



TEST REPORT

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

Test Report No. (číslo protokolu): 130700004/QP(D1)

Product name / Názov výrobku : **Evacuated tube collector**
Rúrový vákouvý kolektor

Type name / Typové označenie : **TS 10**

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

Manufacturer (name & address) / Výrobca (názov a adresa) : SCHENER s. r.o., Kubranská 67/102, 911 01 Trenčín

Information about test sample (description, mark, date of receipt) / Údaje o predmete skúšky (vzorke) (opis, podmienky a jednoznačné označenie, dátum prevzatia): : Receipt of test sample: 1.7.2009
Registration number of the sample: 10000065/2009, 10000031/2009

Testing location / Miesto vykonania skúšky : -

Test periode (from/to) / Obdobie skúšok (od/do) : 28.7.2009 – 13.1.2010

Test method / Identifikácia použitých metód a postupov : -

Identification code of measuring instruments & test equipment / Identifikácia skúšobných a meracích zariadení : -

Test procedure deviation / Odchýlky, výnimky zo skúšobných predpisov : -

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) : 26.03.2013

Protocol elaborated by :
Protokol spracoval :

Ing. D. Hanko
Test engineer

Protocol approved by :
Protokol schválil :

Ing. S. Zámečník
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 reprodukováný alebo publikovaný len vcelku, po častiach len s písomným súhlasom skúšobne.
COPYRIGHT © TSÚ Piešťany, š.p.

Content:

Obsah

Content:.....	2
1 Symbols a units	2
2 Description of solar collector	2
3.1 Performance test for liquid heating collectors according to chap. 6.1.4 EN 12975-2.....	2
3.2 Power output per collector unit	2
3.3 Instantaneous efficiency curve	2
3.4 Determination of the collector incident angle modifier (chapter 6.1.7 EN 12975-2).....	2
3.5 Time constant of the collector(chapter 6.1.6.3 EN 12975-2)	2
3.6 Effective thermal capacity of the collector(chapter 6.1.6.2 EN 12975-2)	2
3.7 Determination of the pressure drop of the collector(chapter 6.1.8 EN 12975-2).....	2
4. Durability and reliability test of collectors.....	2
4.1 Record of test sequence and summary of results.....	2
4.3 Internal pressure test.....	2
4.4 High-temperature resistance test.....	2
4.5 Exposure test.....	2
4.6 External thermal shock test	2
4.7 Internal thermal shock test	2
4.8 Rain penetration test	2
4.9 Freeze resistance test	2
4.10 Mechanical load test.....	2
4.10.1 Positive pressure load test of the collector cover.....	2
4.11 Final inspection.....	2
5. Remarks	2

1 Symbols a units

1 Symbols 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	: SCHENER s. r.o., Kubranská 67/102, 911 01 Trenčín, Slovakia
Brand name of collector Obchodný názov kolektoru	: evacuated tube collector
Collector type Typ kolektoru	: TS 10
Serial number Výrobné číslo	: 100000065/2009, 100000031/2009
Year of production Rok výroby	: 2009

Data about the collector Údaje o kolektore	
Recommended flow range (kg.s ⁻¹)* Doporučený prietok (kg.s ⁻¹)	: 0,0083 až 0,0333
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)	: 169,5
Gross area (m ²)* Hrubá obrysová plocha (m ²)	: 1,945
Length (mm)* Dĺžka (mm)	: 2190
Width (mm)* Šírka (mm)	: 880
Height (mm)* Výška (mm)	: 132
Absorber area (m ²)* Plocha absorbéru (m ²)	: 0,915
Aperture area (m ²)* Plocha apertúry (m ²)	: 1,021
Weight empty (kg)* Hmotnosť prázdneho stavu (kg)	: 29,6
Fluid content (l)* Obsah kvapaliny (l)	: 0,55
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	: water

Specification of limitations for operation Špecifikácia obmedzenia pri prevádzke	
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>	: 0,0333
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. dovolené pozitívne zaťaženie od snehu a vetra</i>	: min. 100
Max. permissible negative load of uplift forces caused by the wind(kg/m ²)* <i>max. dovolené negatívne zaťaženie od vztlakových síl vetra</i>	: /
Other limitations <i>Iné obmedzenia</i>	: -

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

Data about casing of manifold(header) Údaje o skrini zberača	
Dimensions of the casing (mm)* <i>Rozmery zberača (mm)</i>	: 121 x 191 x 878
Material of the casing* <i>Materiál zberača</i>	: Al elox
Insulating material* <i>Izolačný materiál</i>	: ISOVER
Density of the insulating material (kg/m ³)* <i>hustota Izolačného materiálu</i>	: 25
thikness [mm])* <i>hrúbka</i>	: 50
Sealing material, brand* <i>Tesniací materiál</i>	: Silicon, EPDM

Data about the manifolds(headers) Údaje o zberačoch	
Number of manifolds* <i>Počet zberačov</i>	: 1

Dimensions of the manifolds (mm)* <i>Rozmery zberačov (mm)</i>	: Ø 22/ Ø 37 - 877
Material of the manifolds* <i>Material zberačov</i>	: cooper

Data about the outer tubes Údaje o vonkajších trubkách	
Dimensions of the outer tube (mm)* <i>Rozmery vonkajšej trubice (mm)</i>	: Inner diameter - 52,4 Outer diameter – 56 length - 2010
Distance from center of tube to center of tube (mm)* <i>Osová vzdialenosť</i>	: 80
Material of the outer tube, (brand and manufacturer of outer tube), density(kg/m ³), heat capacity(J/(kg.K))* <i>Material trubíc, označenie, výrobca, hustota, tepelná kapacita</i>	: glass, NARVA Lichtquellen GmbH + Co. KG,
Number of the outer tube* <i>Počet trubíc</i>	: 10
solar transmittance of the outer tube τ^* <i>Priepustnosť slnečného žiarenia τ</i>	: 94

Absorber Absorbér	
Material, density(kg/m ³), heat capacity(J/(kg.K))* <i>Materiál, hustota, tepelná kapacita</i>	: Cu; 8930; 394
Construction type (if used)* <i>Konštrukčný typ</i>	: flat strip absorber
Solar absorptance α^* <i>Pohltivosť slnečného žiarenia α</i>	: 95
Hemispherical emittance ε^* <i>Hemisféricka emisivita ε</i>	: 4
Brand name of the coating and manufacturer* <i>Označenie úpravy povrchu a výrobca</i>	: TINOX
Type of connection between absorber – tube* <i>Typ spojenia</i>	: ultrasonic welding
Type of hydraulic circuit* <i>typ hydraulického okruhu</i>	: heat pipe
Number of absorber tubes* <i>Počet rúrok absorbéra</i>	: 10
dimensions of absorber tubes – heat pipe condenser(mm), material, density(kg/m ³), heat capacity (J/(kg.K))* <i>Rozmery absorbčných rúrok, materiál, hustota, tepelná kapacita</i>	: Ø13 x Ø22 x 82 ;Cu; 8930; 394
Distance between absorber tubes (mm)* <i>Vzdialenosť medzi absorbčnými rúrkami</i>	: 80
Number of connections* <i>Počet pripojení</i>	: 2

* manufacturer specification

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

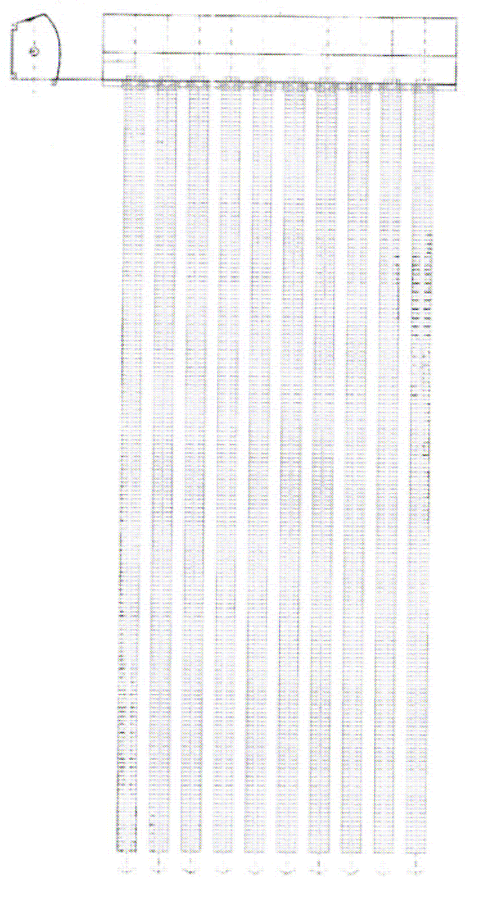


Figure 2

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

Mean wind speed <i>Priemerná rýchlosť</i>	: 3 m/s
Irradiance G^*_{mean} <i>priemerné ožiarenie</i>	: 968 W/m ²
Mass flow rate <i>hmotnostný prietok</i>	: 80,6 kg.hod ⁻¹
Kind of fluid <i>Typ skúšobného teplotnosného média</i>	: water (voda)
Orientation of absorber tubes during testing (Horizontal or vertical) <i>Orientácia rúrok absorbéru 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>	: 704
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------

3.2 Power output per collector unit

3.2 Výkon kolektorovej jednotky

Performance of collector (W) <i>Výkon kolektoru (W)</i>		Irradiance $G^*(\text{W.m}^{-2})$ <i>Ožiarenie (W.m^{-2})</i>		
		400	700	1000
$t_m - t_a$ in °K	10	267	479	690
	30	233	447	658
	50	200	411	623
	70	163	374	585

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

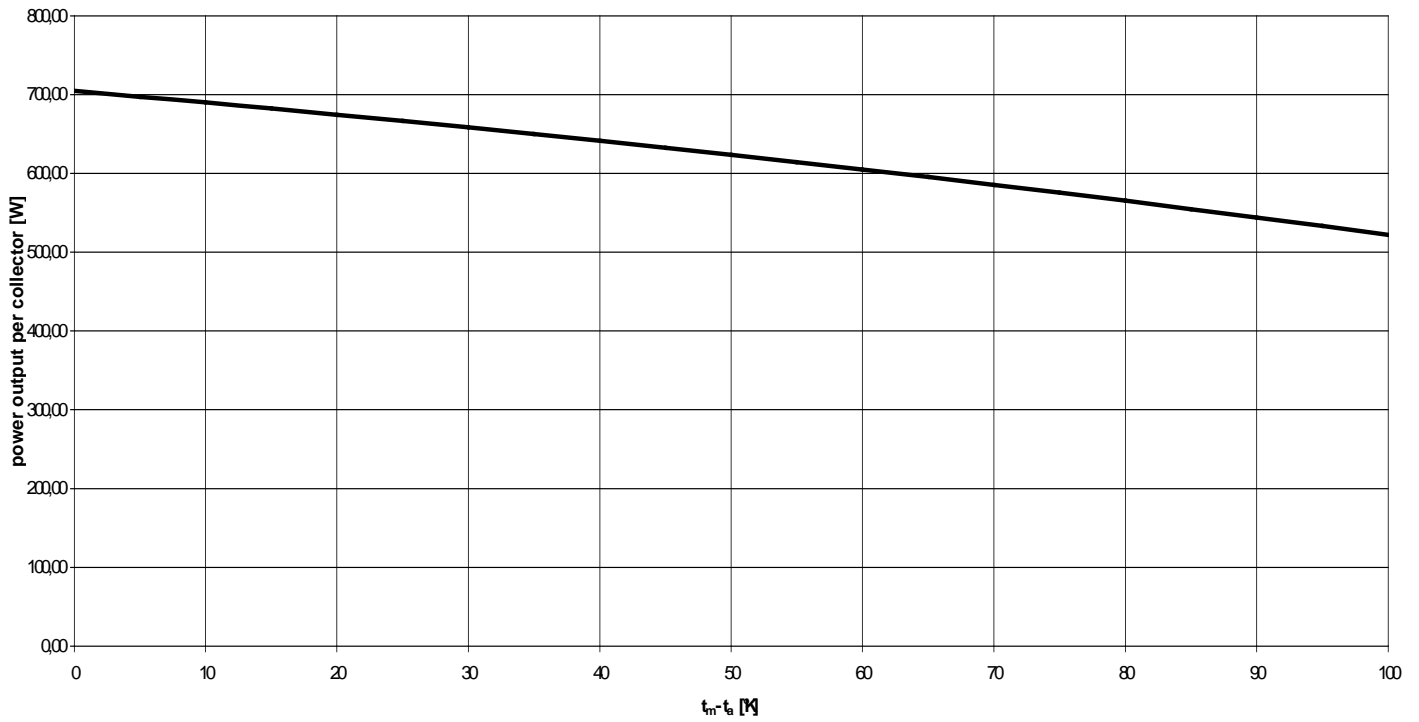


Figure: Power output per collector unit (for $G^* = 1000 \text{ W/m}^2$)
Výkon kolektorovej jednotky (pre $G^ = 1000 \text{ W/m}^2$)*

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]	1,021	A_A [m ²]	0,915
$\eta_a = \frac{\dot{Q}}{A_a \cdot G}$ $\eta_a = \eta_{0a} - a_{1a} \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_{2a} \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$		$\eta_A = \frac{\dot{Q}}{A_A \cdot G}$ $\eta_A = \eta_{0A} - a_{1A} \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_{2A} \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$	
Coefficient based on aperture area		Coefficient based on absorber area	
η_{0a} [-]	0,69	η_{0A} [-]	0,77
a_{1a} [W/(m ² .K)]	1,386	a_{1A} [W/(m ² .K)]	1,546
a_{2a} [W/(m ² .K ²)]	0,004	a_{2A} [W/(m ² .K ²)]	0,005

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 normálny 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	Tranversal transverzálna rovina	Longitudinal longitudálna rovina
θ	$K_t(\theta)$	$K_l(\theta)$
0°		
10°		
20°	1,00	
30°	1,01	
40°	1,01	
50°	1,01	0,87
60°	1,01	
70°	1,00	
80°		
90°		

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 = 4,19 kJ.K⁻¹ (effective thermal capacity of the collector filled with water-glycol-60%:40%)

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 ± 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.

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

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

Nasledujúce koeficienty boli stanovené pomocou regresnej analýzy z nameraných hodnôt:

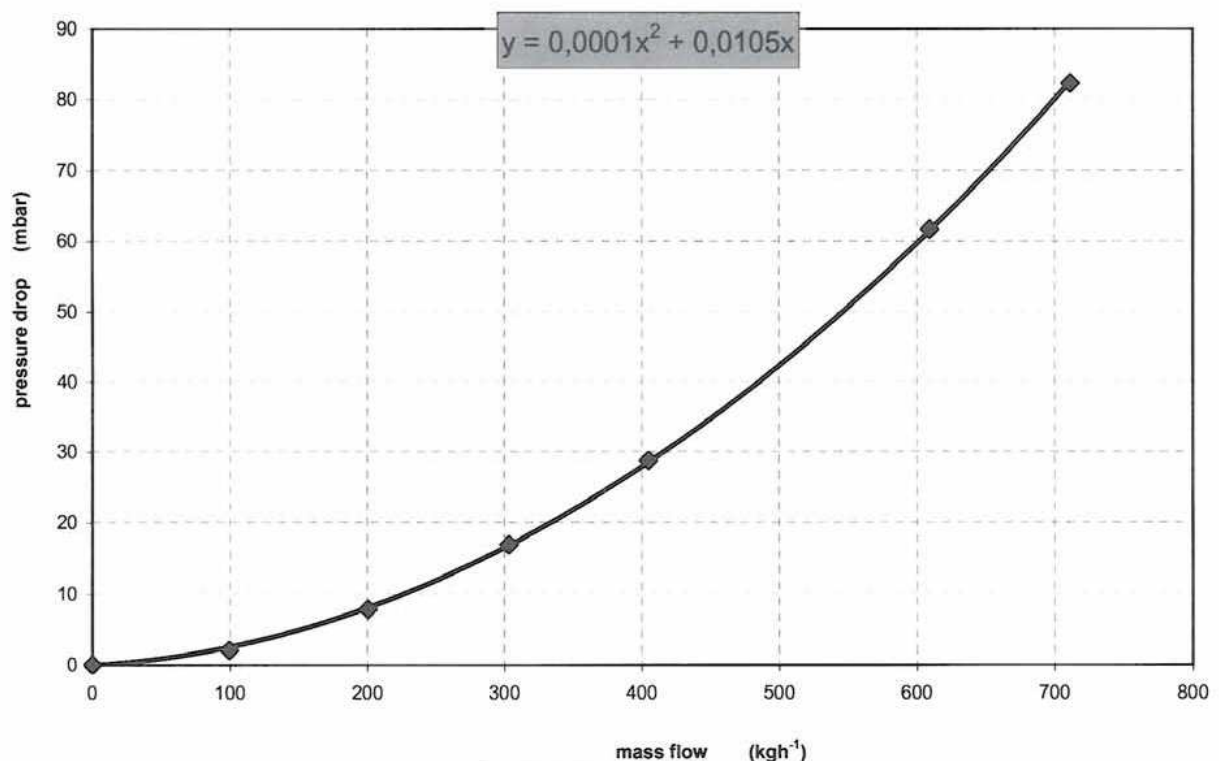


Table of measured data

Tabuľka nameraných hodnôt

Mass flow rate prietok (kg/hod)	0,0	99,5	200,5	303,2	405	609,6	711,5
Pressure drop Tlakové straty (mbar)	0,0	2,1	7,9	16,9	28,8	61,8	82,4

4. Durability and reliability test of collectors

4. Skúšky trvanlivosti a spoľahlivosti

4.1 Record of test sequence and summary of results

4.1 Zázpis postupu skúšky a súhrn hlavných výsledkov

Test	Date		Result
	start	end	
Internal pressure <i>Vnútorný tlak</i>	13.1.2010	13.1.2010	passed ¹
High-temperature resistance <i>Odolnosť proti vysokým teplotám</i>	31.8.2009	31.8.2009	passed ¹
Exposure <i>Vystavenie vonkajším vplyvom</i>	28.7.2009	3.9.2009	passed ¹
External thermal shock – first <i>Vonkajší tepelný ráz – prvý</i>	1.9.2009	1.9.2009	passed ¹
External thermal shock – second <i>Vonkajší tepelný ráz – druhý</i>	8.9.2009	8.9.2009	passed ¹
Internal thermal shock – first <i>Vnútorný tepelný ráz – prvý</i>	26.8.2009	26.8.2009	passed ¹
Internal thermal shock – second <i>Vnútorný tepelný ráz – druhý</i>	7.9.2009	7.9.2009	passed ¹
Rain penetration <i>Odolnosť proti dážďu</i>	16.11.2009	16.11.2009	passed ¹
Freeze resistance <i>Odolnosť proti mrazu</i>	-	-	not relevant
Mechanical load – positive <i>Mechanické zaťaženie – pozitívne</i>	17.11.2009	17.11.2009	passed ¹
Mechanical load – negative <i>Mechanické zaťaženie – negatívne</i>	-	-	passed ¹
Thermal performance <i>Tepelný výkon</i>	28.7.2009	13.1.2010	performed ¹
Impact resistance (optional) <i>Prierná odolnosť (nepovinná)</i>	-	-	not performed
Final inspection <i>Konečná kontrola</i>	13.1.2010	13.1.2010	passed ¹

Comments:

Thermal performance test was performed on the collector with registration number 100000031/2009.

Other tests were performed on collector with registration number 100000065/2009.

Notice 1:

Poznámka 1:

The test results have been taken from the test report No. 2.04.00703.1.0-QT and 2.04.00703.1.0-LT dated 24.1.2010.

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 Vnútrotný 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>	26,7°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
---------------------------------------------------------	--------------

Test conditions

Skúšobné podmienky

Collector tilt angle <i>Uhol sklonu kolektora</i>	38°, south
Average irradiance during test <i>Priemerné ožiarenie počas testu</i>	1014 W/m ²
Average surrounding air temperature <i>Priemerná teplota okolia</i>	21,1°C
Average surrounding air speed <i>Priemerná rýchlosť vzduchu okolia</i>	< 1 m/s
Average absorber temperature <i>Priemerná teplota absorbéra</i>	162,6°C
Duration of test <i>Trvanie skúšky</i>	68 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>	169,5°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>	38°, 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	Valid days
28.7.2009	20,58	no	1
29.7.2009	28,38	no	2
30.7.2009	25,73	no	3
31.7.2009	22,33	no	4
1.8.2009	27,30	no	5
2.8.2009	26,18	no	6
3.8.2009	17,31	yes	7
4.8.2009	4,1	yes	7
5.8.2009	16,47	no	8
6.8.2009	22,57	no	9
7.8.2009	24,97	no	10
8.8.2009	23,21	no	11
9.8.2009	11,36	no	11
10.8.2009	22,39	yes	12
11.8.2009	15,99	yes	13
12.8.2009	16,53	no	14
13.8.2009	13,49	no	14
14.8.2009	25,9	no	15
15.8.2009	27,05	no	16
16.8.2009	26,72	no	17
17.8.2009	24,21	no	18
18.8.2009	24,05	no	19
19.8.2009	26,68	no	20

20.8.2009	26,96	no	21
21.8.2009	25,52	no	22
22.8.2009	6,71	yes	22
23.8.2009	20,25	no	23
24.8.2009	27,17	no	24
25.8.2009	27,5	no	25
26.8.2009	23,05	no	26
27.8.2009	21,66	no	27
28.8.2009	25,14	no	28
29.8.2009	2,74	yes	28
30.8.2009	26,01	no	29
31.8.2009	26,82	no	30
1.9.2009	26,62	no	31
2.9.2009	12,54	no	31
3.9.2009	24,08	yes	32

Climatic condition for valid days during the test (Part B)
 Klimatické podmienky pre platné dni počas testu (časť B)

Date	from	until	G W/m ²	t _a °C	duration hh:mm:ss	total hh:mm:ss
28.07.09	11:58:25	12:28:25	895,41	23,78	0:30:00	0:30:00
29.07.09	11:08:25	12:28:25	850,65	24,22	1:20:00	1:50:00
29.07.09	12:33:25	14:18:25	917,52	26,20	1:45:00	3:35:00
29.07.09	15:03:25	15:38:25	904,49	27,75	0:35:00	4:10:00
30.07.09	11:28:25	12:02:35	861,42	30,11	0:34:10	4:44:10
30.07.09	12:05:05	15:00:14	892,59	29,20	2:55:09	7:39:19
01.08.09	11:30:14	12:30:14	867,64	26,93	1:00:00	8:39:19
01.08.09	12:35:14	15:15:14	966,83	25,53	2:40:00	11:19:19
02.08.09	11:25:14	15:05:14	858,02	28,08	3:40:00	14:59:19
03.08.09	11:20:14	12:50:14	861,98	24,98	1:30:00	16:29:19
07.08.09	12:01:44	12:36:44	1019,52	24,83	0:35:00	17:04:19
07.08.09	13:06:44	13:41:44	1072,23	26,12	0:35:00	17:39:19
07.08.09	13:51:44	14:41:44	1086,39	27,24	0:50:00	18:29:19
08.08.09	11:11:44	12:06:44	940,75	27,50	0:55:00	19:24:19
08.08.09	14:16:44	14:46:44	1009,90	26,98	0:30:00	19:54:19
10.08.09	11:21:44	12:50:16	856,30	24,04	1:28:32	21:22:51
10.08.09	13:15:46	14:05:46	885,78	24,81	0:50:00	22:12:51
11.08.09	13:19:33	14:19:33	1067,12	21,17	1:00:00	23:12:51
11.08.09	14:39:33	15:09:33	984,38	23,07	0:30:00	23:42:51
12.08.09	13:29:33	13:59:33	1264,34	24,57	0:30:00	24:12:51
14.08.09	11:09:33	13:59:33	864,80	22,28	2:50:00	27:02:51
14.08.09	14:04:33	15:09:33	995,72	24,17	1:05:00	28:07:51
15.08.09	11:14:33	12:59:33	851,77	26,16	1:45:00	29:52:51
15.08.09	13:04:33	15:19:33	1015,55	25,64	2:15:00	32:07:51
16.08.09	11:24:33	15:09:33	860,84	26,81	3:45:00	35:52:51
17.08.09	11:30:45	15:00:45	850,65	29,80	3:30:00	39:22:51
18.08.09	11:42:45	12:16:45	894,84	26,00	0:34:00	39:56:51
19.08.09	11:19:15	15:10:19	850,65	25,09	3:51:04	43:47:55
20.08.09	11:19:29	15:09:43	850,65	25,21	3:50:14	47:38:09
21.08.09	11:39:43	14:44:43	857,45	27,80	3:05:00	50:43:09
23.08.09	11:44:43	12:49:43	941,32	20,37	1:05:00	51:48:09
23.08.09	13:04:43	13:49:43	1018,96	21,69	0:45:00	52:33:09
24.08.09	11:04:43	12:34:43	861,42	21,18	1:30:00	54:03:09
24.08.09	12:49:43	13:59:43	1077,89	21,84	1:10:00	55:13:09
24.08.09	14:04:43	15:24:43	1008,75	22,34	1:20:00	56:33:09
25.08.09	11:04:43	15:14:43	850,08	24,24	4:10:00	60:43:09
26.08.09	11:48:53	14:09:06	852,90	25,97	2:20:13	63:03:22
28.08.09	11:29:06	11:59:06	851,77	28,48	0:30:00	63:33:22
28.08.09	12:14:06	13:29:06	943,03	28,12	1:15:00	64:48:22
28.08.09	14:09:06	14:54:06	1004,78	29,41	0:45:00	65:33:22
30.08.09	10:59:06	13:39:06	858,58	20,64	2:40:00	68:13:22
31.08.09	11:04:06	15:17:04	851,77	22,41	4:12:58	72:26:20
01.09.09	11:07:04	15:03:48	860,27	22,30	3:56:44	76:23:04
03.09.09	11:36:02	12:51:02	857,45	26,66	1:15:00	77:38:04
03.09.09	13:16:02	14:51:02	1012,71	25,98	1:35:00	79:13:04

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 problem	(závažný problém)
°	- inspection to establish the condition was not possible	(kontrola nebola možná)

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

4.6 External thermal shock test

4.6 Vonkajší tepelný ráz

Test conditions
Skúšobné podmienky

Shock No. Šok číslo		1	2
Test performed Test vykonaný		outdoor	outdoor
Test combined with exposure test Test kombinovaný s testom vystavenia vonkajším vplyvom		yes	yes
Test combined with high-temperature resistance test Test kombinovaný s testom odolnosťou proti vysokým teplotám		no	no
Collector tilt angle Uhol sklonu kolektora	°	38; south	38; south
Average irradiance during test Priemerné ožiarenie počas testu	W/m ²	1002	981
Minimum irradiance during test Najnižšie ožiarenie počas testu	W/m ²	978	907
Average surrounding air temperature Priemerná teplota okolia	°C	23,9	22,1
Minimum surrounding air temperature Najnižšia teplota okolia	°C	23,4	21

Period during which the required operating conditions were maintained before the shock <i>Časový úsek, v ktorom boli udržované požadované podmienky pred vykonaním testu</i>	min.	60 min.	60 min.
Flowrate of water spray <i>Prietok vodnej sprchy</i>	kg/(s.m ²)	>0,04	>0,04
Temperature of water spray <i>Teplota vodnej sprchy</i>	°C	17	17,2
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	162,6	162,4

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 odolnosťou proti vysokým teplotám</i>		no	no
Collector tilt angle <i>Uhol sklonu kolektora</i>	°	38; south	38; south
Average irradiance during test <i>Priemerné ožiarenie počas testu</i>	W/m ²	>850	998
Minimum irradiance during test <i>Najnižšie ožiarenie počas testu</i>	W/m ²	>850	972
Average surrounding air temperature <i>Priemerná teplota okolia</i>	°C	>10	20,2
Minimum surrounding air temperature <i>Najnižšia teplota okolia</i>	°C	>10	18,8

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 teplotosnej látky</i>	kg/(s.m ²)	>0,04	>0,04
Temperature of heat transfer fluid <i>Teplota teplotosnej látky</i>	°C	18	17,6
Duration of heat transfer fluid flow <i>Trvanie prietoku teplotosnej látky</i>	min.	5	5
Absorber temperature immediately prior to heat transfer fluid flow <i>Teplota absorbéru tesne pred použitím prietoku teplotosnej látky</i>	°C	180,6	152,5

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
Method used to keep absorber warm <i>metóda udržiavania teploty absorbéru</i>	hot water circulation
Absorber temperature or temperature of heat transfer fluid (water) <i>Teplota absorbéru alebo teplota teplotosnej 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>	10,9°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> weighing of the collector <i>meranie vlhkosti vo vnútri kolektora</i>

Test results
Výsledky skúšky

Observation <i>Zistenie</i>	mass before = 29,96 kg mass after = 30,0 kg
--------------------------------	------------------------------------------------

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

Maximum pressure load <i>Max. tlakové zaťaženie</i>	1000 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

4.11 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/priemik dažda</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

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 Solar Keymark label.