

Национален семинар  
Устойчиво развитие на сградния фонд:  
слънчева енергия и оценка на жизнения цикъл на сгради  
8-9 октомври 2009 г. София



**д-р инж. М. Стоянова**

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

Централна лаборатория по слънчева енергия и нови енергийни източници (ЦЛ СЕНЕИ)  
БЪЛГАРСКИ ЦЕНТЪР ПО СЛЪНЧЕВА ЕНЕРГИЯ



# ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ





<b>ВЕИ</b>	<b>ТЕХНОЛОГИЯ</b>
Слънчева енергия	<ul style="list-style-type: none"><li>• Фотоволтаични системи (PV)</li><li>• Термични системи</li></ul>
Геотермална енергия	Фреонови турбини
Водна енергия	Турбина-генератор
Биомаса	Когенератор
Вятърна енергия	Турбина-генератор

# ПРИНОСИ ОТ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА СЛЪНЧЕВАТА ЕНЕРГИЯ

- *Опазване на околната среда*

Избирайки използването на слънчева инсталация, избираме живот без замърсяване, без парникови газове, без фин прах.



- *Независимост*

Умението ни да използваме слънцето чрез слънчевите инсталации ни прави независими!



- *Дългосрочна инвестиция, която се изплаща*

След изплащане на началната инвестиции, дълги години експлоатираме безплатно топлината на слънцето. Слънчевото решение открива нови перспективи и реални спестявания!



# СИСТЕМИ ЗА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА СЛЪНЧЕВОТО ИЗЛЪЧВАНЕ



## **ТОПЛОТЕХНИЧЕСКИ СИСТЕМИ**

- Пасивни (слънчева архитектура);
- Активни (слънчеви колектори).

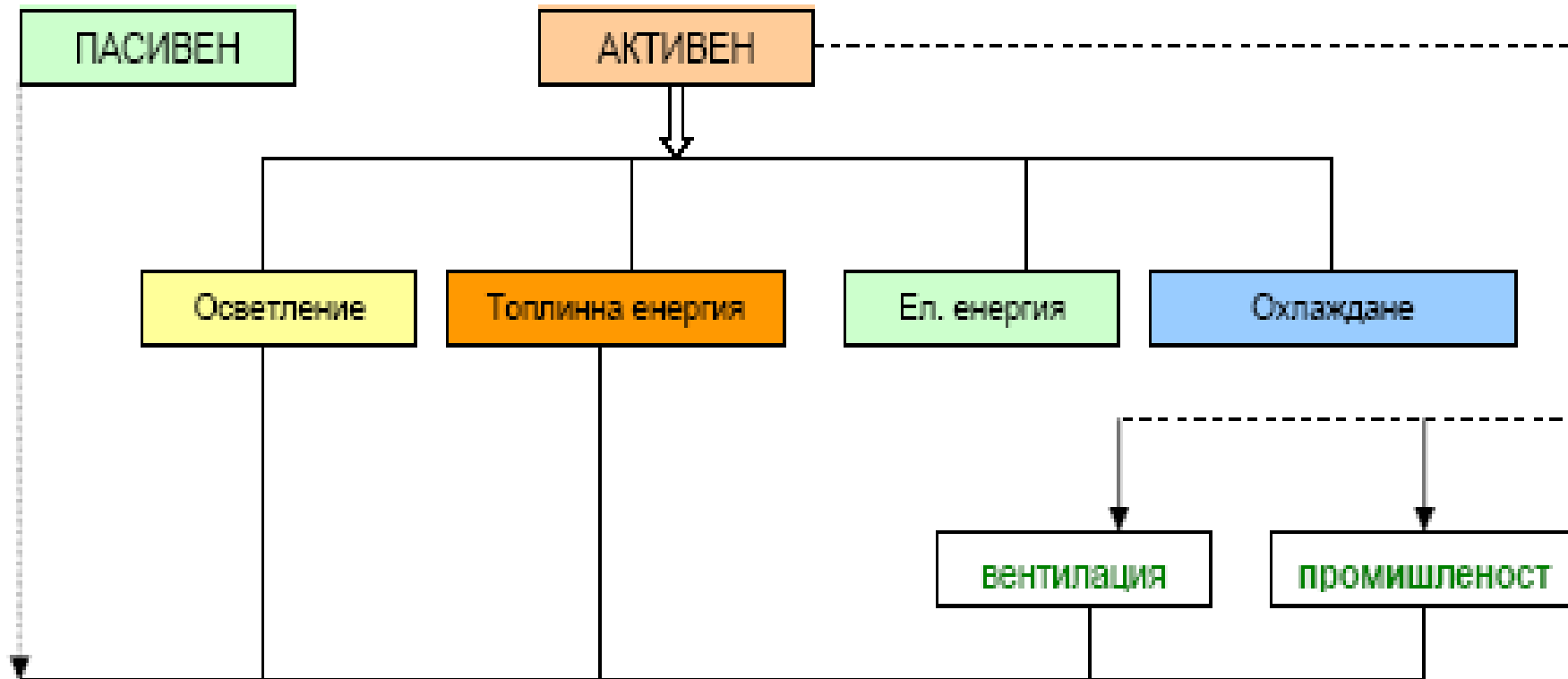
## **ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СИСТЕМИ**

- Директни (слънчеви панели);
- Индиректни (неколкократна трансформация на слънчевата енергия с турбогенератор, топлина – механична енергия - електрическа).

## **ХИБРИДНИ СИСТЕМИ**

# МЕТОДИ НА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА СЛЪНЧЕВАТА ЕНЕРГИЯ

Според принципа на усвояване на слънчевата енергия и технологичното развитие – пасивен и активен.



# ПРИНЦИП НА РАБОТА

ЕНЕРГИЯ НА СЛЪНЧЕВИТЕ ЛЪЧИ



ТОПЛИНА





## ПРИЛОЖЕНИЕ НА СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ

- *загряване на вода за битови нужди /БГВ/;*
- *загряване на вода за технологични нужди;*
- *подпомагане на отоплението на помещения;*
- *подгряване на вода за плувни басейни;*
- *предварително подгряване на пресен въздух;*
- *слънчево охлаждане.*



# КЛАСИФИКАЦИЯ НА ТЕРМИЧНИ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ

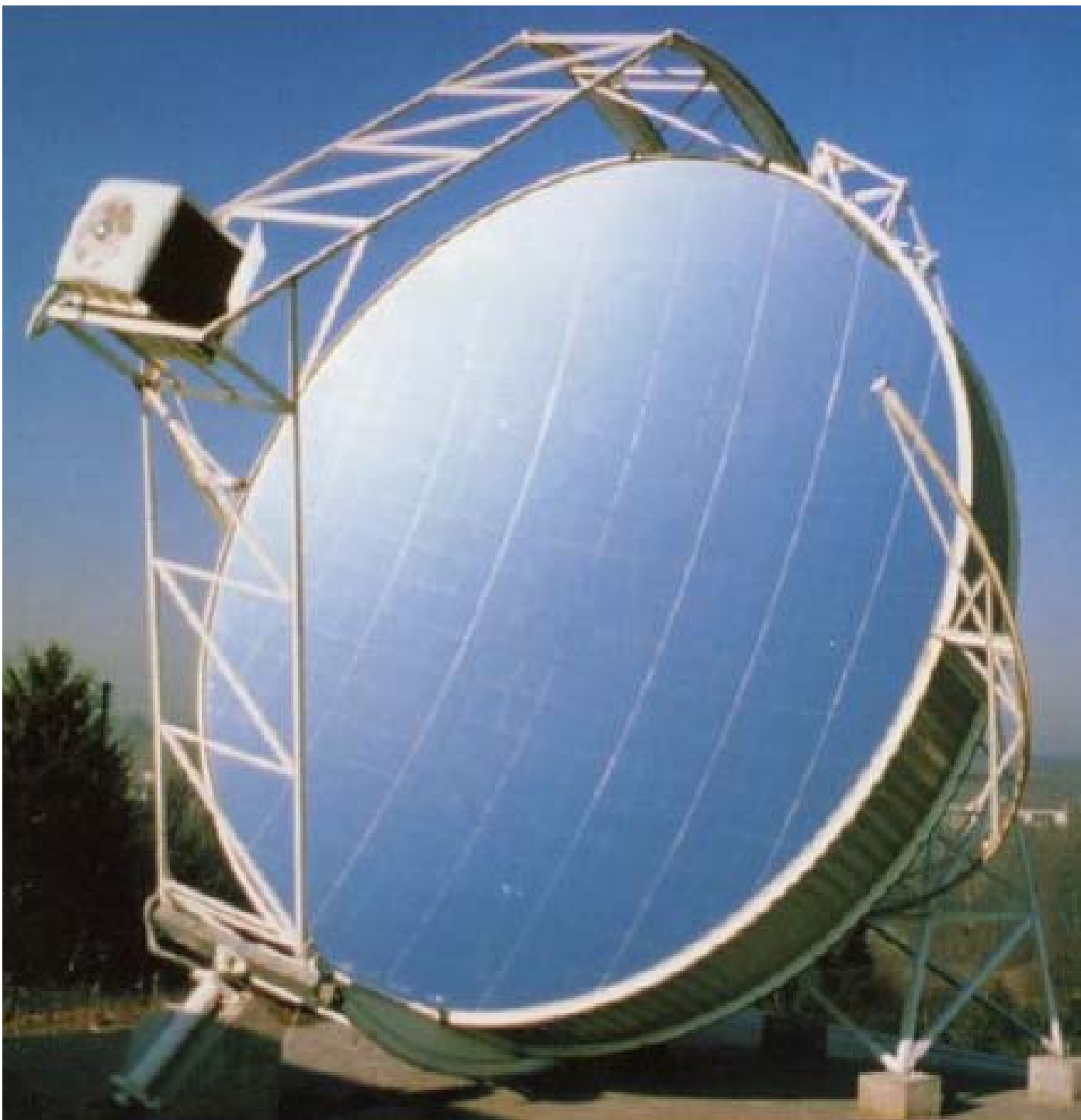
- **Според влиянието на конструкцията на колектора върху интензитета**
  - слънчеви колектори без концентрация;
  - концентриращи слънчеви колектори.
- **Според вида на топлоносителя**
  - течен топлоносител;
  - газообразен топлоносител.
- **Според работната температура на топлоносителя /  $t_T$  /**
  - нискотемпературни колектори - плоски колектори  $t_T < 80^\circ\text{C}$  ;
  - средно температурни колектори - вакуумно-тръбни колектори  $t_T = 80^\circ\text{C} \div 150^\circ\text{C}$ ;
  - високотемпературни - концентриращи колектори  $t_T > 150^\circ\text{C}$ .

## ПЛОСКИ КОЛЕКТОРИ



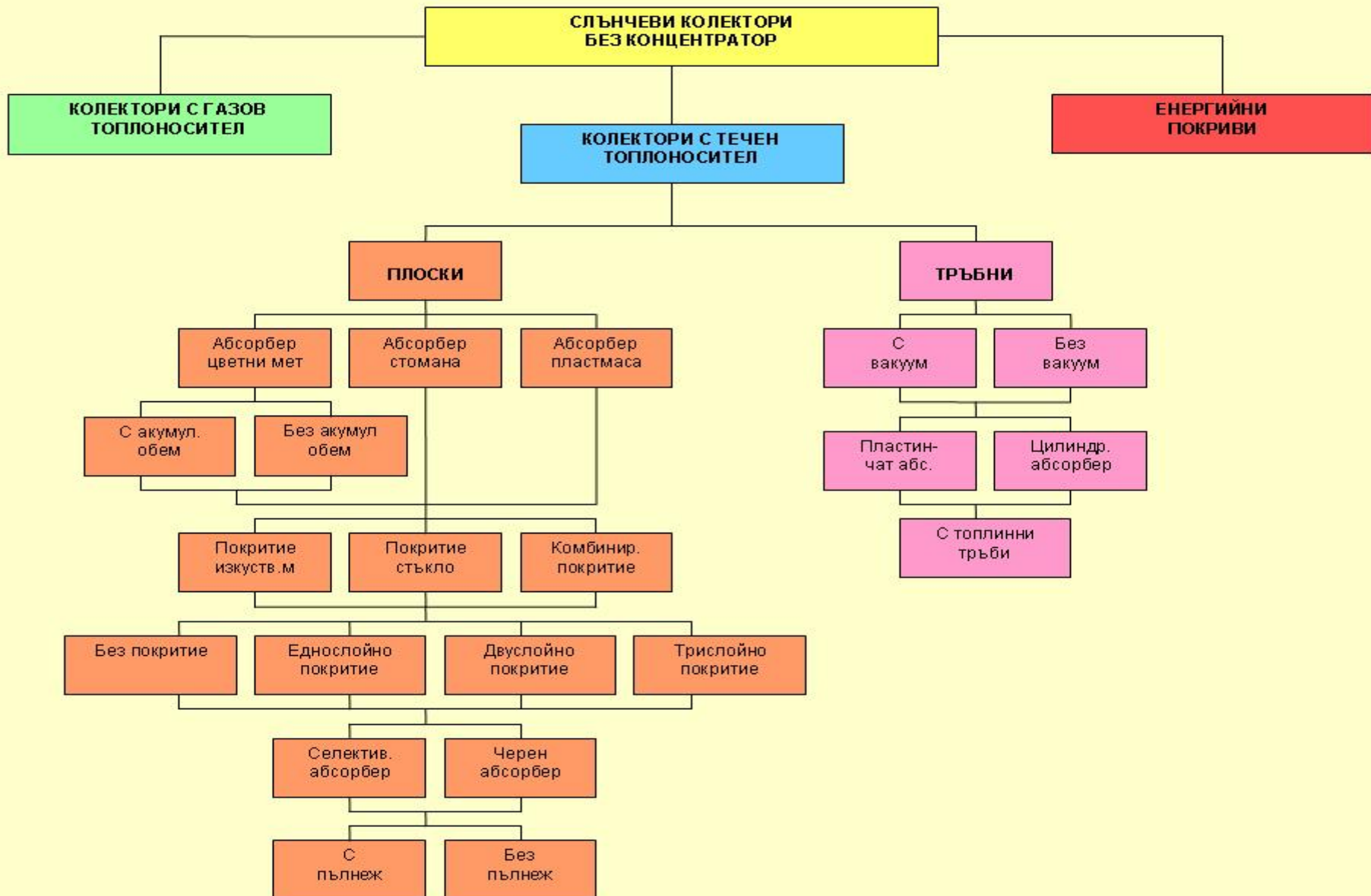
# ВАКУУМНО-ТРЪБНИ КОЛЕКТОРИ



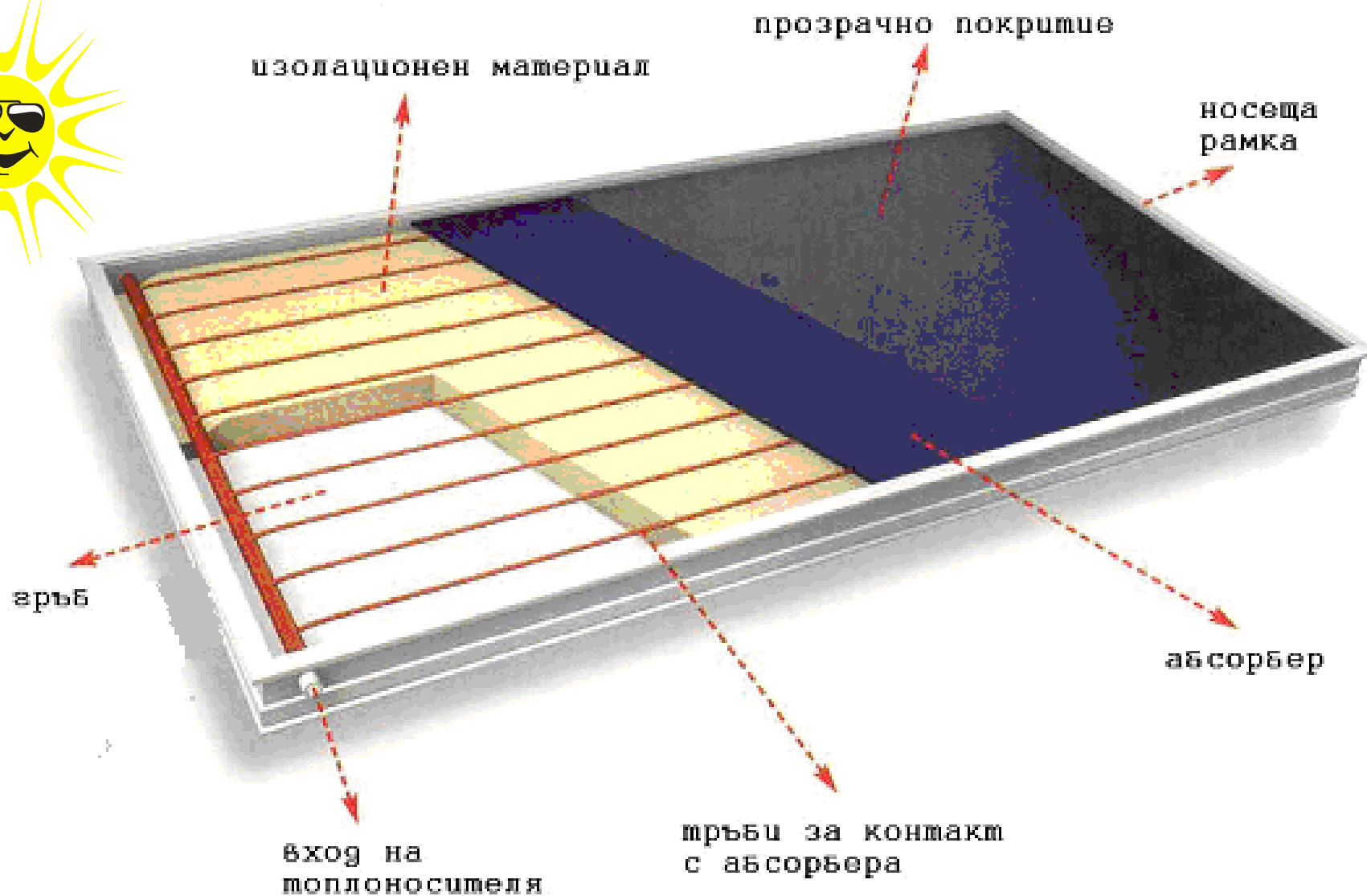


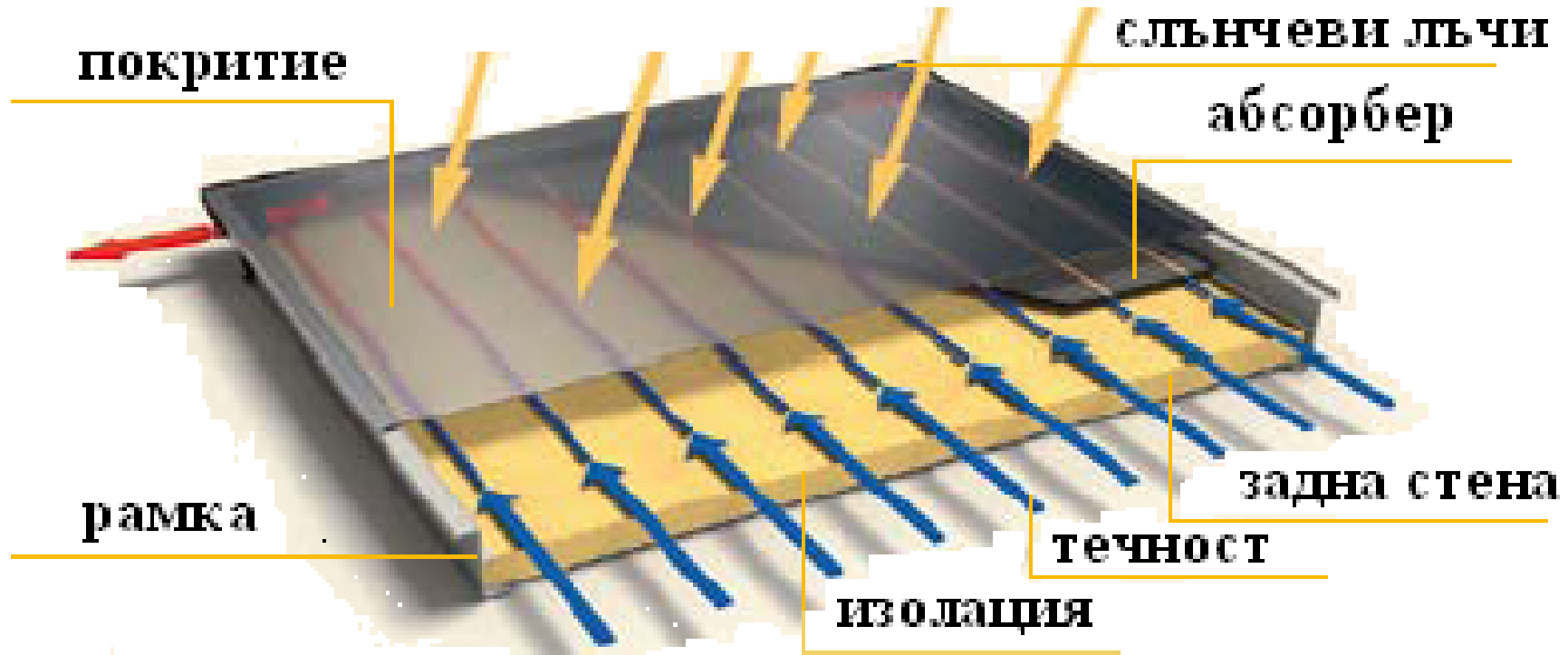
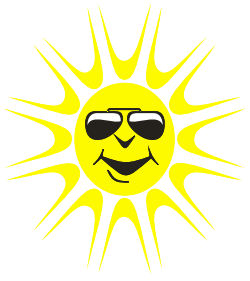
**К  
О  
Н  
Ц  
Е  
Н  
Т  
Р  
И  
Р  
А  
Ц  
И**

# КЛАСИФИКАЦИЯ НА СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ БЕЗ КОНЦЕНТРАЦИЯ



# ПЛОСКИ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ С ТЕЧЕН ТОПЛОНОСИТЕЛ





покритие

слънчеви лъчи

абсорбер

рамка

задна стена

течност

изолация

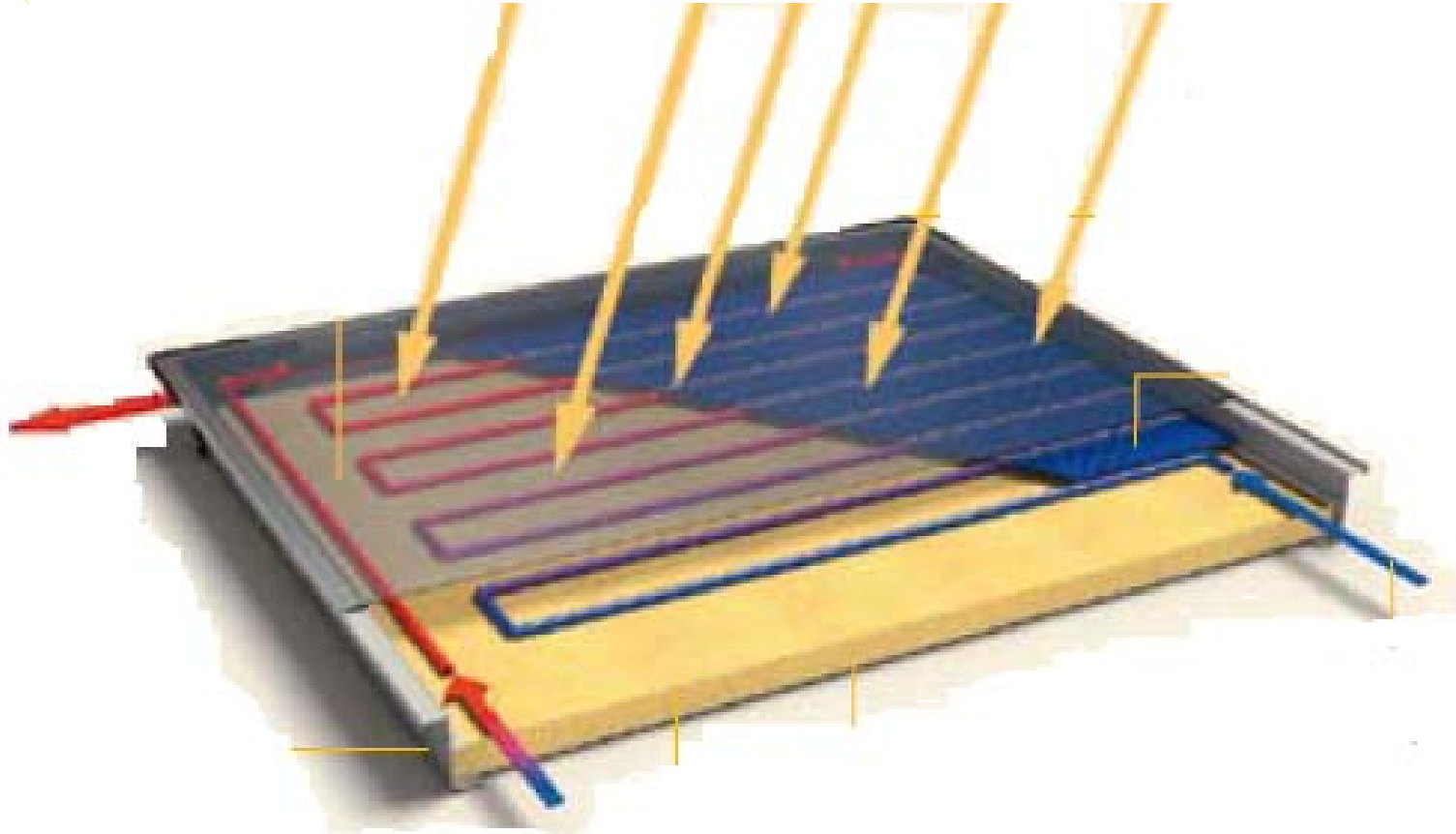
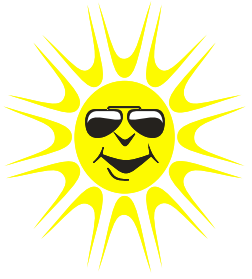
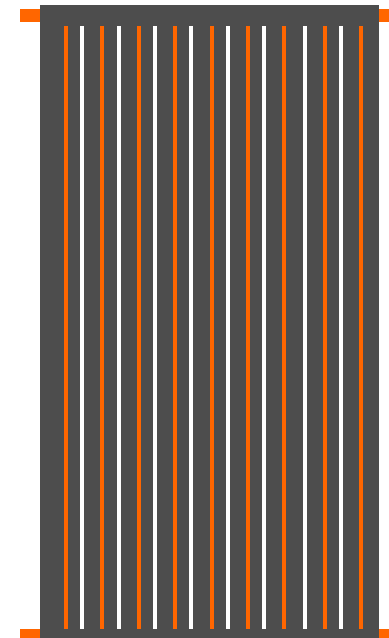
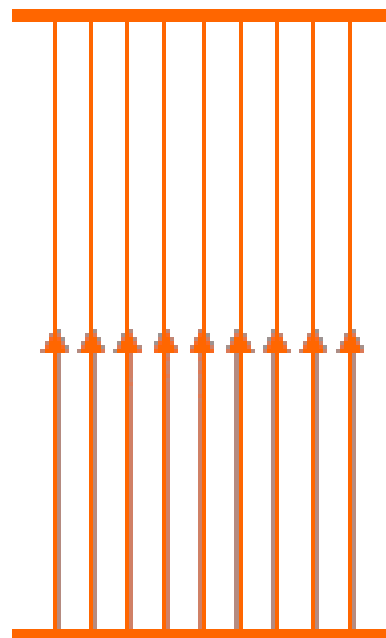
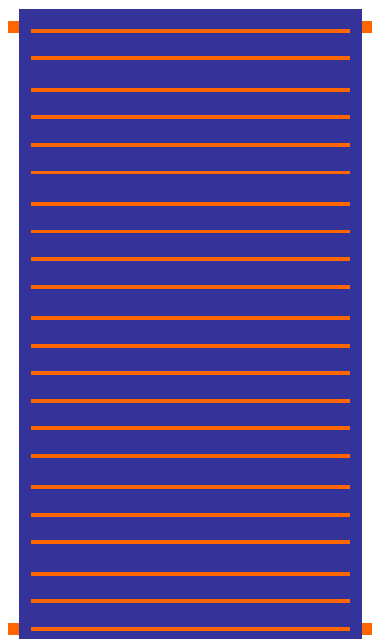
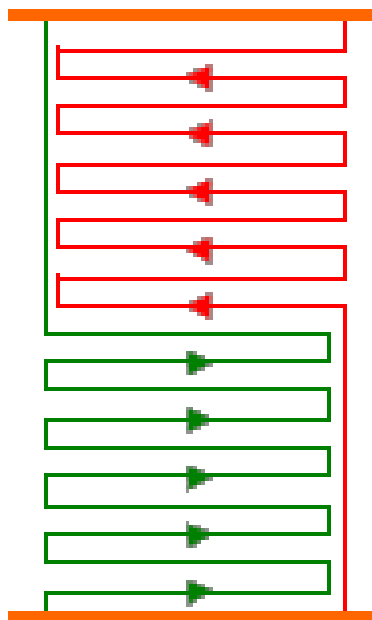


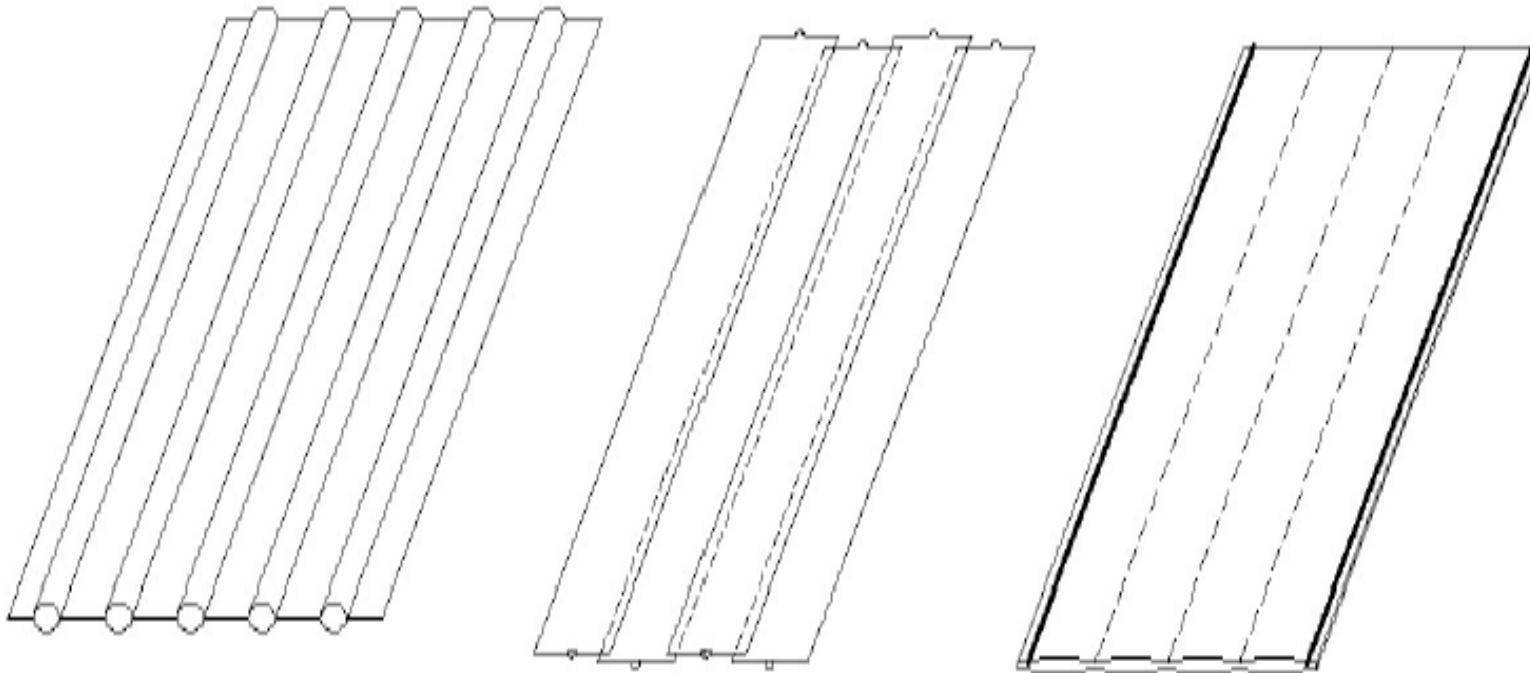
Figure 10.10



# ТРЪБНА МРЕЖА



## КОНФИГУРАЦИИ НА АБСОРБЕРИ



Тръба - лист

Тръба - ребро

Заварени листове

## ТЕНДЕНЦИИ ЗА УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА СЛЪНЧЕВИТЕ КОЛЕКТОРИ

- повишаване на краткосрочните и дългосрочни характеристики;
- повишаване на изискванията към технологията на изработване на слънчеви колектори;
- понижаване на специфичната маса на колекторите;
- поевтиняване на колекторите.

*Реализацията на тези тенденции става чрез следните специфични особености на конструктивните решения:*

- използване на високоефективни изолационни материали, с което се постига понижаване на коефициента на загубите и намаляване на масата на колекторите;
  - покриване на абсорбера със селективен слой;
  - поставяне на абсорбера във вакуумно пространство или модифициране на пространството;
  - изработване на абсорбера от цветни метали за повишаване на корозионната устойчивост;
  - лесна подмяна на прозрачните покрития;
  - избор на подходящи уплътнения.

## ВАКУУМНО-ТРЪБНИ КОЛЕКТОРИ (СРЕДНО ТЕМПЕРАТУРНИ)



## ХАРАКТЕРИСТИКИ

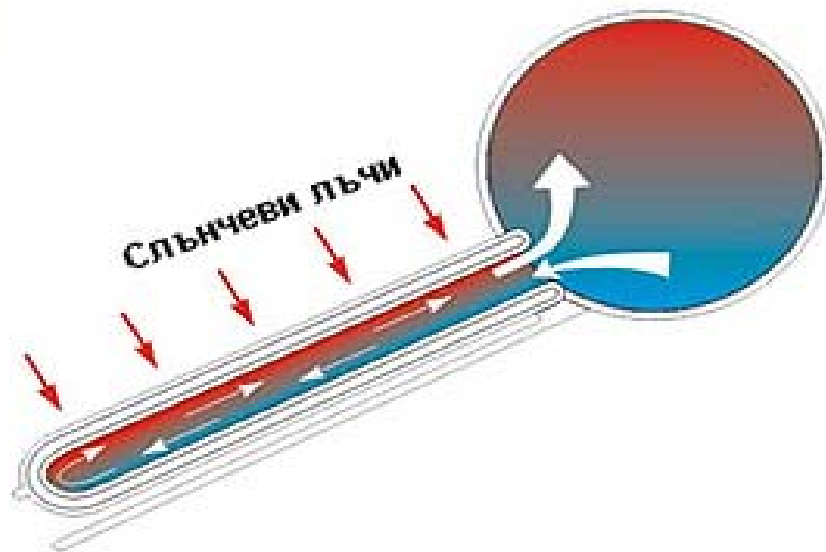
- По-висок коефициент на полезно действие от този на плоските колектори;
- По-ниски загуби от отражение на слънчевта радиация;
- Практически имат цяло сезонна използваемост и постоянна дневна използваемост;
- Геометричната им форма позволява максимално усвояване на дневната слънчева радиация;
- По-сложна конструкция, по-скъпи;
- Замърсяването им е минимално, но бавно размразяване на скреж и сняг поради добра вакуумна изолация от околната среда.

### *Видове*

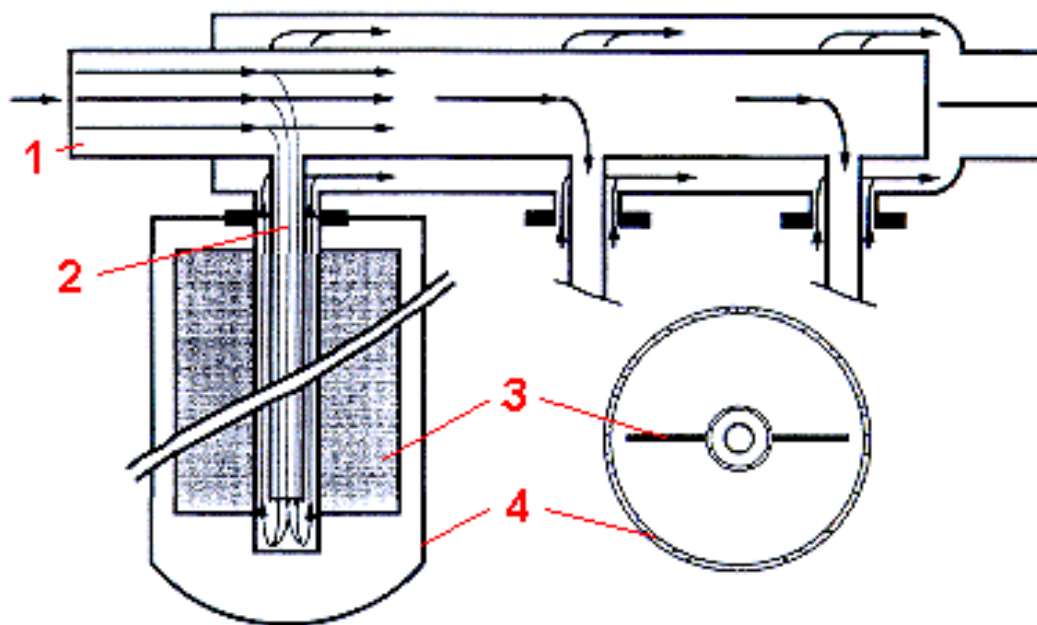
- Пряко загряване – термосифонен принцип;
- Непряко загряване – топлинна тръба.

## ПРЯКО ЗАГРЯВАНЕ – ТЕРМОСИФОНЕН ПРИНЦИП

Вакуумно тръбните колектори представляват две стъклени тръби, изработени от боро - силикатно стъкло. Външната тръба е прозрачна и позволява преминаване на слънчеви лъчи през нея с минимално отразяване. Вътрешната тръба има функцията на абсорбер със специално селективно покритие, което способства за максимално поглъщане на слънчевата радиация, при минимални рефлексни свойства. Двете тръби са слепени и въздуха между тях е изтеглен, тоест в среда на вакуум. Вакуума дава високи изолационни качества на съоръжението. Загряването на водата при тези слънчеви водонагреватели се основава на принципа на “термосифоният ефект” – осигурява се от потоци с различна температура,- студеният поток, навлиза в тръбата, като под действие на естествената циркулация топлият поток се изкачва в горния регистър на тръбата. Този принцип се нарича още и пряк, тъй като работния флуид остъпва директно във вакуумните тръби.



# ПРЯКО ЗАГРЯВАНЕ – ВАКУУМНО ТРЪБНИ КОЛЕКТОРИ



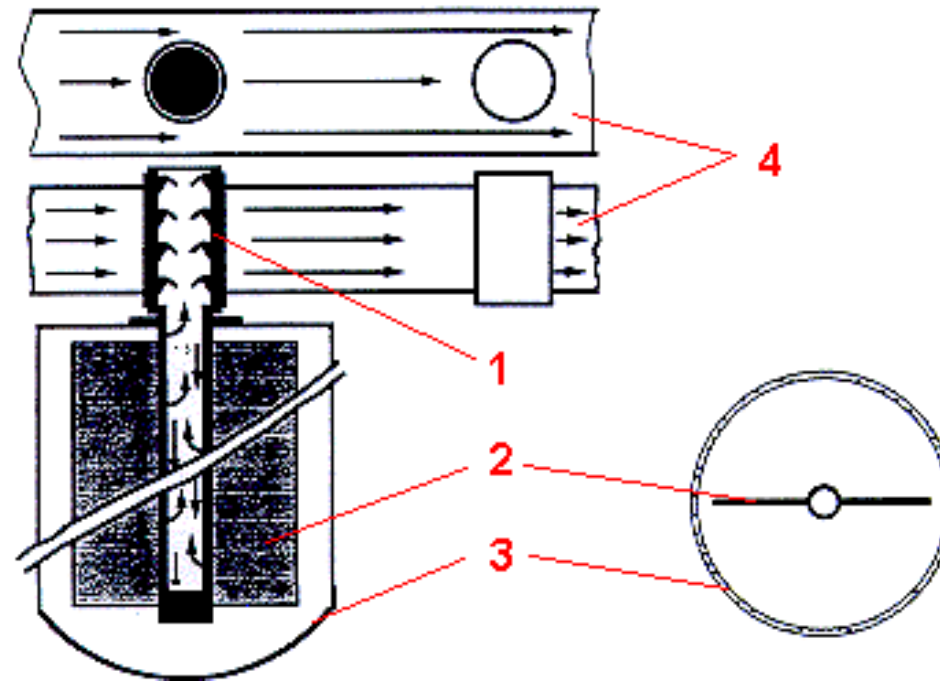
1. Колектор

2. Стъклена тръба

3. Абсорбер

4. Стъклена тръба

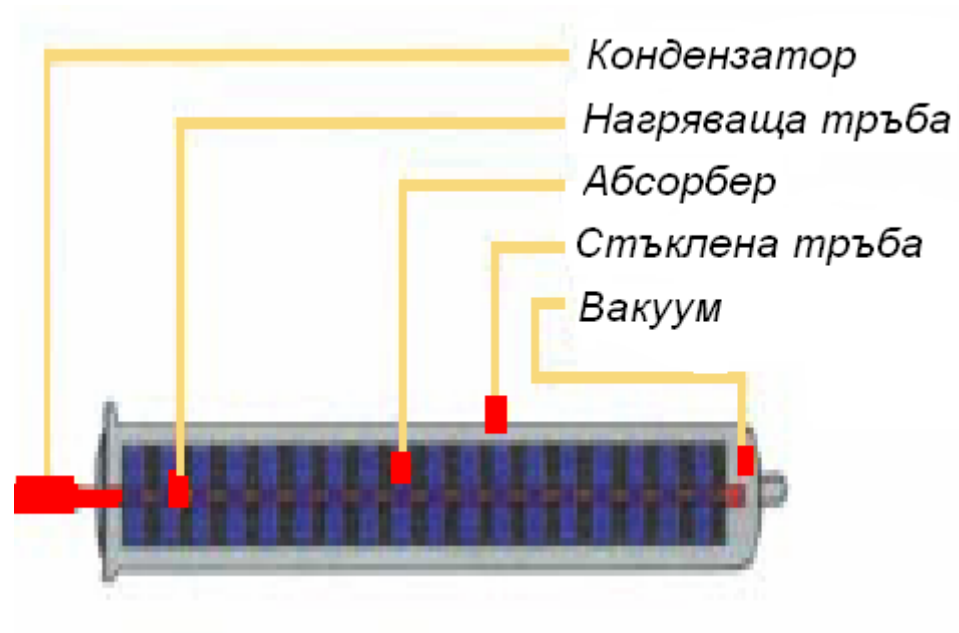
## ТОПЛИННА ТРЪБА



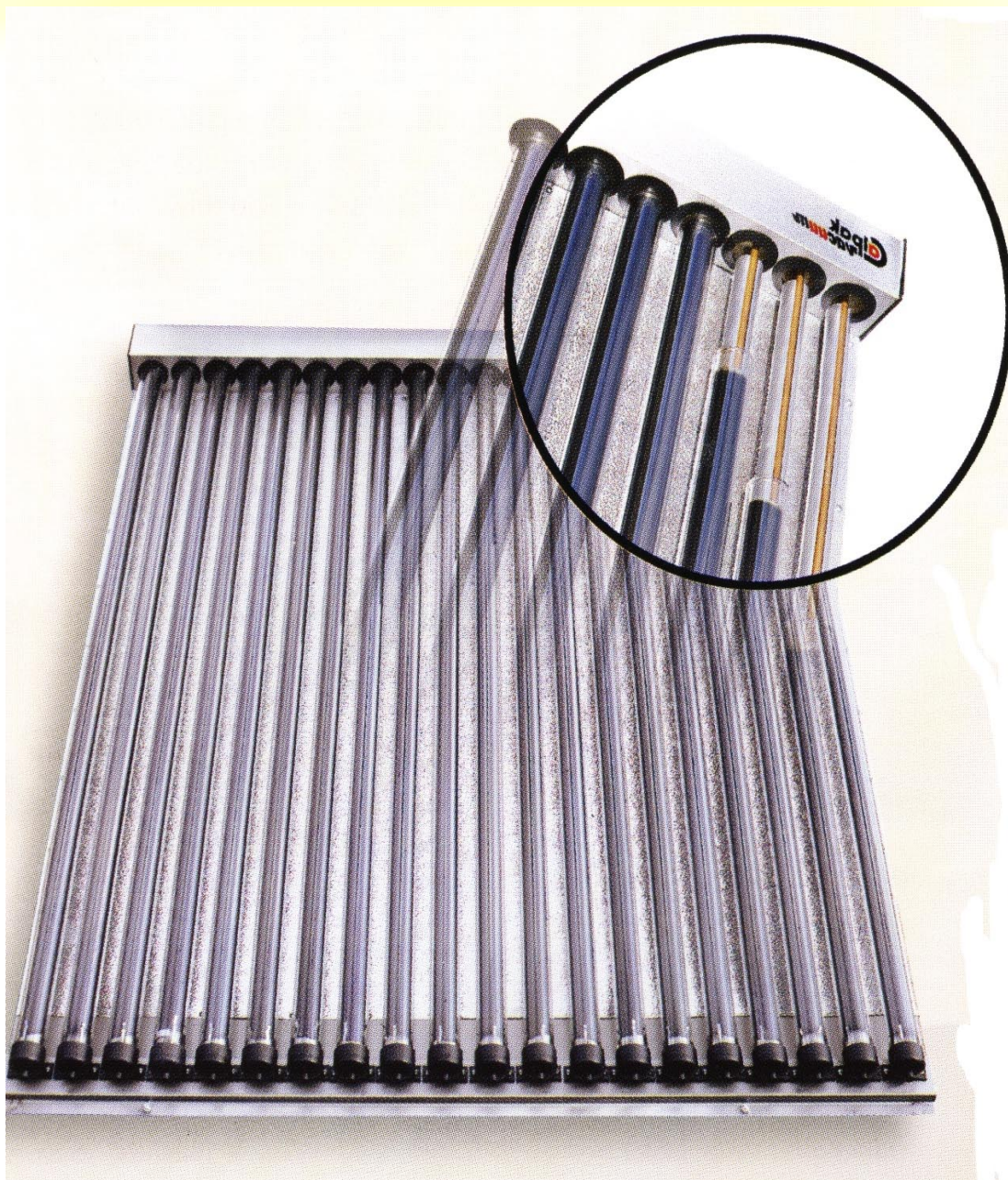
1. *Топлинна тръба – пълна с бързо изпаряваща се течност, (постоянен цикъл на изпарение и кондензация), вътрешността вакуумирана;*
2. *Абсорбер – разположен около топлинната тръба*
3. *Стъклена тръба – среда между тръбите вакуум (за изолация и да осигури необходими параметри за работната течност);*
4. *Колектор*



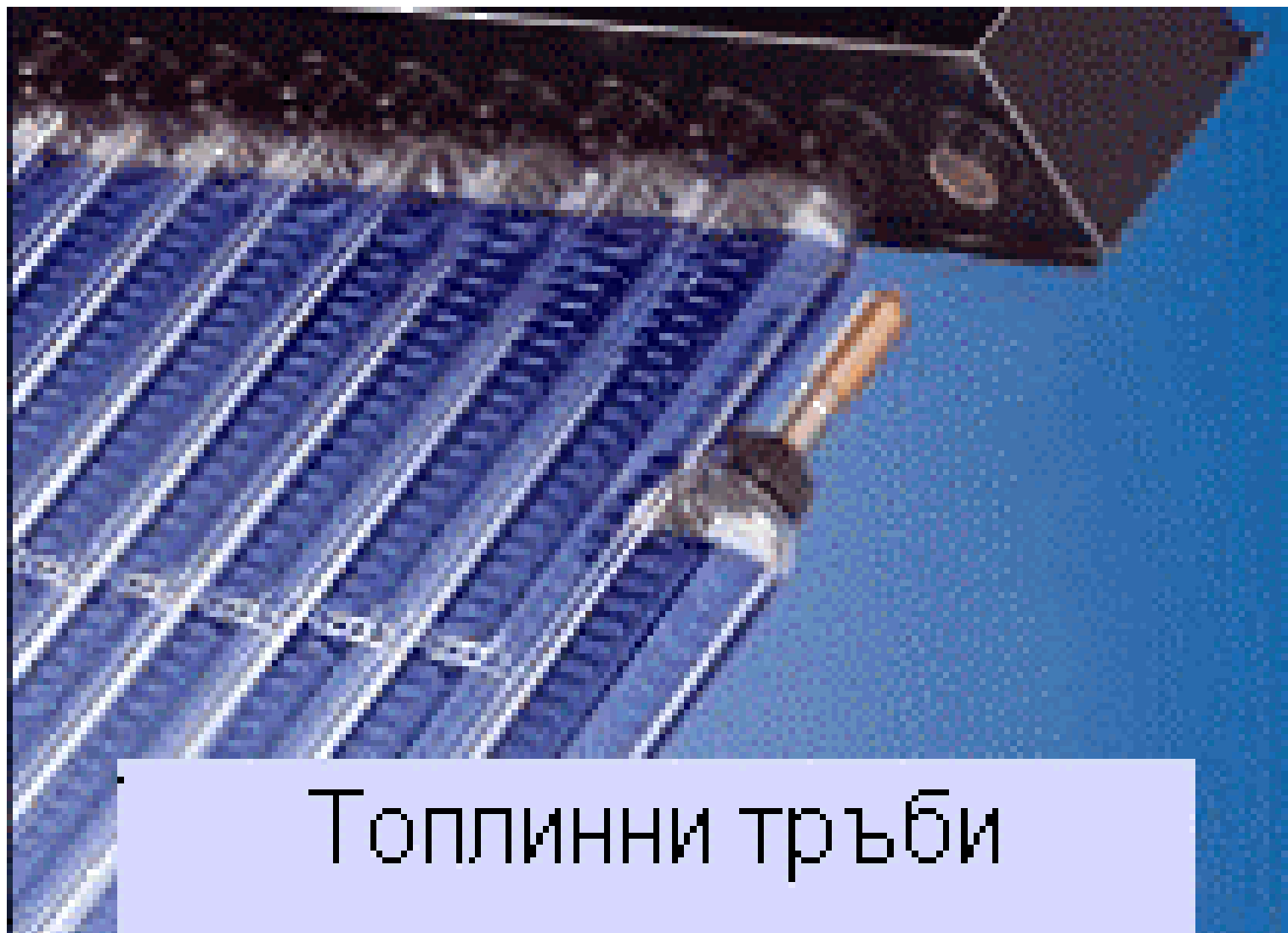
## НЕПРЯКО ЗАГРЯВАНЕ – ТОПЛИННА ТРЪБА



# ВАКУУМ-ТРЪБНИ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ - ОБИКНОВЕНИ



# ВАКУУМ-ТРЪБНИ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ С ТОПЛИННИ ТРЪБИ



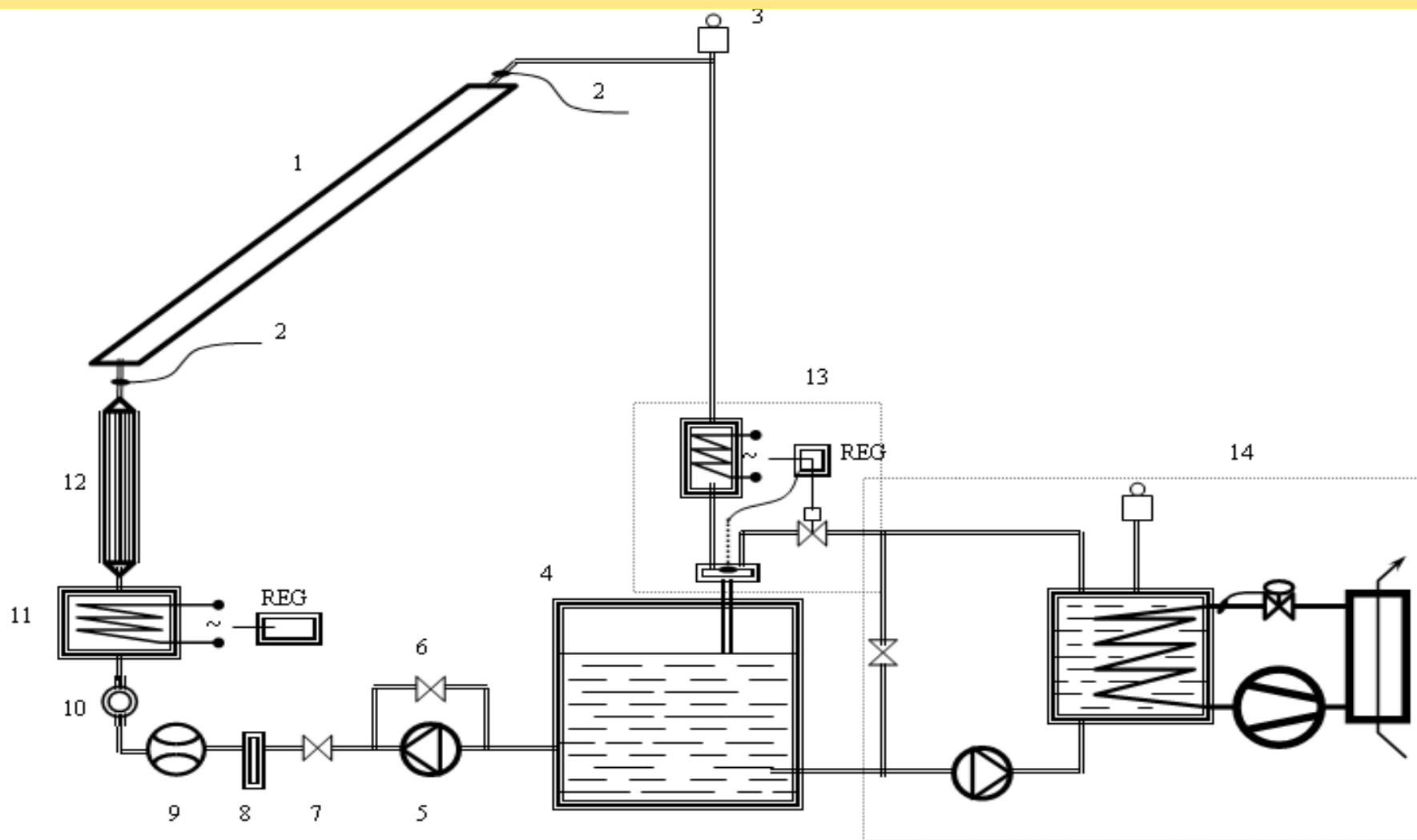
Топлинни тръби

## ЕВРОПЕЙСКИ СТАНДАРТ

### ВИДОВЕ ТЕСТОВЕ НА ВОДНИ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ

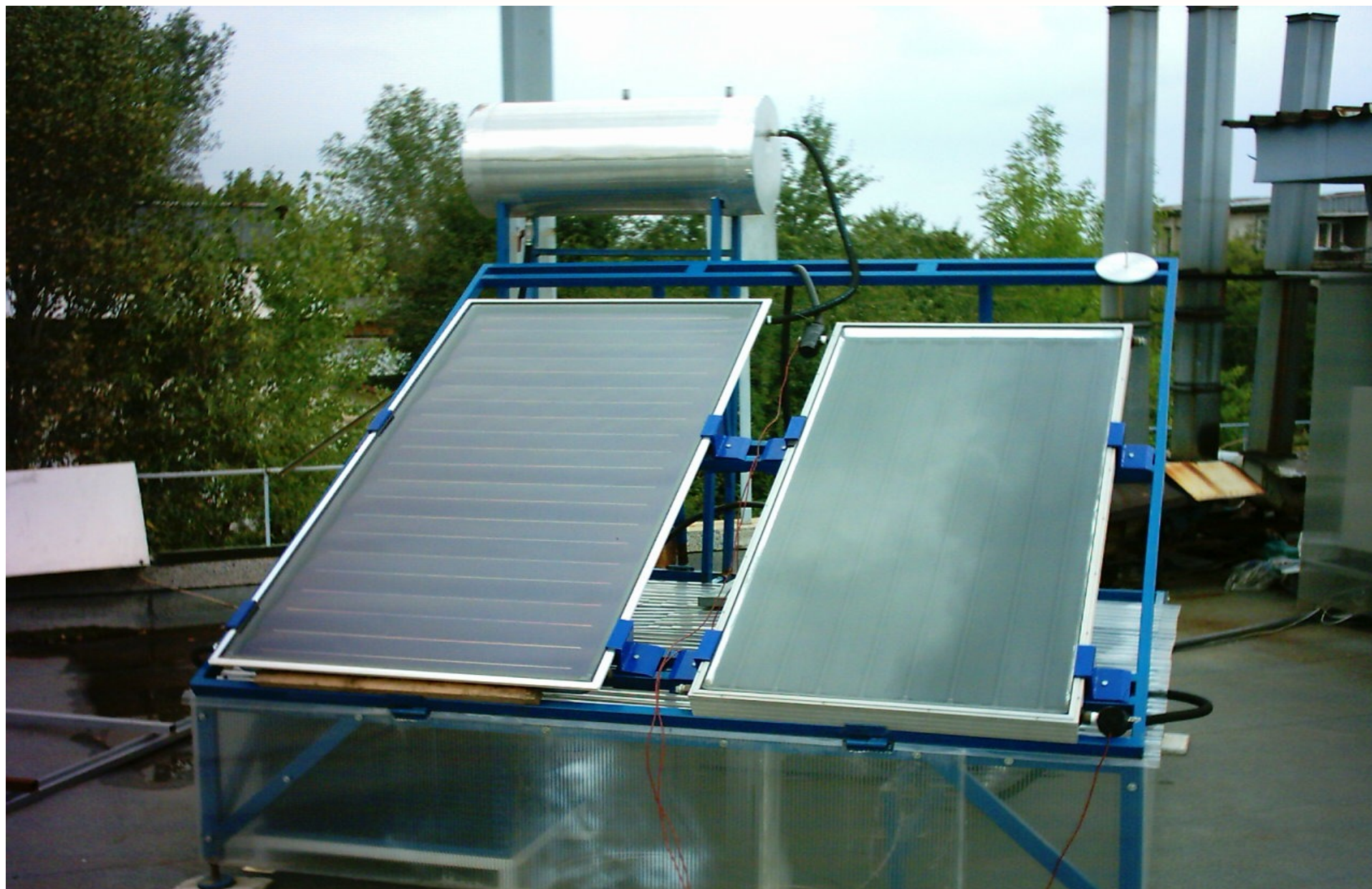
- тест за определяне на максимално вътрешно налягане;
- тест за издръжливост на максимална температура при отсъствие на топлоносител;
- тест за устойчивост при продължително облъчване в неработно състояние;
- тест за стабилност при рязко охлаждане;
- тест за водопроницаемост;
- определяне на времеконстанта;
- тест за определяне на ефективен топлинен капацитет;
- тест за изменение на ефективността в зависимост от ъгъла на падане на слънчевите лъчи;
- тест за хидравлично съпротивление;
- тест за ефективност.

# СТЕНД ЗА ТЕСТВАНЕ НА ВОДНИ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ПО ЕВРОПЕЙСКИТЕ СТАНДАРТИ



1-тестван слънчев колектор, 2-температурни сензори, 3-разширителен съд, 4-резервоар, 5-помпа, 6-байпас, 7-регулиращ вентил, 8-филтър, 9-разходомер, 10-наблюдателно стъкло, 11-прецизен терморегулатор, 12-демпфер, 13-смесителен блок, 14-охлаждащ агрегат.

# Стенд за тестване на водни слънчеви колектори



## МОМЕНТНА ТОПЛИННА ЕФЕКТИВНОСТ

Моментната топлинна ефективност на слънчевия колектор се определя от отношението на отведения от слънчевия колектор топлинен поток  $Q_{ск}$  и падналия върху слънчевия колектор поток от слънчевата енергия  $Q_{пад}$ .

$$\eta_{ск} = Q_{ск} / Q_{пад}, [\%]$$

$$\eta_{ск} = Q_{ск} / A_{ск} \cdot G, [\%]$$

Реалният топлинен поток  $Q_{ск}$  отнесен към входящата температура на топлоносителя в колектора се определя от уравнението

$$Q_{ск} = F_r \cdot A_{ск} \cdot [G \cdot (\tau\alpha) - U_o \cdot (T_m - T_a)], [W]$$

Където  $F_r$  е коефициент на отвеждане на топлина

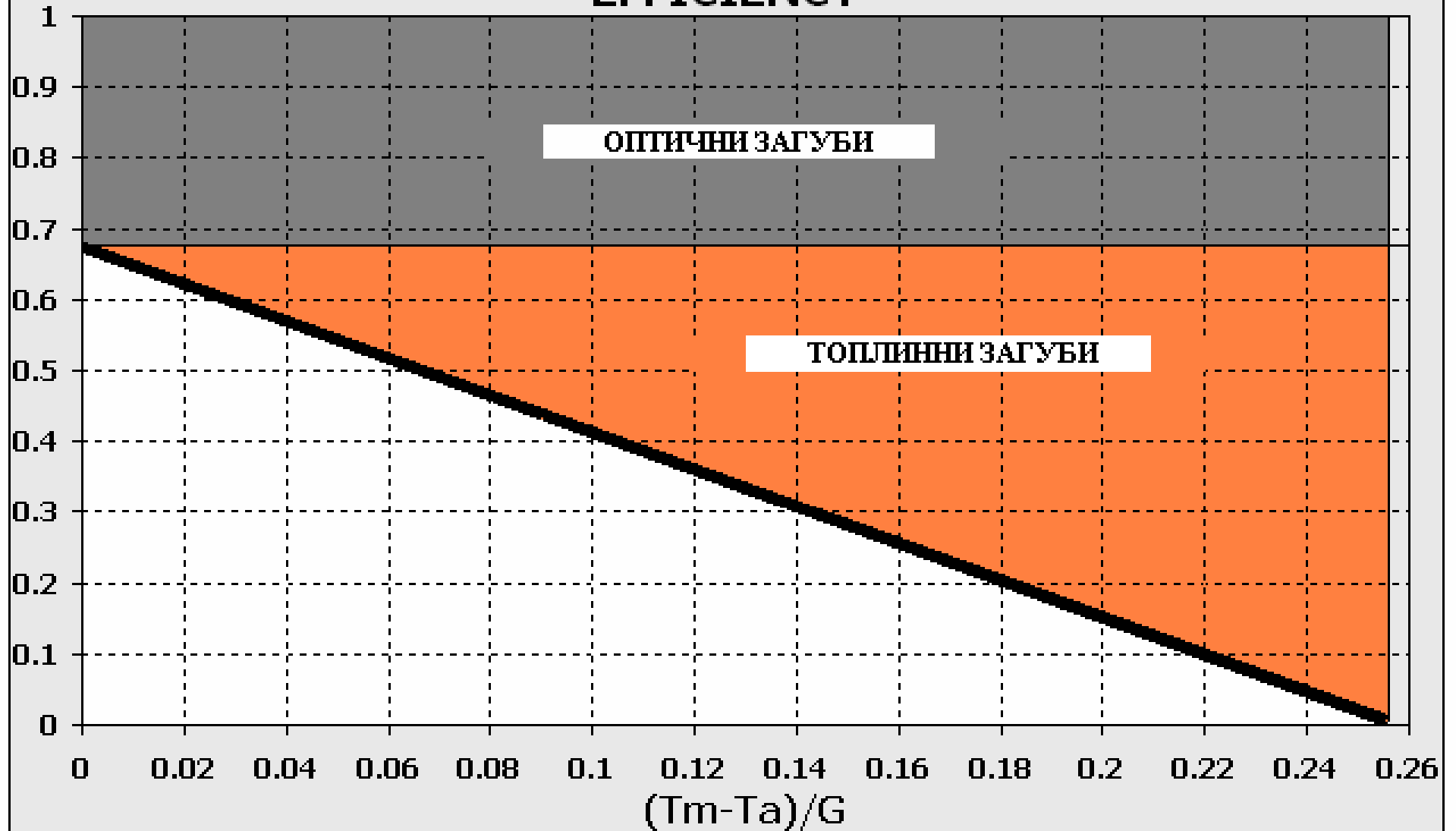
$U_o$  – коефициент на топлинни загуби

$$\eta_{ск} = F_r \cdot (\tau\alpha) - F_r \cdot U_o \cdot (T_m - T_a) / G, [\%]$$

Ъгловият коефициент  $F_r \cdot U_o$  и ординатата  $F_r \cdot (\tau\alpha)$  при нулев аргумент  $(T_m - T_a) / G = 0$ ; отразява **конструктивните особености** на колекторите.

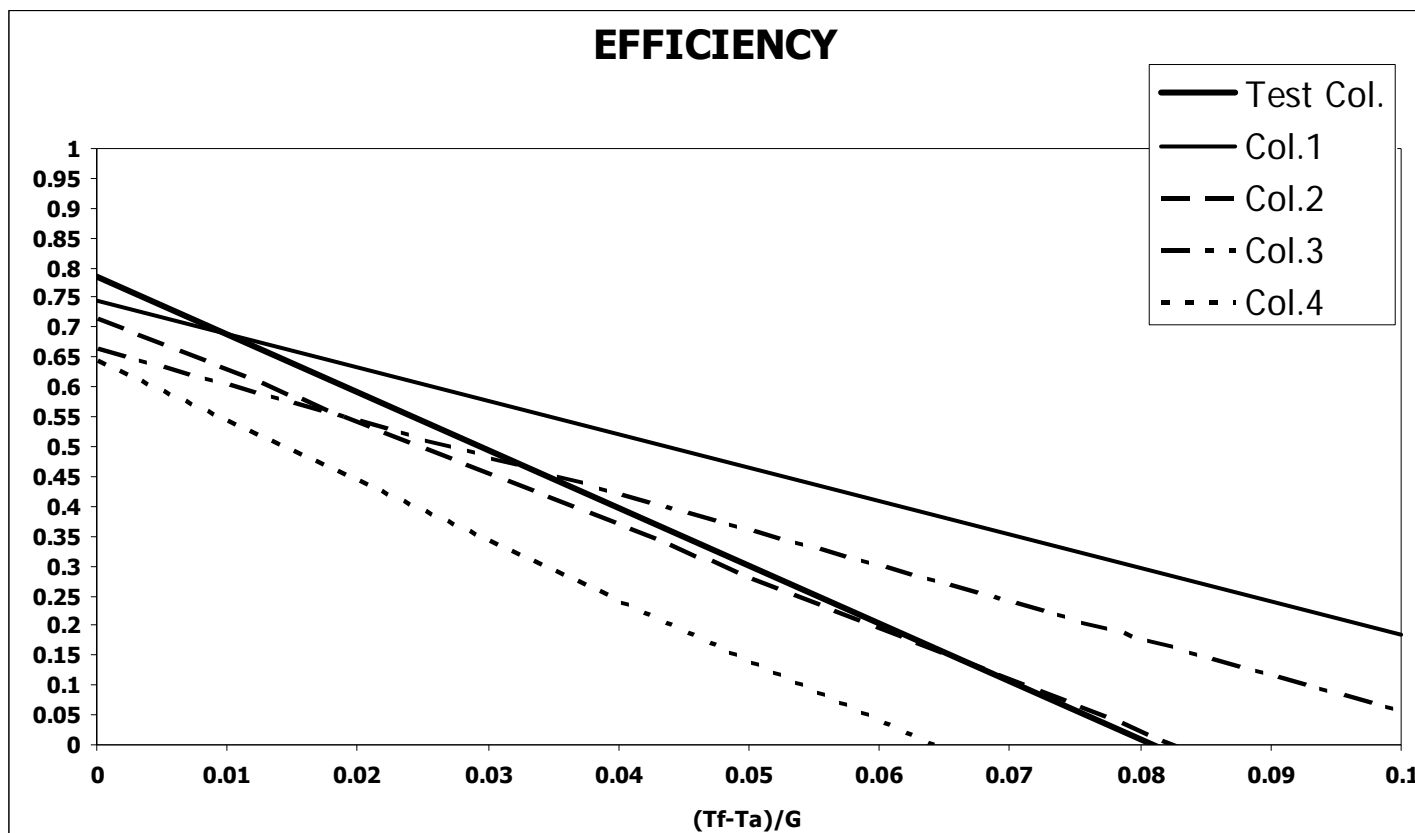
Комплексът  $(T_m - T_a) / G$  отразява влиянието на **експлоатационни фактори** на колектора. Ефективността е линейна функция от този комплекс.

# EFFICIENCY

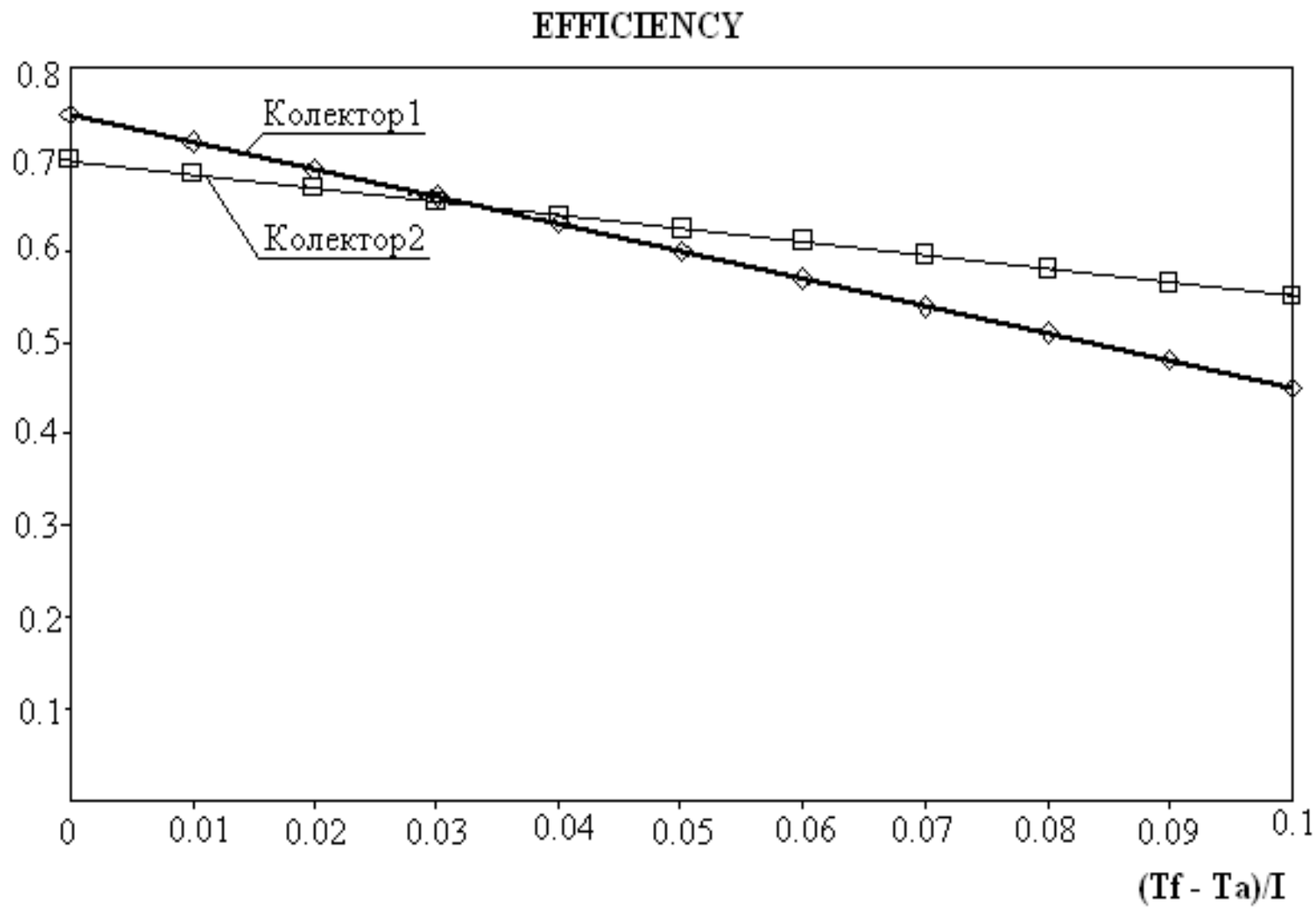




# Сравнителна графика за топлинните ефективности на водни слънчеви колектори.



# СРАВНИТЕЛНА ГРАФИКА НА ТОПЛИННАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ВАКУУМНО-ТРЪБНИ СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ



# Енергийни характеристики

Оценка на годишния слънчев добив за битова гореща вода на слънчев колектор, за климатичните условия на Р. България.

- **СУМАРНО КОЛИЧЕСТВО ТОПЛИНА Q**, абсорбирано за един ден от изследвания слънчев колектор

$$Q = I \cdot \eta \cdot A, [\text{MJ/ден}]$$

- **КОЛИЧЕСТВОТО ВОДА M**, която може да бъде загрята за един ден от съответния слънчев колектор

$$M = Q / \text{ср. } \Delta t, [\text{kg/ден}]$$

- **МЕСЕЧЕН СЛЪНЧЕВ ДОБИВ НА ТОПЛИННА ЕНЕРГИЯ – E**, [kWh]

## Енергийна оценка на слънчеви колектори при $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$ , за гр. София, I зона

питейна вода  $T = 10^{\circ}\text{C}$ , до БГВ  $T = 60^{\circ}\text{C}$

месец	I MJ/ ( $\text{m}^2\text{ден}$ )	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_1 - \eta_2$	$Q_1$ MJ/ден	$Q_2$ MJ/ден	$M_1$ kg/ден	$M_2$ kg/ден	$E_1$ kWh	$E_2$ kWh
1	8.25	0.611	0.631	-0.020	10.09	10.40	48	50	87	90
2	11.39	0.619	0.635	-0.016	14.10	14.45	67	69	110	112
3	13.18	0.637	0.644	-0.007	16.80	16.97	80	81	145	146
4	15.48	0.658	0.654	0.004	20.37	20.25	97	97	170	169
5	16.29	0.676	0.663	0.013	22.03	21.60	105	103	171	168
6	17.27	0.689	0.669	0.020	23.80	23.13	114	110	205	199
7	19.36	0.698	0.674	0.024	27.02	26.09	129	125	233	225
8	19.99	0.696	0.673	0.022	27.84	26.91	133	129	240	232
9	17.99	0.681	0.665	0.016	24.49	23.94	117	114	204	200
10	16.59	0.661	0.655	0.006	21.92	21.74	105	104	189	187
11	8.22	0.638	0.644	-0.006	10.49	10.59	50	51	87	88
12	5.78	0.620	0.635	-0.015	7.17	7.34	34	35	62	63
									<b>1903</b>	<b>1879</b>

$Q$  - сумарно количество топлина;  $M$  - количество вода;

$E$  - месечен слънчев добив на топлинна енергия

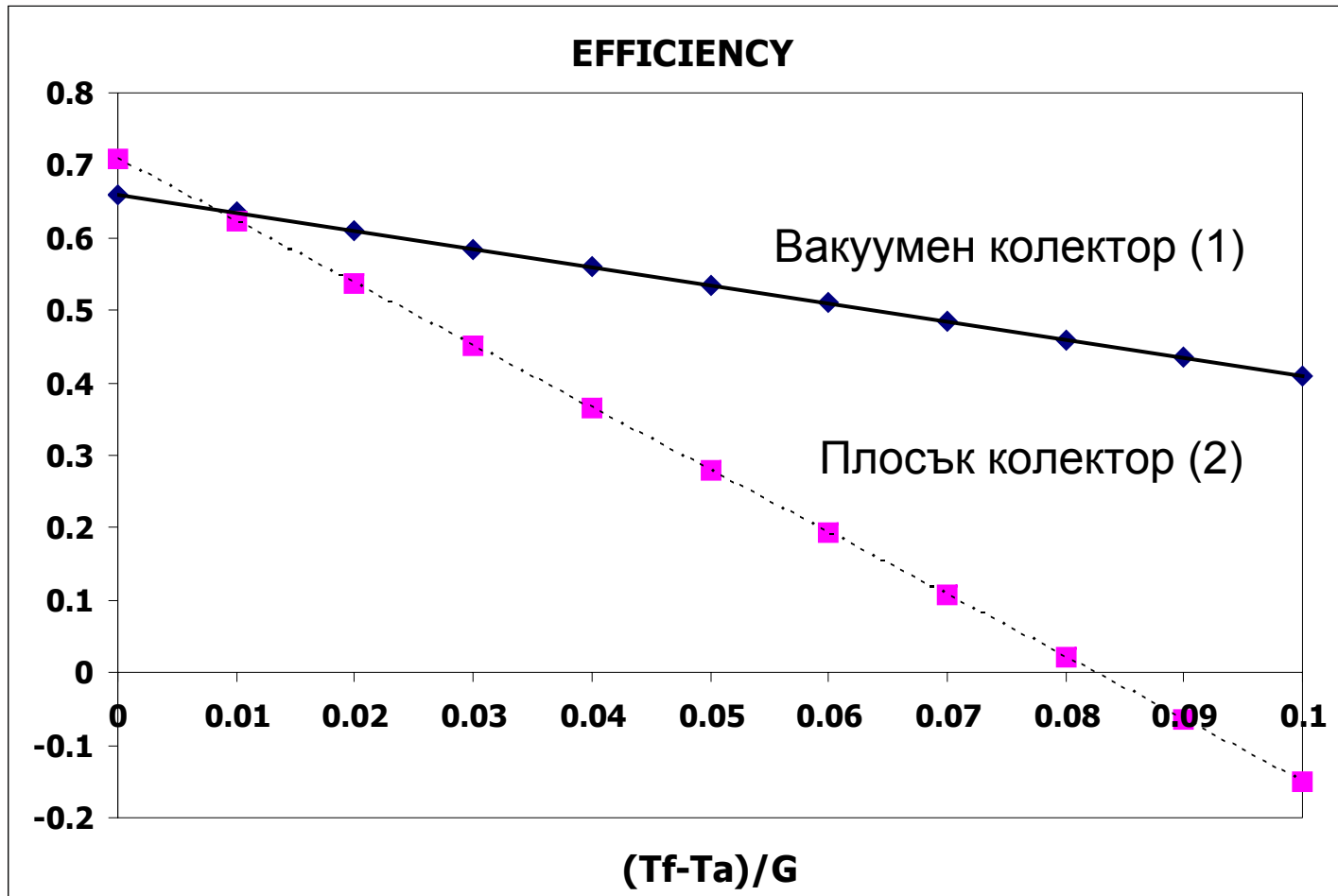
## Енергийна оценка на слънчеви колектори при $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$ , за гр. Русе, II зона

месец	I MJ/ ( $\text{m}^2\text{ден}$ )	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_1 - \eta_2$	Q <sub>1</sub> MJ/ден	Q <sub>2</sub> MJ/ден	M <sub>1</sub> kg/ден	M <sub>2</sub> kg/ден	E <sub>1</sub> kWh	E <sub>2</sub> kWh
1	6.87	0.612	0.631	-0.019	8.41	8.67	40	41	72	75
2	11.03	0.616	0.633	-0.017	13.59	13.96	65	67	106	109
3	13.80	0.642	0.646	-0.004	17.72	17.83	85	85	153	154
4	16.38	0.667	0.658	0.009	21.85	21.57	104	103	182	180
5	17.11	0.686	0.668	0.018	23.48	22.86	112	109	183	178
6	17.52	0.699	0.675	0.024	24.50	23.64	117	113	211	204
7	19.44	0.709	0.679	0.030	27.55	26.41	132	126	237	227
8	19.06	0.707	0.678	0.029	26.94	25.86	129	124	232	223
9	18.12	0.691	0.670	0.021	25.04	24.30	120	116	209	203
10	13.12	0.668	0.659	0.009	17.51	17.28	84	83	151	149
11	7.50	0.644	0.647	-0.003	9.65	9.70	46	46	81	81
12	5.34	0.622	0.636	-0.014	6.64	6.79	32	32	57	59
									<b>1874</b>	<b>1842</b>

## Енергийна оценка на слънчеви колектори при $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$ , за гр. Сандански, III зона

месец	I MJ/ ( $\text{m}^2\text{ден}$ )	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_1 - \eta_2$	$Q_1$ MJ/ден	$Q_2$ MJ/ден	$M_1$ kg/ден	$M_2$ kg/ден	$E_1$ kWh	$E_2$ kWh
1	11.14	0.628	0.639	-0.011	13.99	14.24	67	68	121	123
2	14.43	0.635	0.642	-0.008	18.31	18.54	87	89	142	144
3	15.14	0.650	0.650	0.000	19.69	19.68	94	94	170	169
4	17.71	0.670	0.660	0.010	23.74	23.38	113	112	198	194
5	19.91	0.687	0.668	0.019	27.34	26.61	131	127	213	207
6	19.49	0.709	0.680	0.029	27.64	26.49	132	127	238	228
7	22.41	0.711	0.681	0.030	31.86	30.49	152	146	274	263
8	23.44	0.711	0.681	0.030	33.33	31.90	159	152	287	275
9	21.73	0.697	0.673	0.024	30.29	29.27	145	140	252	244
10	17.98	0.674	0.662	0.012	24.25	23.81	116	114	209	205
11	12.96	0.653	0.651	0.002	16.92	16.88	81	81	141	141
12	10.35	0.634	0.642	-0.008	13.13	13.29	63	64	113	115
									<b>2358</b>	<b>2308</b>

# СРАВНИТЕЛНА ГРАФИКА НА ТОПЛИННАТА ЕФЕКТИВНОСТ



# ЕНЕРГИЙНА ОЦЕНКА НА СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ПРИ $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$ , ЗА ГР. СОФИЯ, I ЗОНА

Месец	<b>G</b> MJ/m <sup>2</sup> ден	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_1 - \eta_2$	<b>Q<sub>1</sub></b> MJ/ден	<b>Q<sub>2</sub></b> MJ/ден	<b>M<sub>1</sub></b> kg/ден	<b>M<sub>2</sub></b> kg/ден	<b>E<sub>1</sub></b> kW.h	<b>E<sub>2</sub></b> kW.h
1	8.25	0.560	0.366	0.194	6.93	5.43	41	32	59	46
2	11.39	0.567	0.389	0.178	9.68	7.96	58	48	82	67
3	13.18	0.582	0.440	0.141	11.50	10.44	69	62	97	88
4	15.48	0.599	0.499	0.099	13.90	13.91	83	83	117	118
5	16.29	0.614	0.552	0.062	15.01	16.19	90	97	127	137
6	17.27	0.625	0.589	0.036	16.19	18.30	97	109	137	155
7	19.36	0.632	0.614	0.018	18.36	21.40	110	128	155	181
8	19.99	0.631	0.610	0.021	18.92	21.95	113	131	160	185
9	17.99	0.618	0.565	0.053	16.67	18.29	100	109	141	155
10	16.59	0.601	0.508	0.093	14.96	15.17	89	91	126	128
11	8.22	0.583	0.443	0.139	7.18	6.56	43	39	61	55
12	5.78	0.568	0.392	0.176	4.92	4.07	29	24	42	34
									<b>1303</b>	<b>1349</b>

1 - вакуумно-тръбен, 2 - плосък



# ЕНЕРГИЙНА ОЦЕНКА НА СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ПРИ $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$ , ЗА ГР. ВАРНА, II ЗОНА

Месец	G MJ/m <sup>2</sup> ден	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_1 - \eta_2$	Q <sub>1</sub> MJ/ден	Q <sub>2</sub> MJ/ден	M <sub>1</sub> kg/ден	M <sub>2</sub> kg/ден	E <sub>1</sub> kW.h	E <sub>2</sub> kW.h
1	8.70	0.569	0.397	0.172	7.43	6.22	44	37	63	53
2	10.98	0.572	0.407	0.165	9.42	8.04	56	48	80	68
3	13.87	0.582	0.442	0.140	12.11	11.04	72	66	102	93
4	16.34	0.598	0.497	0.101	14.66	14.62	88	87	124	124
5	17.68	0.615	0.555	0.060	16.31	17.67	97	106	138	149
6	18.04	0.635	0.624	0.011	17.19	20.27	103	121	145	171
7	19.78	0.640	0.642	-0.002	19.00	22.87	113	137	161	193
8	19.50	0.637	0.629	0.007	18.62	22.09	111	132	157	187
9	19.30	0.626	0.592	0.034	18.11	20.56	108	123	153	174
10	14.05	0.609	0.536	0.074	12.84	13.55	77	81	109	115
11	8.66	0.594	0.484	0.110	7.72	7.54	46	45	65	64
12	5.54	0.577	0.424	0.153	4.80	4.23	29	25	41	36
									<b>1337</b>	<b>1425</b>

(1 - вакуумно-тръбен, 2 – плосък)

## ЕНЕРГИЙНА ОЦЕНКА НА СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ПРИ $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$ , ЗА ГР. САНДАНСКИ, III ЗОНА

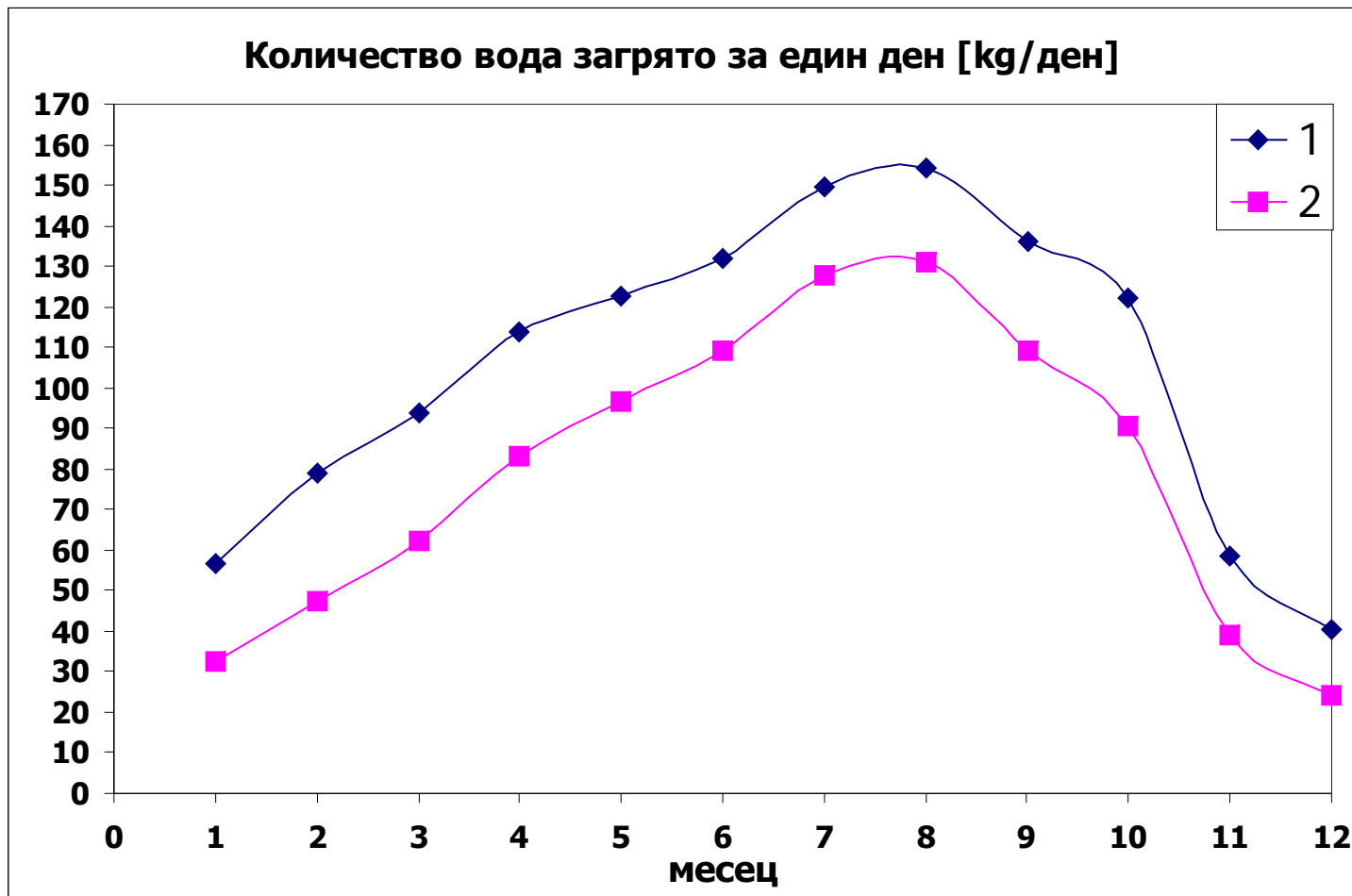
Месец	G MJ/m <sup>2</sup> ден	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_1 - \eta_2$	Q <sub>1</sub> MJ/ден	Q <sub>2</sub> MJ/ден	M <sub>1</sub> kg/ден	M <sub>2</sub> kg/ден	E <sub>1</sub> kW.h	E <sub>2</sub> kW.h
1	11.14	0.574	0.413	0.160	9.59	8.29	57	49	81	70
2	14.43	0.579	0.433	0.147	12.54	11.24	75	67	106	95
3	15.14	0.593	0.478	0.115	13.45	13.02	80	78	114	110
4	17.71	0.609	0.535	0.074	16.18	17.05	97	102	137	144
5	19.91	0.623	0.582	0.041	18.60	20.86	111	125	157	176
6	19.49	0.642	0.647	-0.005	18.76	22.68	112	135	158	192
7	22.41	0.643	0.652	-0.009	21.61	26.29	129	157	183	222
8	23.44	0.643	0.652	-0.009	22.61	27.51	135	164	191	232
9	21.73	0.631	0.611	0.020	20.58	23.91	123	143	174	202
10	17.98	0.613	0.547	0.066	16.52	17.69	99	106	140	149
11	12.96	0.595	0.485	0.109	11.56	11.32	69	68	98	96
12	10.35	0.579	0.432	0.147	8.99	8.04	54	48	76	68
									<b>1614</b>	<b>1757</b>

(1 - вакуумно-тръбен, 2 – плосък)

# КОЛИЧЕСТВО ЗАГРЯТА ВОДА ЗА ДЕН

при  $\Delta T = 30^\circ$ , гр. София

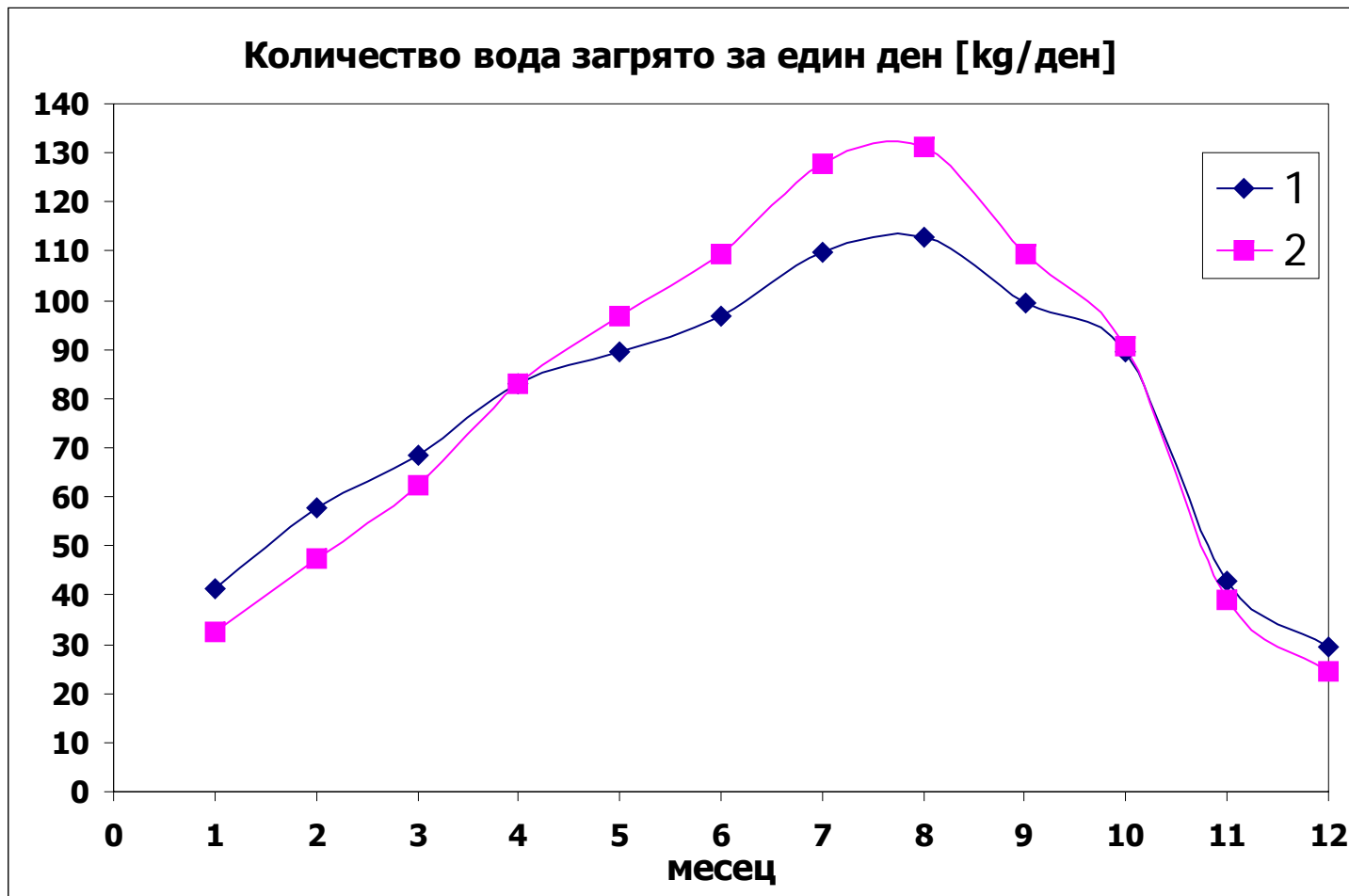
1 – вакуумен колектор, 2 – плосък колектор



# КОЛИЧЕСТВО ЗАГРЯТА ВОДА ЗА ДЕН

при  $\Delta T = 40^\circ$ , гр. София

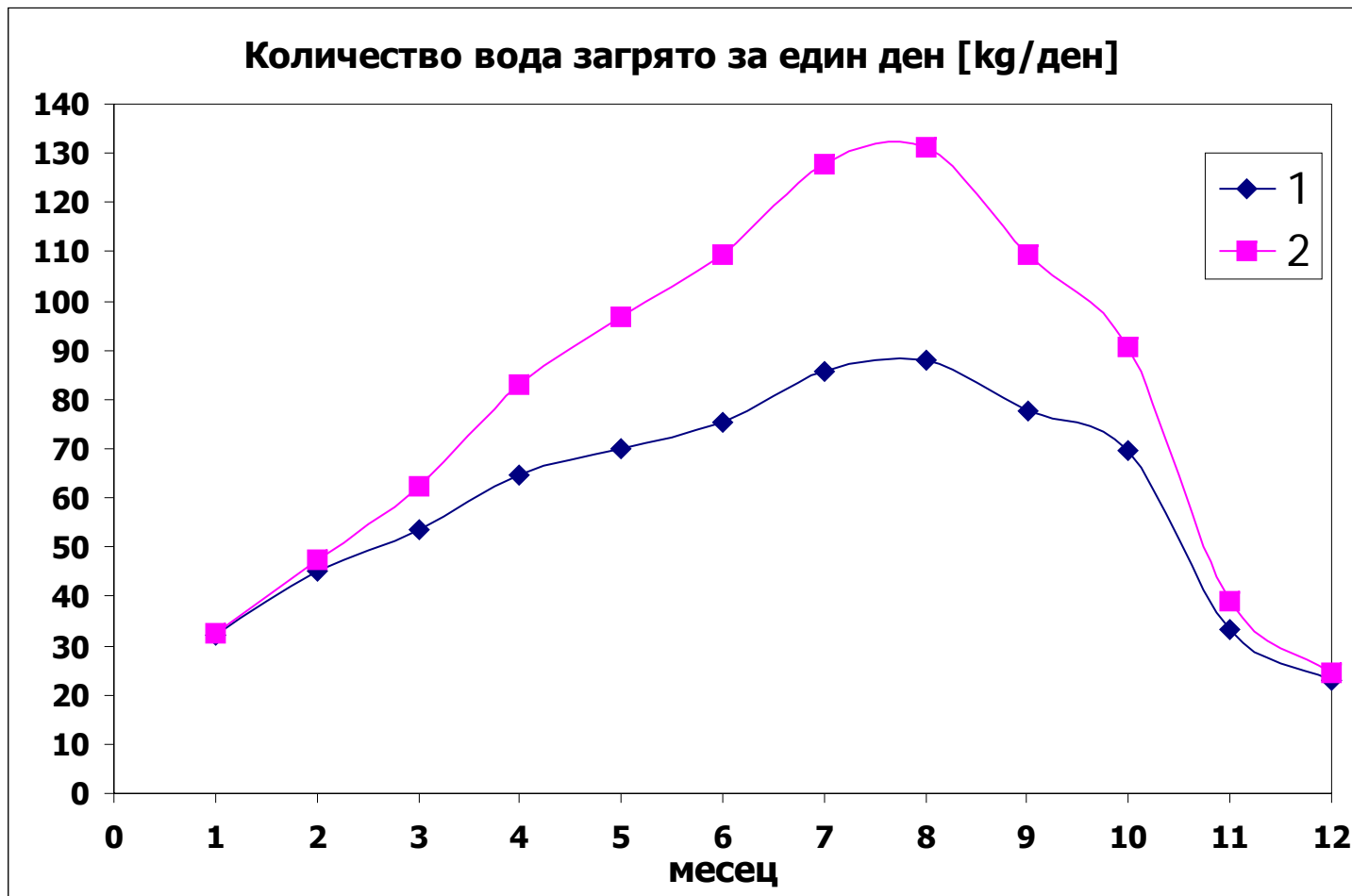
1 – вакуумен колектор, 2 – плосък колектор



# КОЛИЧЕСТВО ЗАГРЯТА ВОДА ЗА ДЕН

при  $\Delta T = 50^\circ$ , гр. София

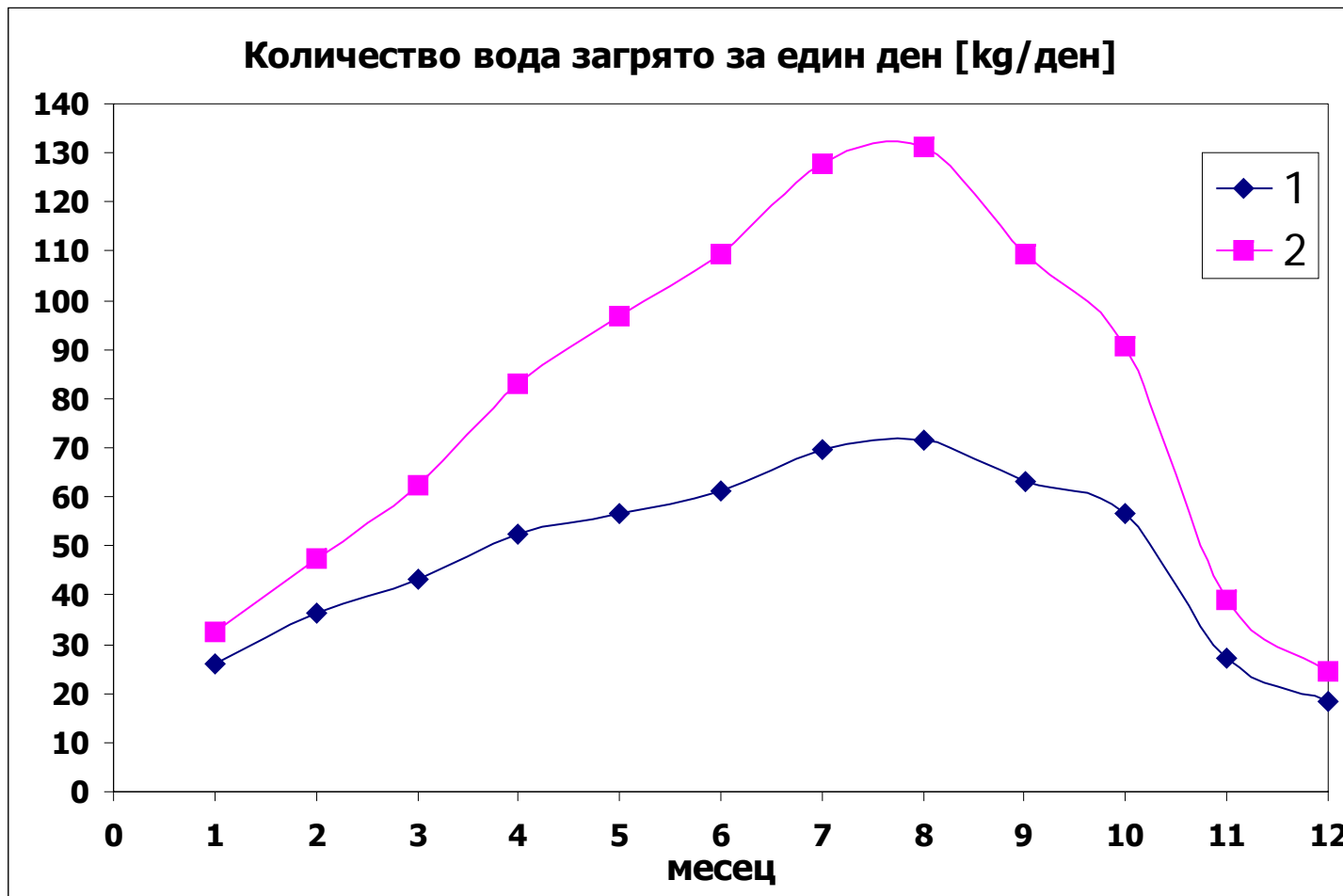
1 – вакуумен колектор, 2 – плосък колектор



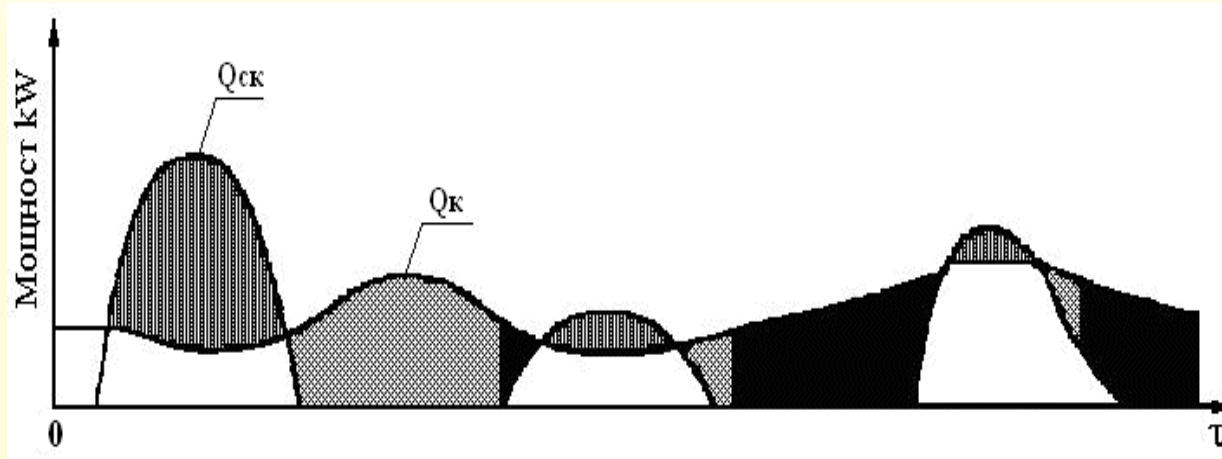
# КОЛИЧЕСТВО ЗАГРЯТА ВОДА ЗА ДЕН

при  $\Delta T = 60^\circ$ , гр. София

1 – вакуумен колектор, 2 – плосък колектор



# ВОДЕН АКУМУЛАТОР НА АКТИВНА ТЕРМИЧНА СЛЪНЧЕВА СИСТЕМА



Демонстрация на процесите на изменението на консумацията на енергия  $Q_k$  и топлинната производителност на слънчевите колектори  $Q_{ск}$  в рамките на три денонощия

**Вертикално штриховани площи** - има излишък на топлинна енергия, която се акумулира. Консумираната енергия е по-малко от произведената и се наблюдава акумулиране на енергия  $Q_{ск} > Q_k$ ;

**Диагонално штрихованите области** - периоди на консумация на акумулираната енергия;

**Бели полета** - периоди на непосредствена консумация на получената топлинна енергия от слънчевата радиация;

**Черни полета** - енергийни потребности се задоволяват от допълнителен източник на енергия.

Специфичният работен обем или масата на акумулатора трябва да се съобрази с площта на монтираните слънчеви колектори - оразмерява се според ежедневните нужди на домакинството от гореща вода.

Обемът на акумулатора  $V_{\text{акум.}}$  и повърхнината на слънчевия колектор  $A$  сл.к-р, трябва да са в отношение както следва:

$$V_{\text{акум.}} / A_{\text{сл.к-р}} \in [50, 100] \text{ dm}^3 / \text{m}^2$$

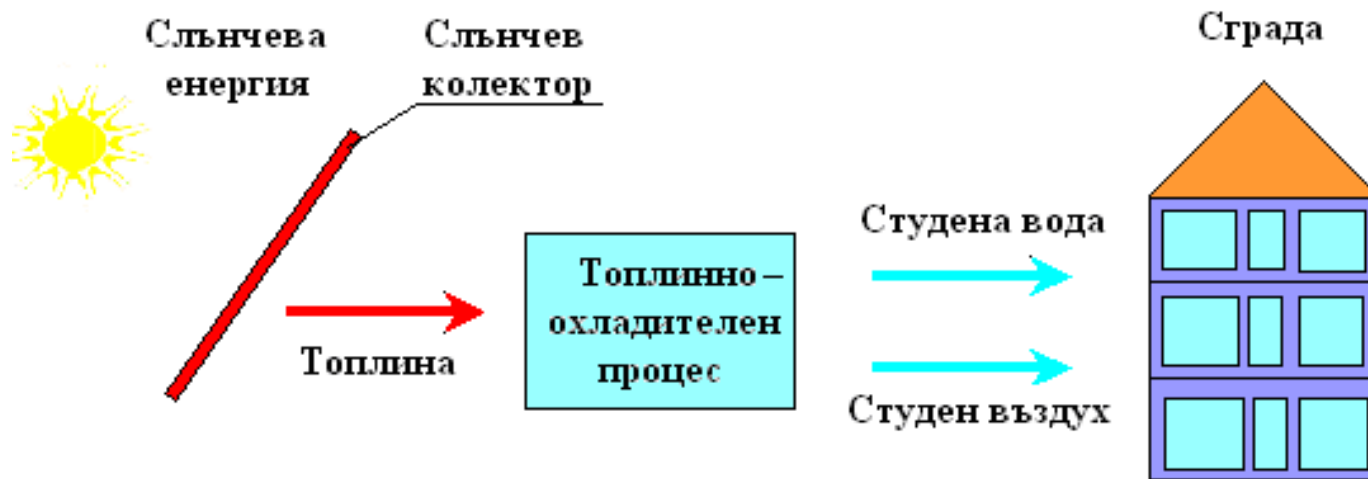
- Акумулиращ обем **50 литра** за квадратен метър инсталирана колекторна площ - оптимален избор за домашна слънчева инсталация за гореща вода.
- Вместимост на акумулатора до **75 l/m<sup>2</sup>** колекторна площ - повишава к.п.д. с 5% и понижава пиковите на летните температури.
- Бойлер с вместимост до **100 l/m<sup>2</sup>** може да доведе до по-ниска температура на водата.
- Акумулиращи обеми за вода **под 50 l/m<sup>2</sup>** за колекторна площ - понижаване на к.п.д.
- Акумулиращи обеми **под 35 l/m<sup>2</sup>** при нередовно използване на вода през деня може да доведе до опасно високи температури.



## ПРЕПОРЪКИ

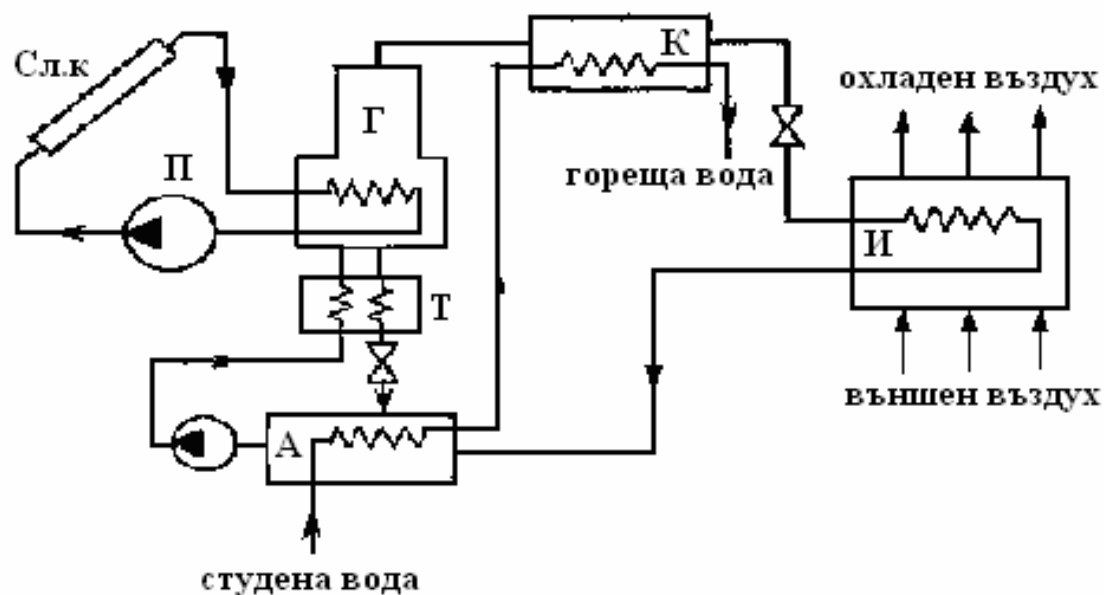
- Бойлерът се пресмята с двудневен запас;
- На  $1\text{m}^2$  от слънчевия колектор съответстват между  $50 - 100\text{ dm}^3$  от обема на акумулатора;
- Топлинната ефективност на термичните системи зависи от правилния избор и температурното разпределение в акумулатора и се влияе от дебита на водата в колекторния кръг;
- При висок дебит на водата в колекторния кръг се увеличава коефициента на отвеждане на топлина и се повишава к.п.д. на колекторите;
- Високият дебит в колекторния кръг води до пълна смяна на водата в акумулатора за кратък период от време и предизвиква смесване на слоевете;
- При намаляване дебита в колекторния кръг на изхода от колекторите се получава по-висока температура и се увеличава стратификацията, което подобрява общата работоспособност на слънчевата система.

# СЛЪНЧЕВО ОХЛАЖДАНЕ



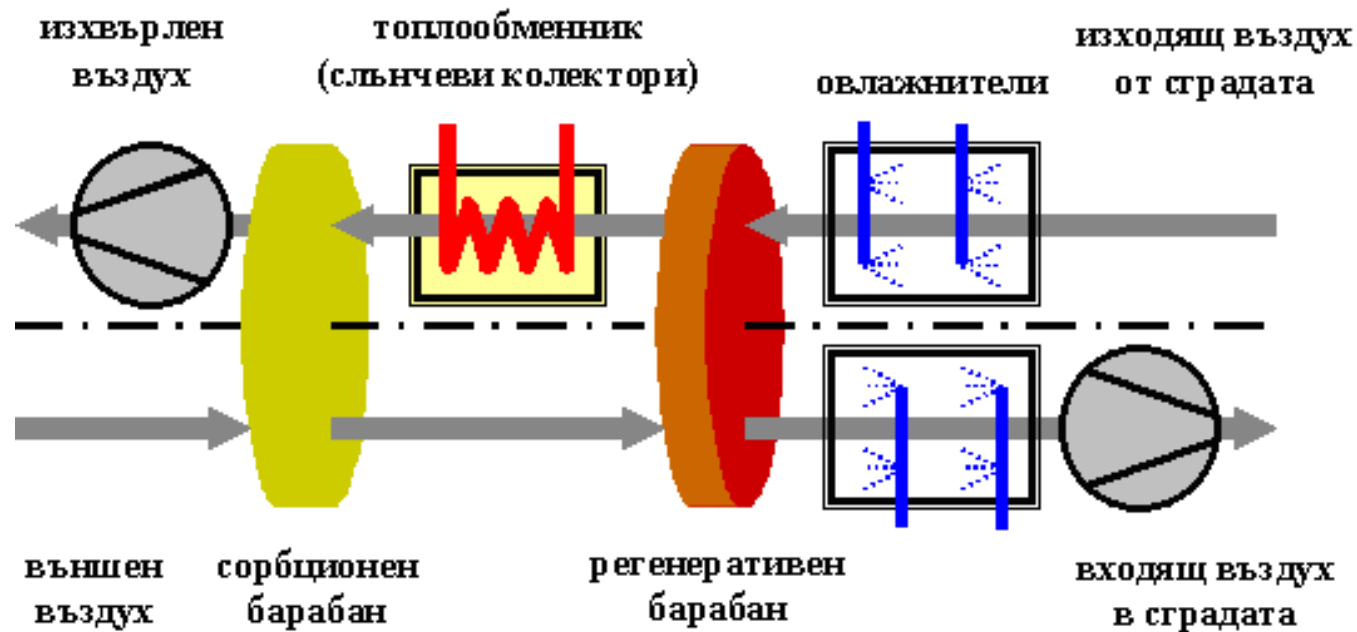
СТРУКТУРА НА СЛЪНЧЕВА ОХЛАДИТЕЛНА СИСТЕМА

# СХЕМА НА СИСТЕМА ОТ И АБСОРБЦИОННА ХЛАДИЛНА МАШИНА И СЛЪНЧЕВИ КОЛЕКТОРИ ОТ ЗАТВОРЕН ТИП ЗА КОНДИЦИОНИРАНЕ НА ВЪЗДУХА



Сл.к - слънчев колектор, Г - генератор, К - кондензатор, И - изпарител,  
А - абсорбер, Т - топлообменник, П - помпа

# СТРУКТУРНА СХЕМА ЗА КЛИМАТИЗАЦИЯ НА СГРАДА ИЗПОЛЗВАЩА СОРБЦИОННИ ПРОЦЕСИ





## ПРОЦЕСИ ПРИ СЛЪНЧЕВО ОХЛАЖДАНЕ

Процес	Затворен		Отворен	
Охлаждаща циркулация	Затворена охладителна циркуляционна система		Отворена охладителна циркуляционна система.	
Резултати от процеса	Производство на студена вода		Изушаване на въздуха и изпарително охлаждане	
Тип на сорбента	Твърд	Течен	Твърд	Течен
Използвани материали хладилен агент/ сорбент	вода - силикагел – амонячни соли (в разработка)	вода - вода - литиев бромид - вода	вода – силикагел вода - литиев хлорид – целулоза	вода - калциев хлорид, воден разтвор на хлорид
Технологии на пазар	адсорбционна хладилна машина	абсорбционна хладилна машина	сорбционни в помощ на климатични инсталации	-
Хладилна мощност [kW]	адсорбционна хладилна машина [50-430kW]	абсорбционна хладилна машина [35kw- 5MW]	[20-350kW] за модул	-
Коефициент на полезно действие	0,3 - 0,7	0,6 - 0,75 едностъпална <1,2 двустъпална	0,5 - >1	>1
Работна температура [°C]	60 -95°C	80 - 110 °C едностъпална 130 - 160 °C двустъпална	45 - 95 °C	45 - 95 °C
Слънчеви технологии	вакуумно-гръбни и плоски водни слънчеви колектори	вакуумно-гръбни колектори	плоски водни и въздушни слънчеви колектори	плоски водни и въздушни слънчеви колектори



**д-р инж. М. Стоянова**

E-mail: [mayasto@abv.bg](mailto:mayasto@abv.bg)

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

Централна лаборатория по слънчева енергия и нови енергийни източници (ЦЛ СЕНЕИ)

БЪЛГАРСКИ ЦЕНТЪР ПО СЛЪНЧЕВА ЕНЕРГИЯ