performed <i>Test vykonaný</i>		outdoor	outdoor
Test combined with exposure test <i>Test kombinovaný s testom vystavenia vonkajším vplyvom</i>		yes	yes
Test combined with high-temperature resistance test <i>Test kombinovaný s testom odolnosťou proti vysokým teplotám</i>		yes	no
Collector tilt angle <i>Uhol sklonu kolektora</i>	°	40; south	40; south
Average irradiance during test <i>Priemerné ožiarenie počas testu</i>	W/m ²	1000	986
Minimum irradiance during test <i>Najnižšie ožiarenie počas testu</i>	W/m ²	985	930
Average surrounding air temperature <i>Priemerná teplota okolia</i>	°C	24,9	26,2
Minimum surrounding air temperature <i>Najnižšia teplota okolia</i>	°C	24,1	26
Period during which the required operating conditions were maintained before the shock <i>Časový úsek, v ktorom boli udržiavané požadované podmienky pred vykonaním testu</i>	min.	60 min.	60 min.
Flowrate of water spray <i>Prietok vodnej sprchy</i>	kg/(s.m ²)	0,03	0,03
Temperature of water spray <i>Teplota vodnej sprchy</i>	°C	18	18
Duration of water spray <i>Trvanie skúšky</i>	min.	15	15
Absorber temperature immediately prior to water spray <i>Teplota absorbéru tesne pred použitím vodnej sprchy</i>	°C	189	192

Location of temperature sensor during shock No. 1 <i>Umiestnenie teplotného senzora počas šoku č. 1</i>	sensor attached to the rear side of the absorber <i>senzor umiestnený na zadnej strane absorbéra</i>
Location of temperature sensor during shock No. 2 <i>Umiestnenie teplotného senzora počas šoku č. 2</i>	sensor attached to the rear side of the absorber <i>senzor umiestnený na zadnej strane absorbéra</i>

Test results
Výsledky skúšky

Observation – Shock No. 1 <i>Zistenie</i>	no cracking, distortion, condensation or water penetration <i>žiadne popraskanie, skrútenie, kondenzácia alebo prienik dažďa</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none
Observation – Shock No. 2 <i>Zistenie</i>	no cracking, distortion, condensation or water penetration <i>žiadne popraskanie, skrútenie, kondenzácia alebo prienik dažďa</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none

4.7 Internal thermal shock test

4.7 Skúška vnútorným tepelným rázom

Test conditions
Skúšobné podmienky

Shock No. <i>Šok číslo</i>		1	2
Test performed <i>Test vykonaný</i>		outdoor	outdoor
Test combined with exposure test <i>Test kombinovaný s testom vystavenia vonkajším vplyvom</i>		yes	yes
Test combined with high-temperature resistance test <i>Test kombinovaný s testom odolnosti proti vysokým teplotám</i>		no	no
Collector tilt angle <i>Uhol sklonu kolektora</i>	°	40; south	40; south
Average irradiance during test <i>Priemerné ožiarenie počas testu</i>	W/m ²	965	970
Minimum irradiance during test <i>Najnižšie ožiarenie počas testu</i>	W/m ²	950	938
Average surrounding air temperature <i>Priemerná teplota okolia</i>	°C	29,5	25,1
Minimum surrounding air temperature <i>Najnižšia teplota okolia</i>	°C	28,6	24,4
Period during which the required operating conditions were maintained before the shock <i>Časový úsek, v ktorom boli udržiavané požadované podmienky pred vykonaním testu</i>	min.	60 min.	60 min.
Flowrate of heat transfer fluid <i>Prietok teplotnosnej látky</i>	kg/(s.m ²)	0,02	0,02
Temperature of heat transfer fluid <i>Teplota teplotnosnej látky</i>	°C	18	18
Duration of heat transfer fluid flow <i>Trvanie prietoku teplotnosnej látky</i>	min.	5	5
Absorber temperature immediately prior to heat transfer fluid flow <i>Teplota absorbéru tesne pred použitím prietoku teplotnosnej látky</i>	°C	188	193

Location of temperature sensor during shock No. 1 <i>Umiestnenie teplotného senzora počas šoku č. 1</i>	sensor attached to the rear side of the absorber <i>senzor umiestnený na zadnej strane absorbéra</i>
Location of temperature sensor during shock No. 2 <i>Umiestnenie teplotného senzora počas šoku č. 2</i>	sensor attached to the rear side of the absorber <i>senzor umiestnený na zadnej strane absorbéra</i>

Test results
Výsledky skúšky

Observation – Shock No. 1 <i>Zistenie</i>	no cracking, distortion, eformation or water penetration <i>žiadne popraskanie, skrútenie, deformácia alebo prienik dažďa</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none
Observation – Shock No. 2 <i>Zistenie</i>	no cracking, distortion, eformation or water penetration <i>žiadne popraskanie, skrútenie, deformácia alebo prienik dažďa</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none

4.8 Rain penetration test

4.8 Skúška odolnosti proti prieniku dažďa

Test conditions
Skúšobné podmienky

Collector mounting <i>Montáž kolektora</i>	outdoor test open frame / simulated roof
Collector tilt angle <i>Uhol sklonu kolektora</i>	15; south
Method used to keep absorber warm <i>metóda udržania teploty absorbéra</i>	hot water circulation
Absorber temperature or temperature of heat transfer fluid (water) <i>Teplota absorbéra alebo teplota teplotonosnej látky (voda)</i>	50°C
Flowrate of water spray <i>Prietok vodnej sprchy</i>	0,05 kg/(s.m ²)
Temperature of water spray <i>Teplota vodnej sprchy</i>	20°C
Duration of water spray <i>Trvanie skúšky</i>	240 min.
Detection of ingress of water <i>Zistenie prieniku vody</i>	visual inspection <i>vizuálna obhliadka</i> condensation level method <i>metóda úrovne kondenzácie</i>

Test results
Výsledky skúšky

Observation <i>Zistenie</i>	none
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none

4.9 Freeze resistance test

4.9 Skúška odolnosti proti mrazu

The freeze resistance test is not relevant, because the manufacturer suggests a application of the collector only with a freeze fluid.

Skúška odolnosti proti mrazu je irelevantná, pretože výrobca dovoľuje prevádzkovať kolektor iba s použitím nemrznúcej kvapaliny.

4.10 Mechanical load test

4.10 Skúška mechanickým zaťažením

4.10.1 Positive pressure load test of the collector cover

4.10.1 Skúška krytu kolektora kladným tlakom

Test conditions

Skúšobné podmienky

Method used to apply pressure <i>Metóda použitá pre vytvorenie tlaku</i>	loading with water <i>zaťaženie pomocou vody</i>
Maximum pressure load <i>Max. tlakové zaťaženie</i>	2300 Pa

Test results

Výsledky skúšky

Observation <i>Zistenie</i>	no damage at the collector cover after the test <i>žiadne poškodenie krytu kolektora po skúške</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none

4.10.2 Negative pressure test of fixing between the cover and the collector box

4.10.2 Skúška upevnenia medzi krytom a skriňou kolektora záporným tlakom

Test conditions

Skúšobné podmienky

Method used to apply pressure <i>Metóda použitá pre vytvorenie tlaku</i>	suction cups <i>prísavky</i>
Maximum pressure load <i>Max. tlakové zaťaženie</i>	2500 Pa

Test results

Výsledky skúšky

Observation <i>Zistenie</i>	no damage at the collector cover and at the cover fixings after the test <i>žiadne poškodenie krytu a jeho upevnenia</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none

4.10.3 Negative pressure test of collector mountings

4.10.3 Skúška upevnenia kolektora záporným tlakom

Test conditions

Skúšobné podmienky

Method used to apply pressure <i>Metóda použitá pre vytvorenie tlaku</i>	suction cups <i>prísavky</i>
Maximum pressure load <i>Max. tlakové zaťaženie</i>	2500 Pa

Test results
Výsledky skúšky

Observation <i>Zistenie</i>	no damage at the collector mounting fixtures or fixing points <i>žiadne poškodenie upevnenia kolektoru alebo upevňovacích bodov</i>
Major failures according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 <i>Podstatné vady podľa EN 12975-1:2006</i>	none

4.11 Final inspection

4.11 Konečná kontrola

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

0 – no problem	<i>(žiadny problém)</i>
1 – minor problem	<i>(menší problém)</i>
2 – severe problem	<i>(ťažký problém)</i>
* - inspection to establish the condition was not possible	<i>(kontrola nebola možná)</i>

Test results
Výsledky

Collector component <i>Časť kolektoru</i>	Potential problem <i>Možný problém</i>	Result <i>Hodnotenie</i>
Collector box/fasteners <i>Skriňa kolektoru/upevnenie</i>	Cracking/warping/corrosion/rain penetration <i>popraskanie/zbortenie/korózia/prienik d'ažda</i>	0
Collector mounting/structure <i>Montáž/konštrukcia</i>	Strength/safety <i>Pevnosť/bezpečnosť</i>	0
Seals/gasket <i>Ucpávky/tesnenie</i>	Cracking/adhesion/elasticity <i>Možný problém</i>	0
Cover/reflector <i>Kryt/reflektor</i>	Cracking/crazing/buckling/delamination/warping/outgassing <i>popraskanie/vlasové trhliny/vybúlenie/štiepenie/zbortenie/bublinatenie</i>	0
Absorber coating <i>Povlak absorbéru</i>	Cracking/crazing/blistering <i>popraskanie/vlasové trhliny/pluzgierovanie</i>	0
Absorber tubes and headers <i>Rúrky a zberné rúrky absorbéru</i>	Deformation/corrosion/leakage/loss of bonding <i>deformácie/korózia/netesnosť/porušenie spojov</i>	0
Absorber mountings <i>Upevnenie absorbéru</i>	Deformation/corrosion <i>deformácie/korózia</i>	0
Insulation <i>Izolácia</i>	Water retention/outgassing/degradation <i>zadržovanie vody/bublinatenie/degradácia</i>	0

5. Remarks

5. Záver

The present report has been performed according to EN 12975-2:2006. Main purpose for testing has been to fulfill all requirements for the SolarKeymark label and is valid for collector TS 500.

Annex 1: Table of the measured values for the collector efficiency

Príloha 1: Tabuľka nameraných hodnôt pre stanovenie účinnosti kolektora

Reference area: aperture area

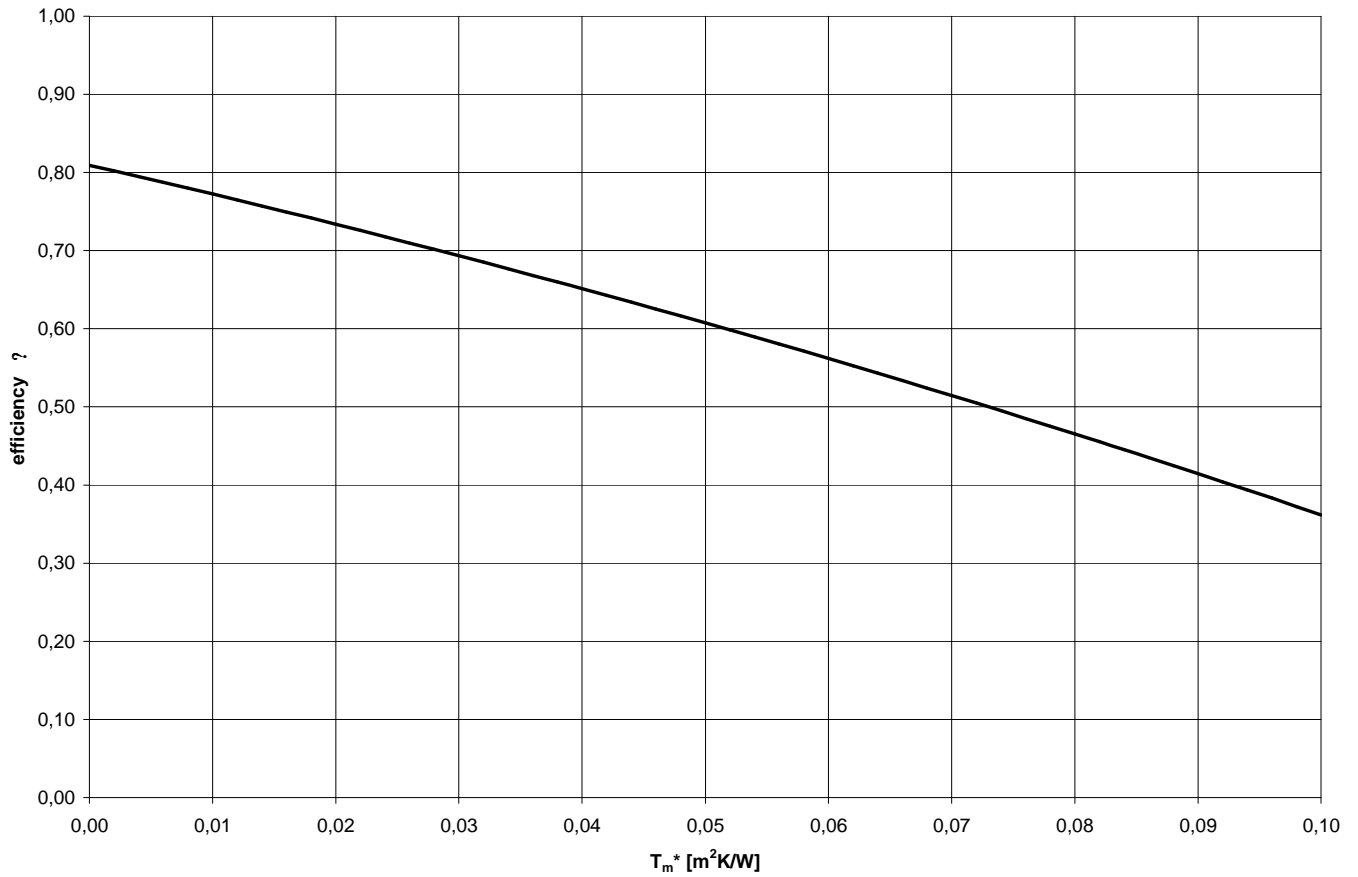
Referenčná plocha: plocha apertúry

Measuring point No.	G [W/m ²]	G _d /G [-]	m [kg/min]	t _{in} [°C]	t _e [°C]	t _e - t _{in} [°K]	t _m [°C]	t _a [°C]	t _m - t _a [°K]	T _m [m ² K/W]	η _a [-]
1	811	0,12	2,017	63,51	71,14	7,630	67,3250	22,58	44,7450	0,05517	0,5862
2	886	0,12	1,974	64,85	73,62	8,770	69,2350	24,23	45,0050	0,05080	0,6037
3	891	0,12	1,982	64,88	73,71	8,830	69,2950	24,62	44,6750	0,05014	0,6069
4	896	0,12	1,975	64,92	73,87	8,950	69,3950	24,78	44,6150	0,04979	0,6095
5	898	0,12	1,973	64,95	74,03	9,080	69,4900	25,32	44,1700	0,04919	0,6164
6	968	0,12	1,897	19,20	32,81	13,610	26,0050	29,13	-3,1250	-0,00323	0,8221
7	964	0,12	1,893	19,24	32,81	13,570	26,0250	29,20	-3,1750	-0,00329	0,8213
8	966	0,12	1,898	19,26	32,84	13,580	26,0500	29,68	-3,6300	-0,00376	0,8224
9	967	0,12	1,895	19,29	32,89	13,600	26,0900	29,50	-3,4100	-0,00353	0,8214
10	946	0,12	1,929	42,93	54,60	11,670	48,7650	30,86	17,9050	0,01893	0,7338
11	944	0,12	1,928	43,01	54,65	11,640	48,8300	31,00	17,8300	0,01889	0,7331
12	948	0,12	1,927	43,03	54,85	11,820	48,9400	30,87	18,0700	0,01906	0,7409
13	958	0,12	1,929	43,02	54,85	11,830	48,9350	30,87	18,0650	0,01886	0,7345
14	902	0,12	1,976	79,50	87,78	8,280	83,6400	31,34	52,3000	0,05798	0,5618
15	876	0,12	1,968	79,47	87,50	8,030	83,4850	31,92	51,5650	0,05886	0,5587
16	841	0,12	1,968	74,47	82,50	8,030	78,4850	31,92	46,5650	0,05537	0,5819

Annex 2: Normalized efficiency curve scaled to 800 W/m² based on aperture area

Príloha 2: Krivka účinnosti normalizované pre 800W/m² vzťahnutá na plochu apertúry

$$A_a = 2,26 \text{ m}^2$$



Annex 3: Table of measuring instruments & test equipment

Príloha 3: 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 ožiarie</i>	Kipp @Zonen CMP 11	080385
Diffuse solar irradiance <i>Difúzne ožiarie</i>	Kipp @Zonen CMP 11	080386
Water flow <i>prietok</i>	OPTIMASS 7000 T06	G100000001102333
Ambience temperature <i>teplota okolia</i>	Sensor PT-100	334/10
Temperature of absorber t_{sm} <i>teplota absorbéra t_{sm}</i>	Thermo senzor typ K	1624/1, 1624/2, 1624/3
Temperature of collector t_{in} <i>teplota vody na vstupe do kolektora t_{in}</i>	PT-100, Sensit TR 013-60	6345/1008
Temperature of water <i>teplota vody</i>	PT-100, Sensit TR 013-60	7278/1208
Temperature of collector t_e <i>teplota vody na výstupe z kolektora t_e</i>	PT-100, Sensit TR 013-60	6346/1008
Pressure, internal pressure <i>Hydraulický tlak</i>	HBM, PD1	49125
	HBM, PD1	49129
	HBM, P 11	9097