

**Слънчеви системи за топла вода в сградите на детските  
градини в община Благоевград**



Текст и изчисления:

**Fariba Jafarpour Zolbin**

Редакция:

**Anders Stølan**

Актуализация: 30.05.2022



## Съдържание

Въведение.....	5
Цели и изисквания.....	5
Моделиране на соларен колектор.....	7
Капацитет за производство на топла вода.....	8
Характеристики на слънчев колектор за отопление.....	8
Обект 1: Ведрица .....	9
Обект 2: Детелини .....	12
Обект 3: Роса .....	14
Обект 4: Щастливо детство .....	16
Обект 5: Вечерница.....	18
Обект 6: Алени макове .....	21
Обект 7: Детски свят.....	23
Обект 8: Синец .....	24
Обект 9: Филиал с. Покровник, ДГ Усмивка .....	26
Обект 10: Филиал с. Церово, ДГ Усмивка .....	28
Обобщение и заключение.....	29
Библиография.....	30

## Списък на фигурите:

- Фигура 1. Схематично представяне на модел за загряване на вода със слънчева енергия*
- Фигура 2. Разход на топла вода през деня*
- Фигура 3. Консумация на топла вода през деня за обект 1*
- Фигура 4. Фасада на сградата*
- Фигура 5. Изглед отгоре на сградата*
- Фигура 6. Дневна енергия за топла вода, осигурена от слънчевия колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 1*
- Фигура 7. Месечно производство на енергия от четири слънчеви колектора в обект 1*
- Фигура 8. Максимален капацитет за производство на топла вода, осигурен от слънчевия колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 1*
- Фигура 9. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 2*
- Фигура 10. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от шестте слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 2*
- Фигура 11. Фасада на обект 3*
- Фигура 12. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 3*

Фигура 13. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от четири слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 3

Фигура 14. Максимален капацитет за производство на топла вода, осигурен от десет слънчеви колектора, и необходимост от допълнителни бойлери в обект 3

Фигура 15. Фасада на обект 4

Фигура 16. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 4

Фигура 17. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от осем слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 4

Фигура 18. Максимален капацитет за производство на топла вода, осигурен от 16-те слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 4

Фигура 19. Фасада на обект 5

Фигура 20. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 5

Фигура 21. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от четири слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 5

Фигура 22. Дневна енергия за производство на топла вода, осигурена от четири слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 5 за януари

Фигура 23. Фасада на обект 6

Фигура 24. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 6

Фигура 25. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от петте слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 6

Фигура 26. Фасада на обект 7

Фигура 27. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 7

Фигура 28. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от седем слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 7

Фигура 29. Фасада на обект 8

Фигура 30. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 8

Фигура 31. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от един слънчев колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 8

Фигура 32. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от един слънчев колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 8 през януари

Фигура 33. Фасада на обект 9

Фигура 34. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 9

Фигура 35. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от един слънчев колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 9

Фигура 36. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от два слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 10

## Списък на таблиците:

Таблица 1. Общ брой потребители на топла вода и налична покривна площ

Таблица 2. Производство и капацитет на топла вода в обектите

Таблица 3. Спецификация на колектора за слънчево отопление

Таблица 4. Спестена годишна енергия с 4 (четири) слънчеви колекторав обект 1

Таблица 5. Максимално възможна годишна икономия на енергия със 7 (седем) слънчеви колекторав обект 1

Таблица 6. Годишно спестяване на енергия с 6 (шест) слънчеви колектора в обект 2

Таблица 7. Годишно спестяване на енергия с 4 (четири) слънчеви колектора в обект 3  
Таблица 8. Максимална годишна икономия на енергия с 10 (десет) слънчеви колектора в обект 3  
Таблица 9. Годишна икономия на енергия с 8 (осем) слънчеви колектора в обект 4  
Таблица 10. Годишно спестяване на енергия с 16 (шестнадесет) слънчеви колектора в обект 4  
Таблица 11. Годишно спестяване на енергия с 4 (четири) слънчеви колектора в обект 5  
Таблица 12. Годишно спестяване на енергия със 7 (седем) слънчеви колектора в обект 5  
Таблица 13. Годишно спестяване на енергия с 5 (пет) слънчеви колектора в обект 6  
Таблица 14. Годишно спестяване на енергия с 10 (десет) слънчеви колектора в обект 6  
Таблица 15. Годишно спестяване на енергия с 7 (седем) слънчеви колектора в обект 7  
Таблица 16. Годишно спестяване на енергия с 10 (десет) слънчеви колектора в обект 7  
Таблица 17. Годишно спестяване на енергия с 1 (един) слънчев колектор в обект 8  
Таблица 18. Годишно спестяване на енергия с 1 (един) слънчев колектор в обект 9  
Таблица 19. Годишно спестяване на енергия с 2 (два) слънчеви колектора в обект 10  
Таблица 20. Обобщение на наличната площ, изискванията за дебит и максимален потенциал на колекторите

## Въведение

С нарастващия интерес към използването на чисти алтернативни източници на енергия и намаляването на въглеродните емисии се увеличи и интересът към внедряването на слънчеви топлинни системи. Предлагат се няколко вида слънчеви соларни системи, като плоски, вакуумно-тръбни, параболични корита, параболични чинии, електрическа кула, слънчеви колектори или слънчеви клетки. По отношение на ефективността вакуумно-тръбните колектори са най-ефективни, но и най-скъпи.

Този доклад има за цел да представи проектен дизайн на слънчеви соларни системи за десет обекта в България като част от проект „Прилагане на мерки за успешна адаптация към климатичните промени“ Договор за БФП (GFPA) № D-33-52/08.11.2021 (ИСУН номер: BGENVIRONMENT-4.003-0017-C01) по Програма „Опазване на околната среда и климатични промени“, финансирана от Финансовия механизъм на Европейското икономическо пространство 2014-2021. В проекта са определени минимални изисквания, на които следва да отговарят соларните системи за топла вода.

Първият раздел на доклада представя тези изисквания и всички обекти. Също така се обсъждат моделът и някои съществени опростявания.

Следва представяне и обсъждане на резултатите. Моделът се прилага индивидуално за всеки обект поотделно. Въз основа на потенциала на всеки обект е даден повече от един вариант на соларни ситеми.

## Цели и изисквания

Основната цел на поръчката е изготвяне на проектна документация за инсталиране на соларните системи, в т.ч. доставка, монтаж и пускане в експлоатация на соларните системи за битово горещо водоснабдяване чрез соларни вакуумно-тръбни колектори на 10 (десет) сгради на детски градини в Община Благоевград .

Всеки от изследваните обекти е показан в Таблица 1, с наименование от обект 1 до обект 10. Видно от таблицата има две основни разлики: Броят на ползвателите (деца и персонал), който влияе върху консумацията на топла вода и наличната покривна площ. Функционалната площ обаче може да бъде много по-малка от наличната площ. Това е показано в следващата част.

*Таблица 1. Общ брой потребители на топла вода и налична покривна площ*

Номер на обекта	Детска градина	Брой деца	Персонал	Общо	Покривна площ
Обект 1	Но 1 "Ведрица"	159	29	188	265
Обект 2	Но 3 "Детелини"	168	30	198	400
Обект 3	Но 4 "Роса"	158	28	186	350
Обект 4	Но 6 "Щастливо детство"	170	27	197	1200

Обект 5	№ 8 "Вечерница"	111	20	131	350
Обект 6	№ 12 "Алени макове"	115	25	130	285
Обект 7	"Детски свят"	216	33	249	330
Обект 8	"Синчец" - филиал, с. Зелен дол	10	3	13	-
Обект 9	"Усмивка", Филиал - с. Покровник	18	3	21	325
Обект 10	"Усмивка", Филиал - с. Церово	15	5	20	408

Настоящите системи за производство на топла вода в разглежданите обекти използват електрически и газови бойлери. Подробният капацитет е показан в Таблица 2.

Данните за потреблението на вода включват както потреблението на студена, така и на топла вода. Началната температура на студената вода може да варира през годината, но температурата на топлата вода е фиксирана на 55°C. Експерименталното число за консумация на вода при обикновени сгради показва, че делът на топлата вода е в размер на 30% от общото потребление на вода (1). Това съотношение се взема предвид при калкулиране на дневния разход на топла вода и за детските градини.

*Таблица 2. Производство и капацитет на топла вода в обектите*

Номер на обекта	Текущ капацитет за съхранение на топла вода (л.)	Дневна консумация на вода (m <sup>3</sup> )	Настоящ източник на отопление на водата
Обект 1	560 (80 L всеки)	4.4	7 електрически бойлера
Обект 2	500	6.1	5 електрически бойлера, 1 газов бойлер
Обект 3	700 (80 L всеки електрически и 300 л за газовия бойлер)	4.0	5 електрически бойлера, 1 газов бойлер
Обект 4	860	8.1	Електрически бойлери
Обект 5	780 (80 L всеки електрически и 300 L за газовия бойлер)	4.1	6 електрически бойлера, 1 газов бойлер
Обект 6	760 (80 L всеки електрически и 200 L един от електрическите бойлери)	5.4	8 електрически бойлери
Обект 7	800 (80 L всеки електрически и 2000 L за газовия бойлер)	7.5	10 електрически бойлера, 1 газов бпйлер
Обект 8	86 (1 електрически бойлер 80 L и 3 малки електрически бойлери)	0.1	1 електрически бойлер
Обект 9	80	0.4	1 електрически бойлер
Обект 10	100 (50 L всеки)	1.0	2 електрически бойлер

При проектирането на системата ограниченията се разглеждат въз основа на посочените минимални технически спецификации, на които трябва да отговарят соларните системи за топла

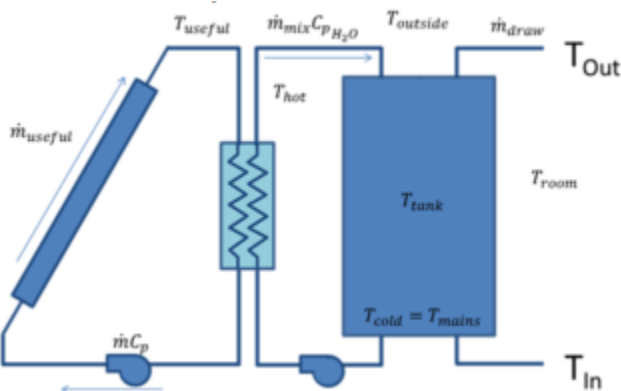
вода, определени от Община Благоевград във връзка с подготовка на процедура за избор на изпълнител. Тези ограничения са:

1. Колекторите да се монтират на покрива на предназначения сгради, в един ред, под наклон  $45^\circ$  (за целогодишна експлоатация).
2. Ориентацията на панелите трябва да е на юг.
3. Колекторната част да е с пропиленгликолов топлоносител или друга течност, подходяща за целогодишни инсталации за битова гореща вода (БГВ).
4. Коефициент на абсорбция ( $\alpha$ )  $\geq 90\%$ .
5. Емисионен фактор ( $\epsilon$ )  $\leq 6\%$ .
6. Обобщен коефициент на топлинна загуба ( $UL < 1.5 \text{ W / m}^2\text{K}$ ).
7. Системата трябва да осигурява цялото количество топла вода за всеки обект през цялата година (капацитет в литри вода с температура  $55^\circ\text{C}$  на ден според данните в приложената таблица за обекта).
8. Делът на енергията от слънцето трябва да бъде не по-малко от 55%.

## Моделiranje на соларен колектор

Използвани са данни от географската информационна система (PVGIS) (2) и софтуера за модел на системен съветник (SAM) (3) за моделиране на потенциала за производство на топла вода.

Моделът за слънчево загряване на вода представлява соларни колектори със система за съхранение с един резервоар на вода или гликол и допълнителен електрически нагревател като един от модулите на SAM. SAM моделира колектор със затворен контур, който пренася слънчевата енергия от работния флуид към водата във външен топлообменник. Тази настройка често се използва за климатични условия, при които настъпват температури на замръзване, тъй като работният флуид на колектора може да бъде различен от вода. Водата от соларния резервоар обикновено се използва за предварително загряване на водата в спомагателен резервоар и намаляване на количеството топлина, необходимо за привеждане на доставената вода до желаната от потребителя температура. В използвания тук модел соларният резервоар се пълни с вода от електрическата мрежа, изпомпва се през топлообменника и се връща в горната част на резервоара.



Фигура 1. Схематично представяне на модел за загряване на вода със слънчева енергия

## Капацитет за производство на топла вода

За да се оцени капацитетът за производство на топла вода от слънчеви колектори, във всички обекти е използван единен подход, а именно:

1. Използва се един вид слънчев колектор за отопление.
2. Показват се потенциалните налични площи и участъкът, върху който се предвижда да се инсталират колекторите.
3. Капацитетът за производство на топла вода и допълнителната енергия, необходима за генериране на цялото количество топла вода са представени на дневна база.
4. Взети са предвид всички изисквания (ограничения) от предишния раздел.
5. Ако е възможно, се дава повече от един вариант.

## Характеристики на слънчев колектор за отопление

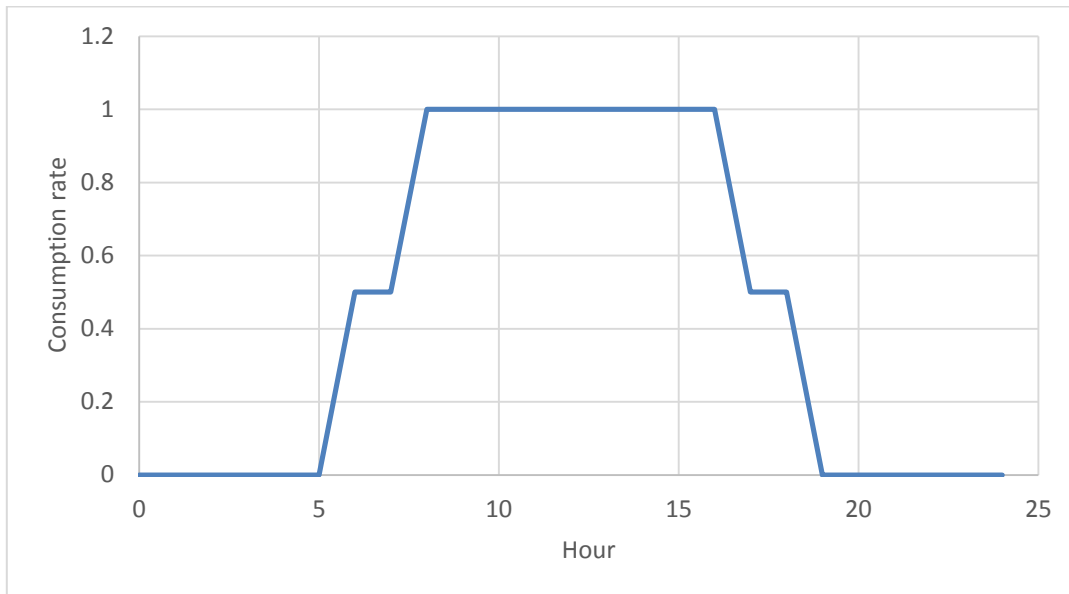
В изпълнение на едно от изискванията в проектното предложение е избран НТР Evacuated Tube Heat Pipe Solar Collectors, HP-30SC. Другите спецификации са представени в таблица 3:

Таблица 3. Спецификация на колектора за слънчево отопление

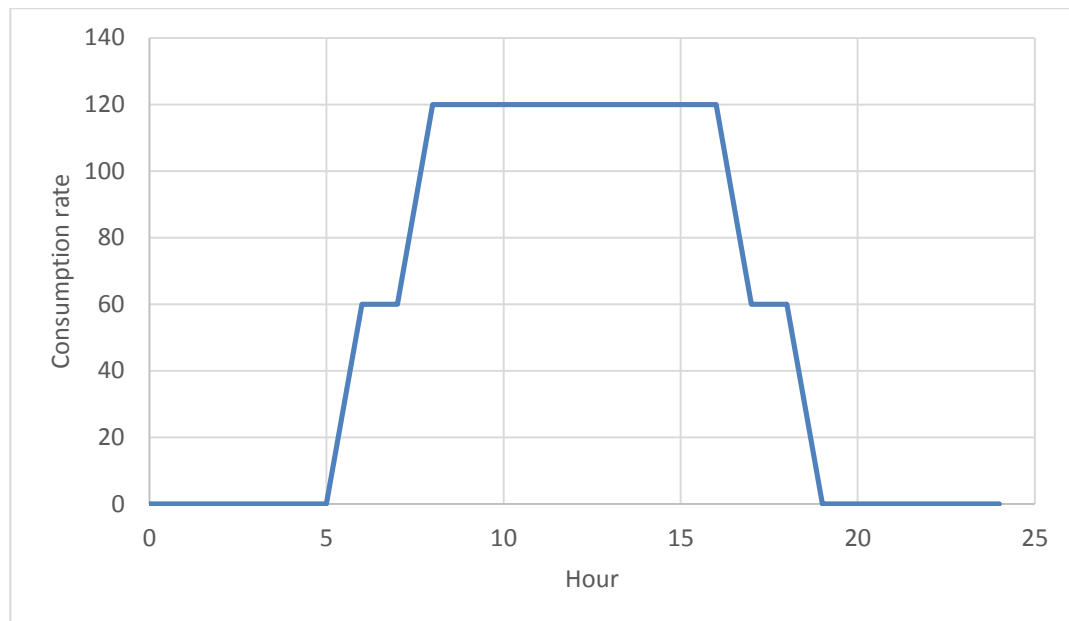
Модел	HP-30SC
Размери	2.56 m * 2 m
Номинален дебит	0.053 кг/с
Предложен размер на резервоара за съхранение	+265 литра
Брой тръби	30

Производителността на системата е функция на две променливи. Производството на топла вода варира през деня в различните месеци от годината в зависимост от наличието на слънце и продължителността на облъчване. Втората променлива е нормата на потребление и профила. Може да се предположи, че топлата вода се консумира само през деня в рамките на работното време в детските градини. Този момент е много важен при оразмеряването на спомагателния бойлер/котел, тъй като колекторите не осигуряват топла вода през нощта. Следователно се прилага норма на консумация на топла вода, както е видно от Фигура 2. Този нормализиращ фактор се прилага за целия работен ден. Например Обект 1 с консумация от 1320 литра на ден се преобразува във Фигура 3 с максимален дебит от 120 л/ч.





Фигура 2. Разход на топла вода през деня



Фигура 3. Консумация на топла вода през деня за обект 1

При моделирането коефициентът на засенчване е приет за 0. Това допускане е валидно в случай, че е монтиран само един ред слънчеви колектори и нито една сграда или дърво не е в непосредствена близост до покрива.

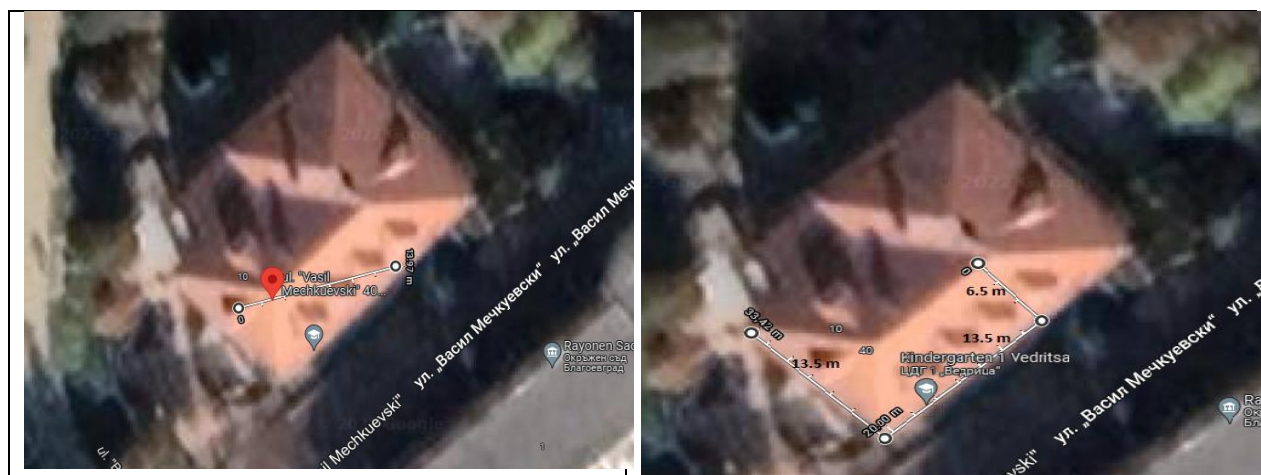
### Обект 1: Ведрица

Детската градина е с наклонен покрив с обща площ от 265 м<sup>2</sup>. Разходът на вода е 4,4 м<sup>3</sup> на ден. Това дава разход на топла вода от 1320 литра.



Фигура 4. Фасада на сградата

Покривът на тази сграда е ориентиран в посока юг/север. Това означава, че само половината от разполагаемата площ е подходяща за монтаж на колекторите. Тази зона е показана на Фигура 5. Както се вижда, за монтиране на слънчевите колектори в един ред е налично пространство с максимална дължина около 14 метра. Ширината на колектора е 2,5 м. Има някои неравности на покрива, които не се виждат на снимката. Като се има предвид, че монтажът на колекторите ще бъде под наклон, тези неравности не са от съществено значение.



Фигура 5. Изглед отгоре на сградата

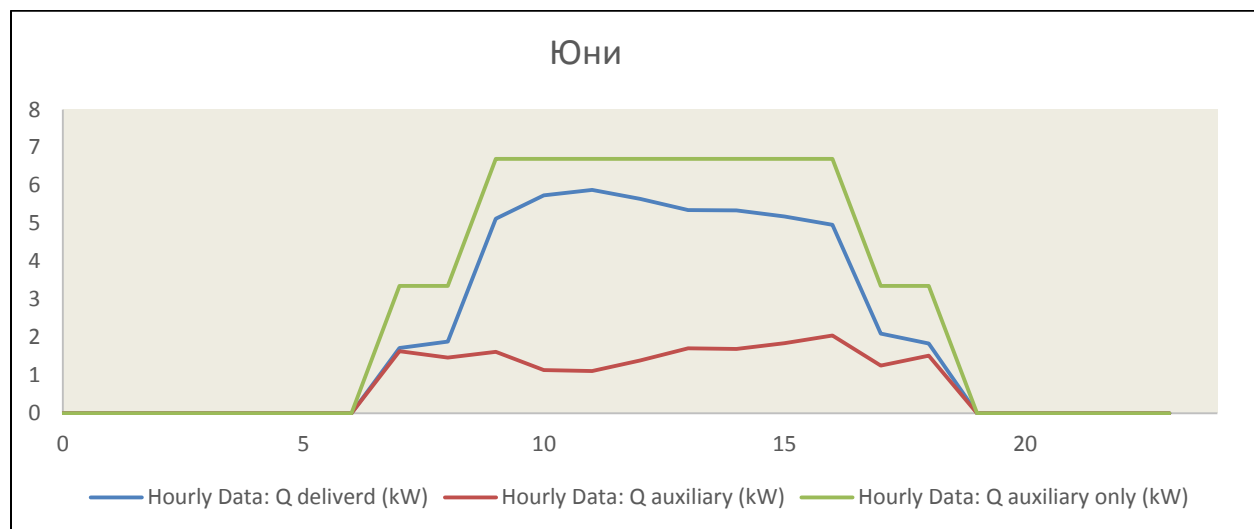
Първият вариант осигурява най-малко 55% от производството на топла вода. Това означава, че слънчевият колектор трябва да осигурява 726 литра топла вода на ден с температура 55°C. Инсталирането на 4 (четири) колектора дава следния резултат за една година:

Таблица 4. Спестена годишна енергия с 4 (четири) слънчеви колектора в обект 1

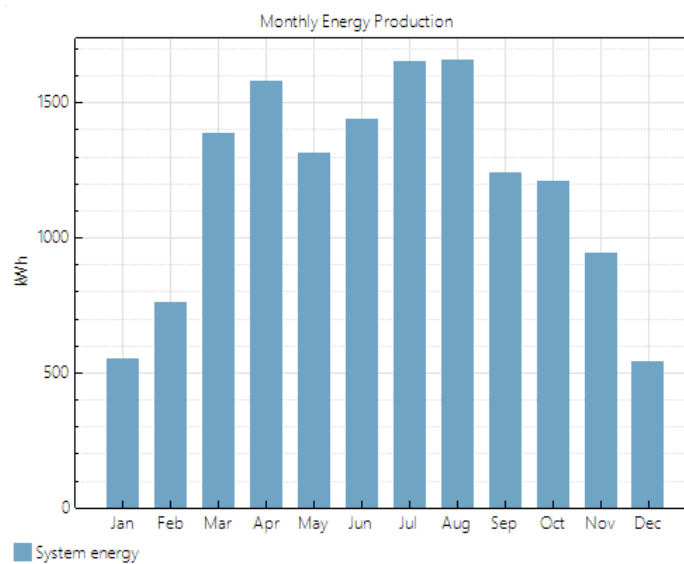
Годишна спестена енергия (година 1)	14,194 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.56
Необходима енергия със соларна система (година 1)	11,127.2 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	25,519.7 kWh

Общата необходима енергия за топла вода на детската градина е 25,5 MWh. Слънчевите колектори могат да осигурят 14,1MWh през годината, 56% от общата енергия. Останалата енергия, която е около 11 MWh, трябва да бъде осигурена от допълнителен бойлер.

Като пример, необходимата енергия през юни, произведена от слънчевия колектор и осигурена от спомагателния бойлер, е показана на Фигура 5. В допълнение, частта от месечното производство на енергия от четирите слънчеви колектора за останалите месеци е показана на Фигура 7.



Фигура 6. Дневна енергия за топла вода, осигурена от слънчевия колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 1

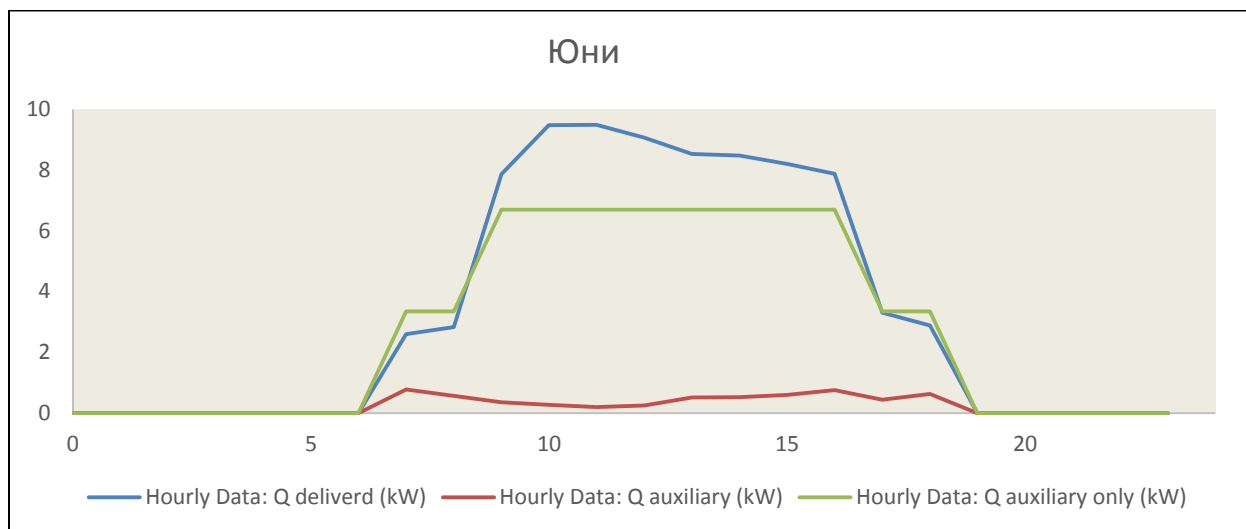


Фигура 7. Месечно производство на енергия от четири слънчеви колектора в обект1

Вторият вариант показва максималния капацитет за производство на топла вода от слънчевите колектори, като се има предвид едноредовата инсталация в посока юг. Това означава, че слънчевите колектори трябва да бъдат монтирани на един ред с дължина 14 метра за този случай, което прави 7 (седем) колектора. При този брой и площ на колекторите 73% от общото количество топла вода може да се осигури от слънчеви колектори, а електрическите бойлери трябва да доставят 27%.

Таблица 5. Максимално възможна годишна икономия на енергия със 7 (седем) слънчеви колектора в обект 1

Годишна спестена енергия (година 1)	18,687 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.73
Необходима енергия със соларна система (година 1)	6,642.2 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	25,519.7 kWh



Фигура 8. Максимален капацитет за производство на топла вода, осигурен от слънчевия колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 1

## Обект 2: Детелини

Тази детска градина е с плосък покрив с обща площ от 400 м<sup>2</sup>. Разходът на вода е 6,1 м<sup>3</sup> на ден. Това дава консумация на топла вода от 1830 литра.

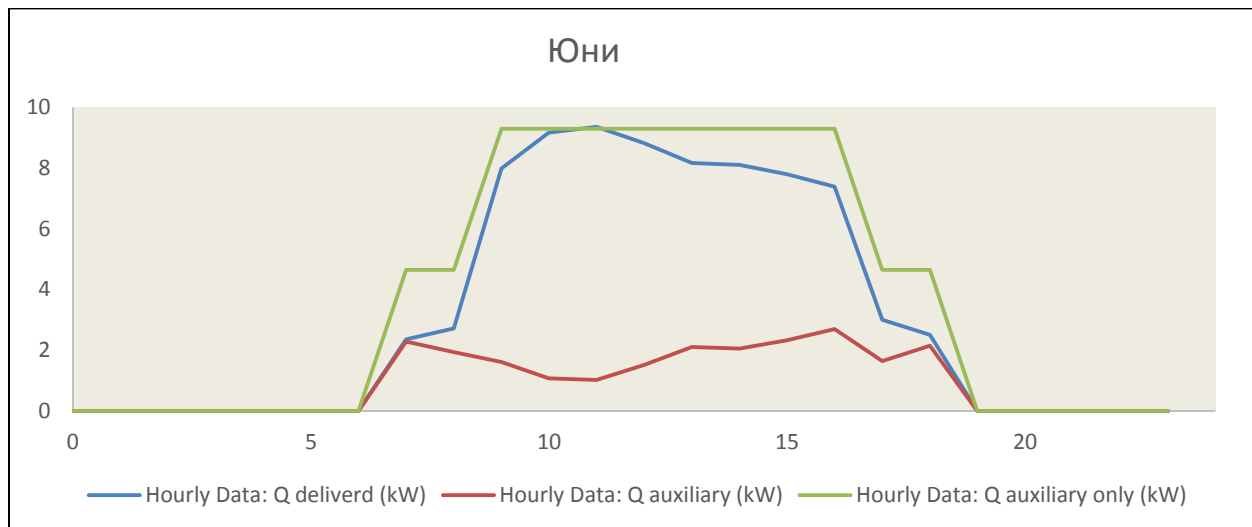


Фигура 9. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 2

За да осигури поне 55% от производството на топла вода за първия вариант, слънчевият колектор трябва да осигури 1006 литра гореща вода на ден с температура 55°C. Това означава инсталиране на 6 (шест) колектора или 12,7 м<sup>2</sup> колекторна повърхност.

Таблица 6. Годишно спестяване на енергия с 6 (шест) слънчеви колектора в обект 2

Годишна спестена енергия (година 1)	20,266 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.57
Необходима енергия със соларна система (година 1)	14,908.2 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	35,379.6 kWh



Фигура 10. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от шестте слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 2

При налични 10 (десет) метра дължина отгоре на покрива в южна посока е възможно да се монтират само 5 (пет) колектора. Поради това се препоръчва колекторите да се монтират под ъгъл, за да се осигури повече площ за колекторите. В противен случай слънчевите колектори ще бъдат в състояние да осигурят не повече от 52% от горещата вода, а другата половина от енергията трябва да се доставя от електрическите и газови бойлери.

### Обект 3: Роса

Тази детска градина е с плосък покрив с обща площ от 350 м<sup>2</sup>. Разходът на вода е 4,0 м<sup>3</sup> на ден. Това дава консумация на топла вода от 1200 литра.



Фигура 11. Фасада на обект 3

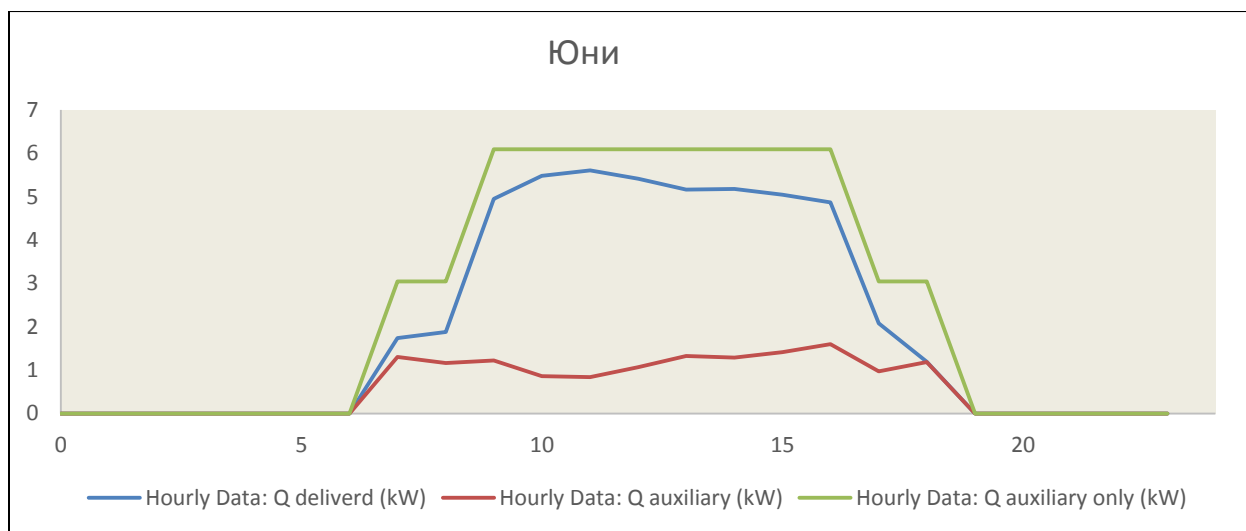


Фигура 12. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 3

За осигуряване на 660 литра топла вода на ден с температура 55°C, което е 55% от общата консумация на топла вода, са необходими 4 (четири) слънчеви колектора.

Таблица 7. Годишно спестяване на енергия с 4 (четири) слънчеви колектора в обект 3

Годишна спестена енергия (година 1)	13,455 kWh
Дял на слънчева енергия (година 1)	0.58
Необходима енергия със соларна система (година 1)	9,549.3 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	23,199.7 kWh



Фигура 13. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от четири слънчеви колектора и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 3

При втория вариант при дължина от 20 метра и с 10 (десет) колектора системата за топла вода може да достигне максималния си производствен капацитет със слънчеви колектори. По-големия брой колектори няма да осигури по-висок дял на енергията поради работното време сутрин и необходимостта от работа на празен ход на бойлерите при достигане на зададената температура от 55°C. Както може да се види на Фигура 13, производството на допълнителна топлина е много ниско, но не и нула, когато доставката на енергия от слънчевия колектор е повече от енергията, необходима за системата. Ненулевата стойност се отнася до енергията, необходима за постигане на предварително зададената стойност на температурата. Графиката показва стойността през юни. За студения сезон делът на спомагателните бойлери се увеличава.

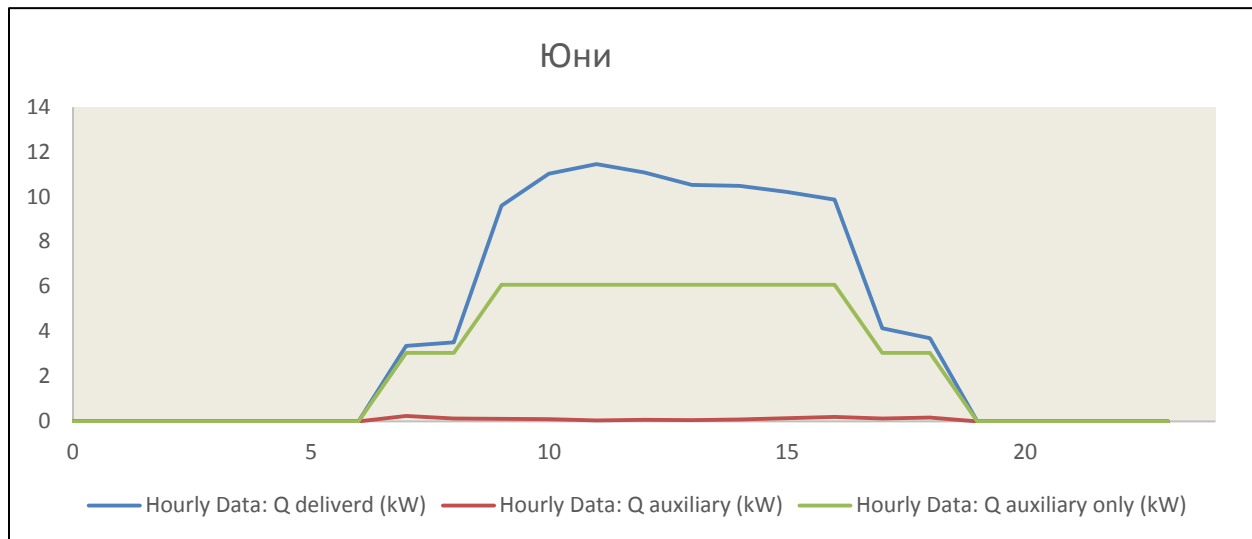
С тази инсталация се постига максималния годишен дял на топла вода от соларната система - 82%.

Таблица 8. Максимална годишна икономия на енергия с 10 (десет) слънчеви колектора в обект 3

Годишна спестена енергия (година 1)	18,961 kWh
Дял на слънчева енергия (година 1)	0.82
Необходима енергия със соларна система (година 1)	4,060.4 kWh

Необходима енергия без соларна система (година 1)

23,199.7 kWh



Фигура 14. Максимален капацитет за производство на топла вода, осигурен от десет слънчеви колектира, и необходимост от допълнителни бойлери в обект 3

#### Обект 4: Щастливо детство

Тази детска градина е с плосък покрив с обща площ от 1200 м<sup>2</sup>. Разходът на вода е 8,1 м<sup>3</sup> на ден. Това дава разход на топла вода от 2430 литра.



Фигура 15. Фасада на обект 4



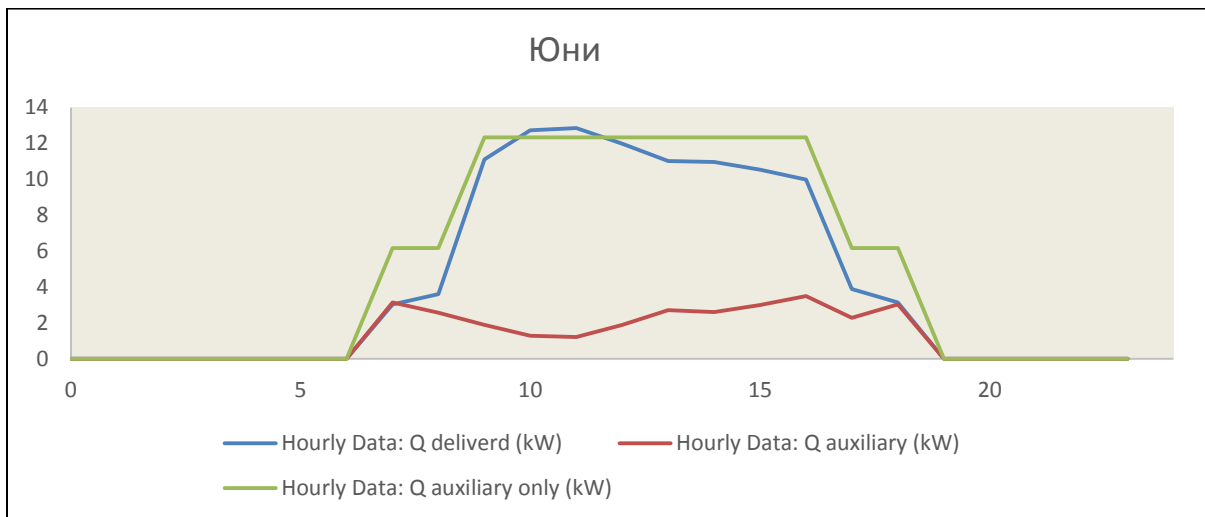


Фигура 16. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 4

При първия вариант, за да осигури поне 55% от производството на гореща вода, системата трябва да произвежда 1336 литра гореща вода на ден с температура 55°C. Осем слънчеви колектора, монтирани в един ред, могат да осигурят 58% от годишната енергия, необходима за топла вода.

Таблица 9. Годишна икономия на енергия с 8 (осем) слънчеви колектора в обект 4

Годишна спестена енергия (година 1)	27,206 kWh
Дял на слънчева енергия (година 1)	0.58
Необходима енергия със соларна система (година 1)	19,562.8 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	46,979.4 kWh

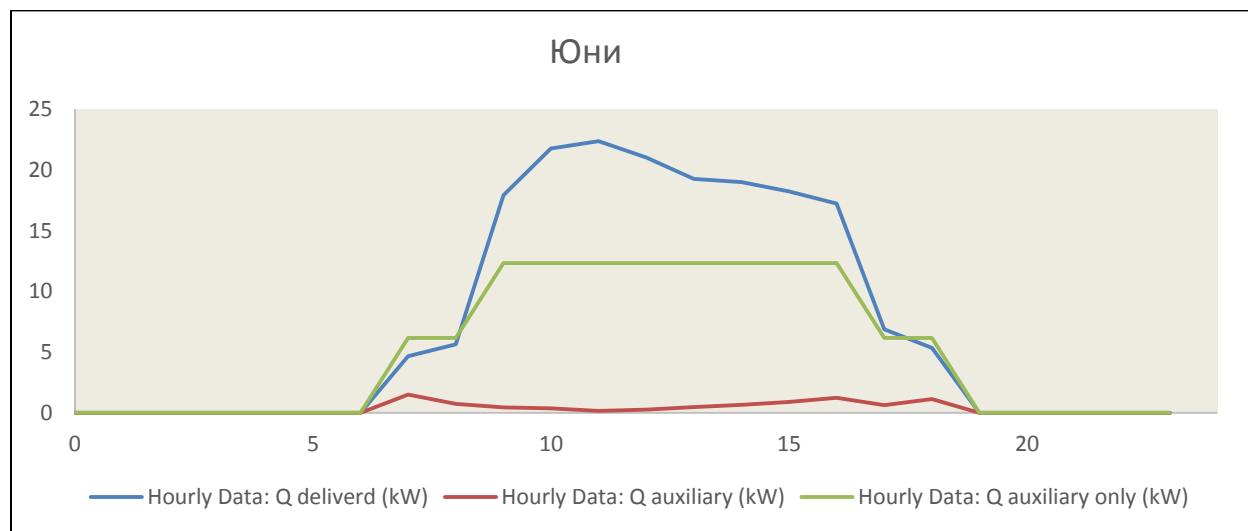


Фигура 17. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от осем слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 4

С наличните на покрива 32 метра е възможно инсталирането на 16 (шестнадесет) слънчеви колектора в един ред. С този сценарий производственият капацитет и спестяването на енергия ще бъдат подобрени до 75%.

Таблица 10. Годишно спестяване на енергия с 16 (шестнадесет) слънчеви колектора в обект 4

Годишна спестена енергия (година 1)	35,148 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.75
Необходима енергия със соларна система (година 1)	11,627.4 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	46,979.4 kWh



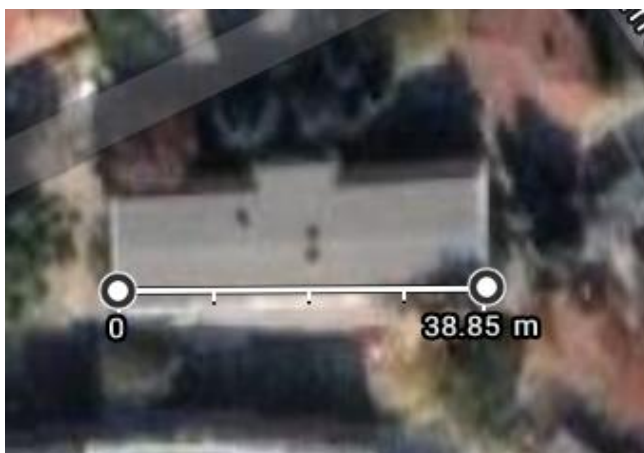
Фигура 18. Максимален капацитет за производство на топла вода, осигурен от 16-те слънчеви колектора, и необходимостта от други спомагателни бойлери в обект 4

## Обект 5: Вечерница

Тази детска градина е с плосък покрив с обща площ от 350 м<sup>2</sup>. Консумацията на вода е 4,1 м<sup>3</sup> на ден. Това дава разход на топла вода от 1230 литра.



Фигура 19. Фасада на обект 5



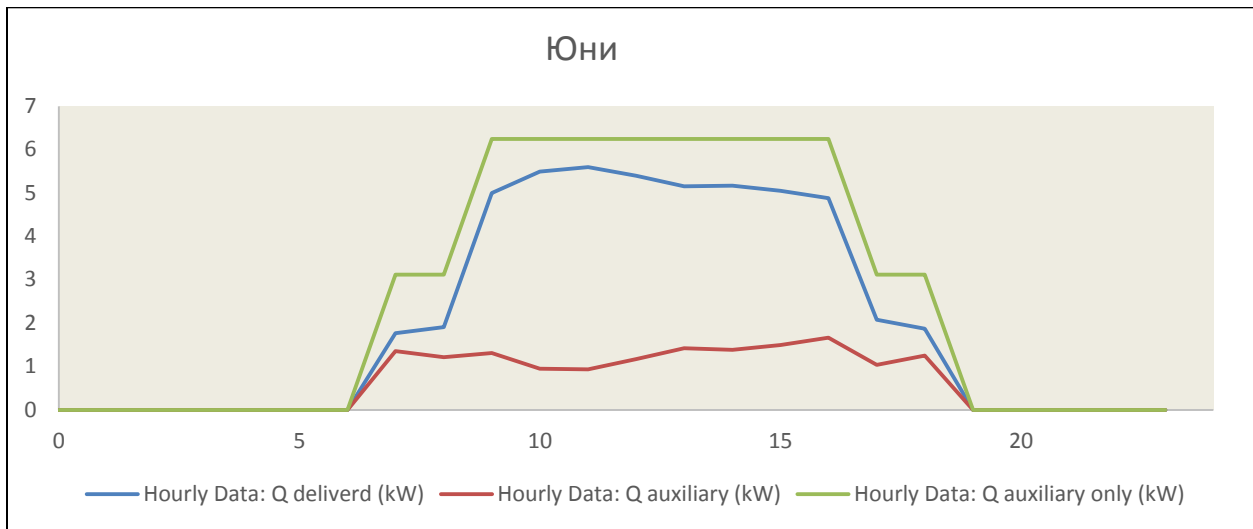
Фигура 20. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 5

С 4 (четири) колектора слънчевата топлинна система осигурява 57% от годишното потребление на енергия за топла вода, което е малко по-високо от изискването от 55%. Това означава, че системата може да осигури повече от 670 литра гореща вода с температура 55°C на ден.

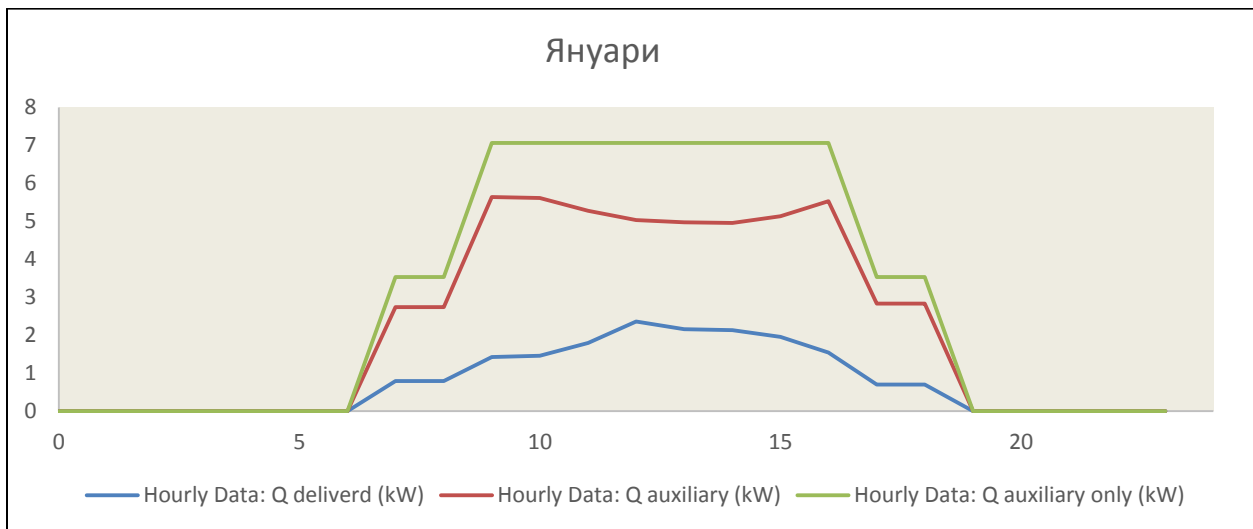
През юни слънчевият нагревател може да произведе 5 от 6 kW енергия за топла вода по време на пиковите часове. Мощността на бойлера от един kW е достатъчна за летните дни. За зимните дни това е точно обратното. Бойлерите осигуряват около 80% от енергията, а слънчевите колектори произвеждат около 20%. Това е показано на Фигура 20 и Фигура 21.

Таблица 11. Годишно спестяване на енергия с 4 (четири) слънчеви колектора в обект 5

Годишна спестена енергия (година 1)	13,607 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.57
Необходима енергия със соларна система (година 1)	9,977.4 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	23,779.7 kWh



Фигура 21. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от четири слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 5



Фигура 22. Дневна енергия за производство на топла вода, осигурена от четири слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 5 за януари

С увеличаване на броя на колекторите до 7 (седем) делът на енергия за топла вода, произведена от соларните колектори, достига 75 %. Въпреки че има достатъчно място за инсталиране на повече колектори, добавянето на още колектори дава увеличение в дела на енергия, произведена от соларните системи, в размер на едва 1-2 %.

Таблица 12. Годишно спестяване на енергия със 7 (седем) слънчеви колектора в обект 5

Годишна спестена енергия (година 1)	17,772 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.75

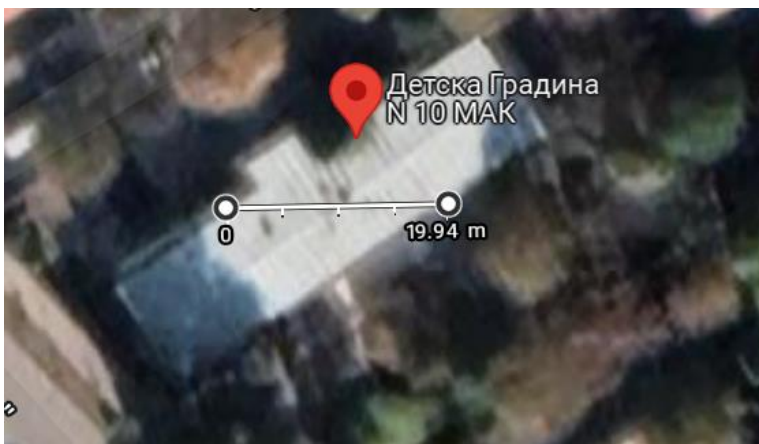
Необходима енергия със соларна система (година 1)	5,834.4 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	23,779.7 kWh

### Обект 6: Алени макове

Тази детска градина е с плосък покрив с обща площ от 285 м<sup>2</sup>. Разходът на вода е 5,4 м<sup>3</sup> на ден. Това дава разход на топла вода от 1620 литра.



Фигура 23. Фасада на обект 6



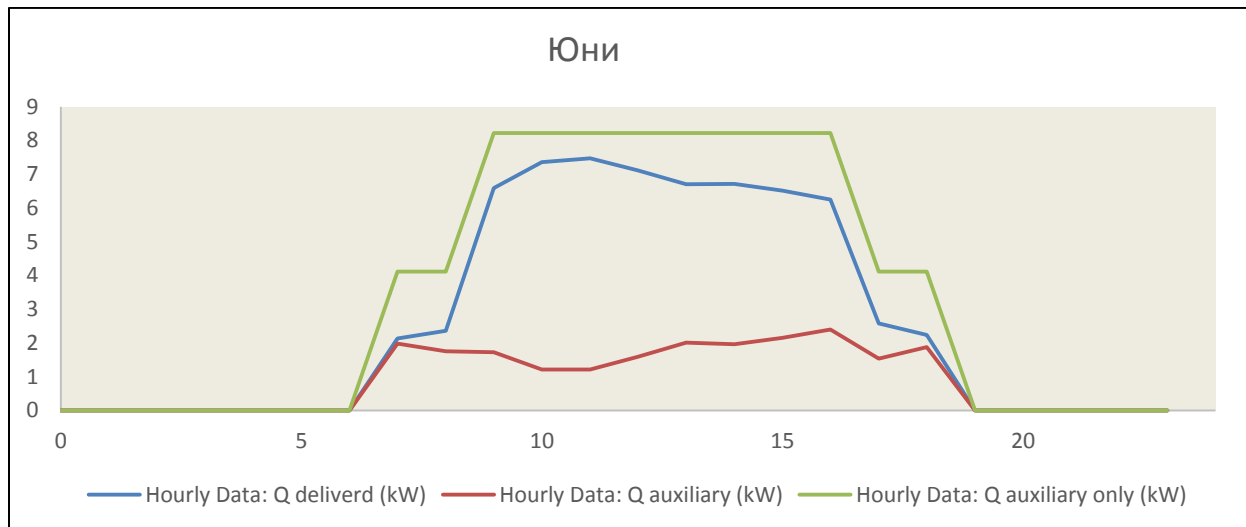
Фигура 24. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 6

Слънчевата топлинна система осигурява 56% от годишното потребление на енергия за топла вода с 5 (пет) колектора. Това означава, че системата може да осигури повече от 891 литра гореща вода на ден с температура 55°C.

Таблица 13. Годишно спестяване на енергия с 5 (пет) слънчеви колектора в обект 6

Годишна спестена енергия (година 1)	17,510 kWh
-------------------------------------	------------

Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.56
Необходима енергия със соларна система (година 1)	13,607.7 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	31,319.6 kWh



Фигура 25. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от петте слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 6

Използвайки общата налична площ, могат да се монтират 10 (десет) колектора. Това означава, че чрез удвояване на броя на колекторите, делът на слънчевата енергия се увеличава до още 20% и достига 77% от общото потребление на енергия за топла вода.

Таблица 14. Годишно спестяване на енергия с 10 ( десет) слънчеви колектора в обект 6

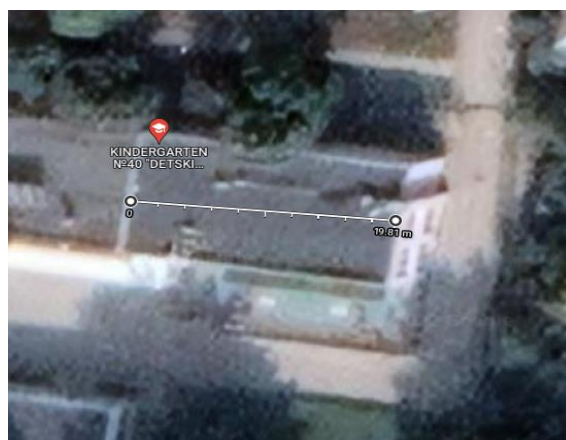
Годишна спестена енергия (година 1)	24,022 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.77
Необходима енергия със соларна система (година 1)	7,121.9 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	31,319.6 kWh

## Обект 7: Детски свят

Тази детска градина е с плосък покрив с обща площ от 330 м<sup>2</sup>. Разходът на вода е 7,5 м<sup>3</sup> на ден. Това дава консумация на топла вода от 2250 литра.



фигура 26. Фасада на обект 7

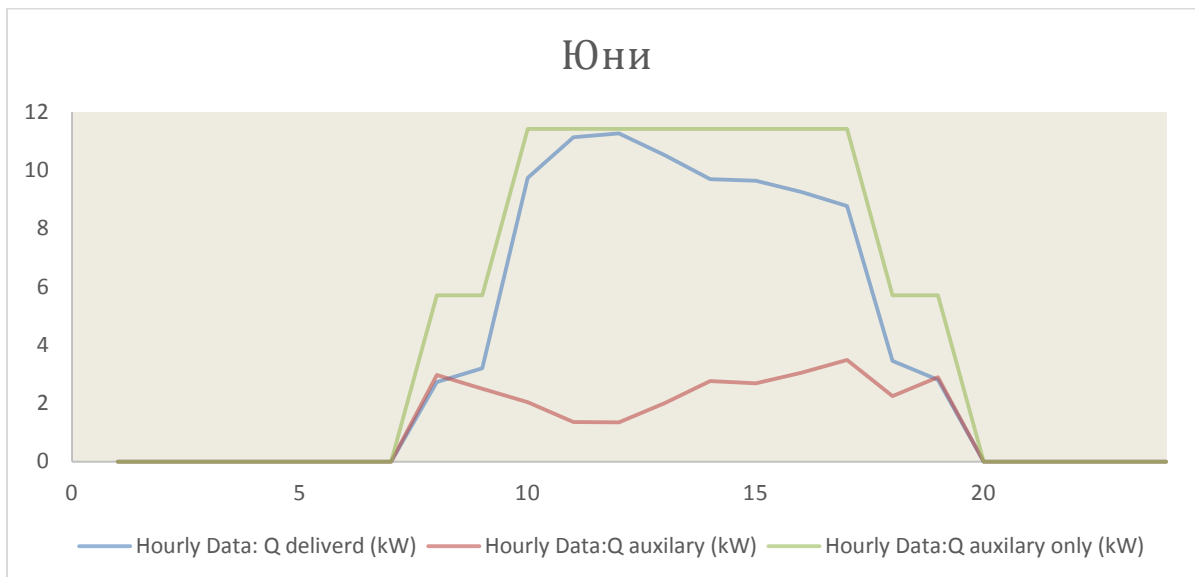


Фигура 27. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 7

Слънчевата топлинна система със 7 (седем) колектора осигурява 56% от годишното потребление на енергия за топла вода. Това означава, че системата може да осигури повече от 1237 литра гореща вода с температура 55°C на ден.

Таблица 15. Годишно спестяване на енергия с 7 (седем) слънчеви колектора в обект 7

Годишна спестена енергия (година 1)	24,549 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.56
Необходима енергия със соларна система (година 1)	18,740.9 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	43,499.5 kWh



Фигура 28. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от седем слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 7

При разполагаема площ от 20 метра на покрива е възможно инсталирането на 10 (десет) слънчеви колектора в един ред. Производственият капацитет и спестяването на енергия ще бъдат повишени до 66% при този вариант.

Таблица 16. Годишно спестяване на енергия с 10 (десет) слънчеви колектора в обект 7

Годишна спестена енергия (година 1)	28,864 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.66
Необходима енергия със соларна система (година 1)	14,428.6 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	43,499.5 kWh

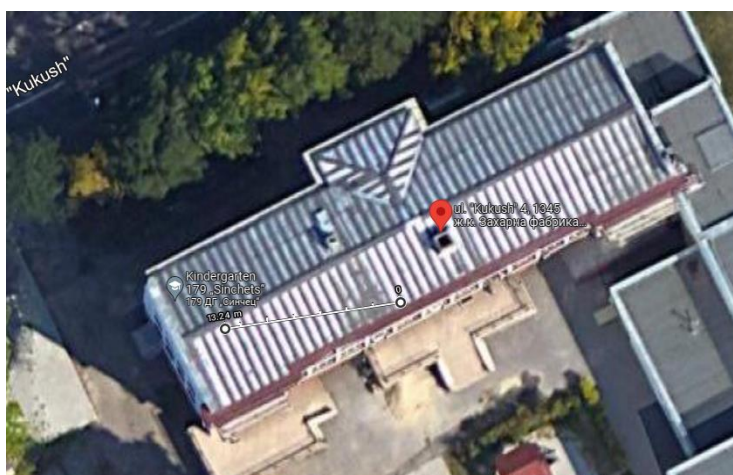
### Обект 8: Синчец

Тази детска градина е със скатен покрив. Консумацията на вода е 0,1 m<sup>3</sup> на ден. Това дава разход на топла вода от 30 литра.





Фигура 29. Фасада на обект 8



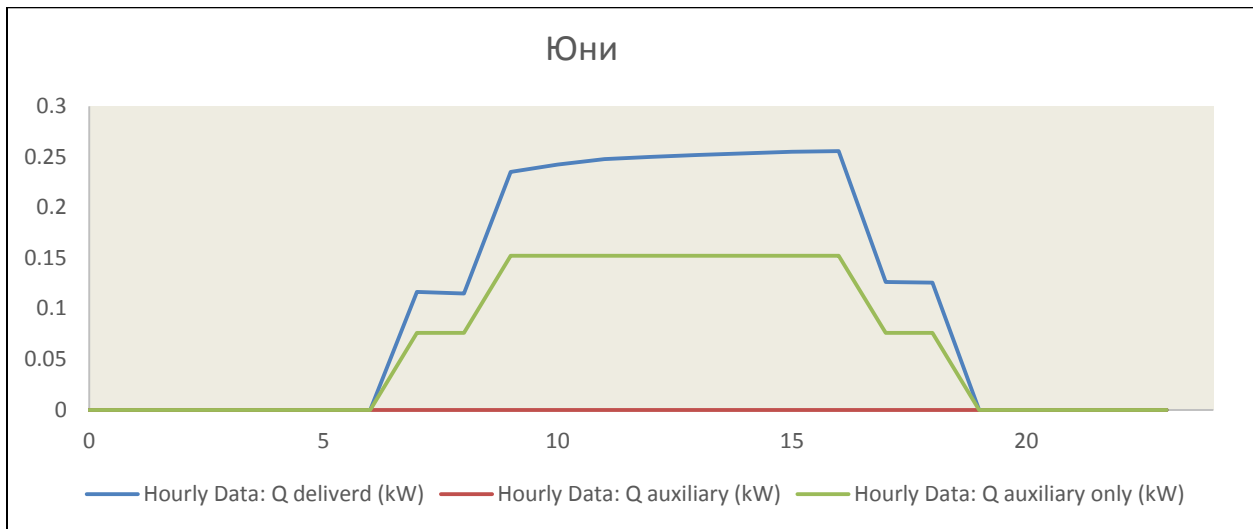
Фигура 30. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 8

Слънчевата топлинна система осигурява 71% от годишната енергия за топла вода с един колектор.

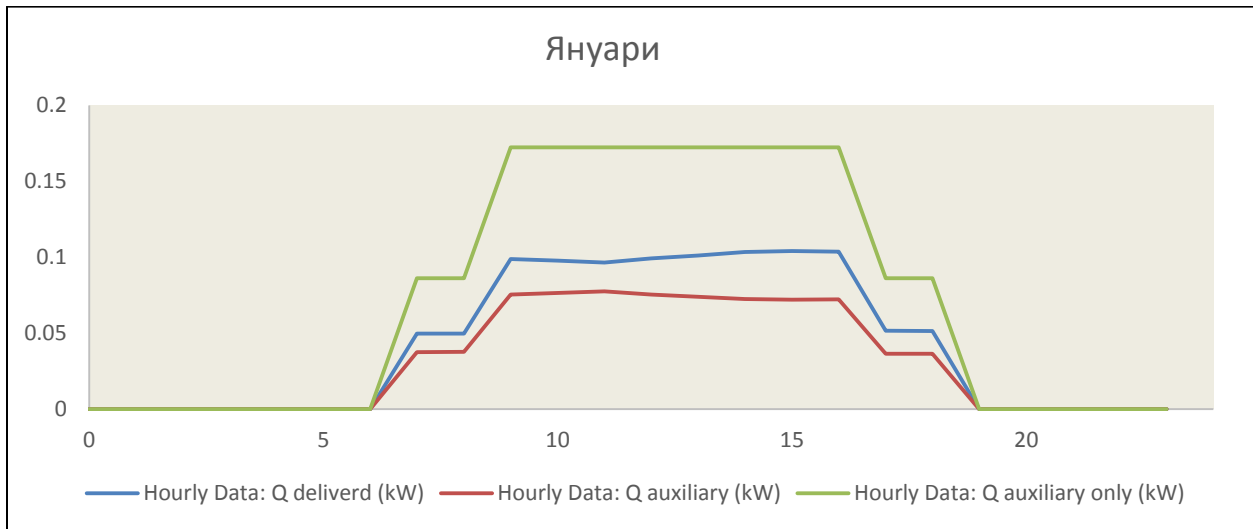
През юни слънчевият нагревател може да произвежда 100% от енергията за топла вода по време на пиковите часове. Бойлерите осигуряват около 80% от енергията през зимните дни, а слънчевите колектори произвеждат около 20%. Това е показано на Фигура 20 и Фигура 21.

Таблица 17. Годишно спестяване на енергия с 1 (един) слънчев колектор в обект 8

Годишна спестена енергия (година 1)	414 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.71
Необходима енергия със соларна система (година 1)	58.5 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	580.0 kWh



Фигура 31. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от един слънчев колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 8



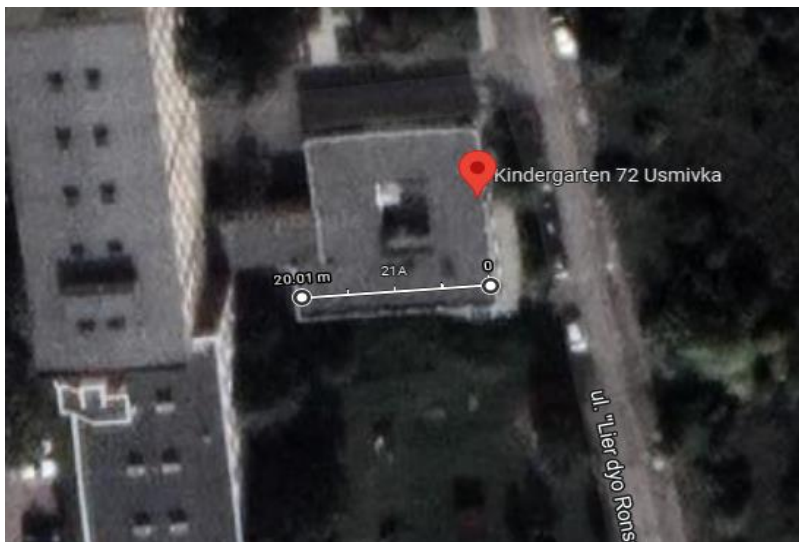
Фигура 32. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от един слънчев колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 8 през януари

## Обект 9: Филиал с. Покровник, ДГ Усмивка

Тази детска градина е с плосък покрив с обща площ от 325 м<sup>2</sup>. Разходът на вода е 0,4 м<sup>3</sup> на ден. Това дава разход на топла вода от 120 литра.



Фигура 33. Фасада на обект 9

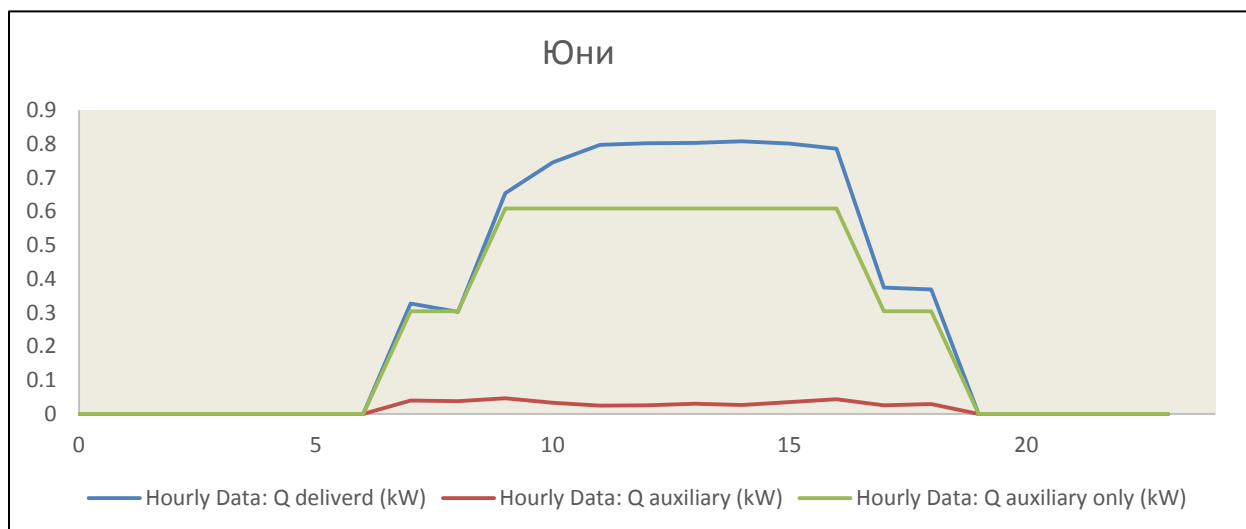


Фигура 34. Изглед отгоре и възможна монтажна дължина на обект 9

Един колектор е достатъчен, за да произведе енергия за 120 литра топла вода на ден и да покрие най-малко 55%. С размер на 1 (един) колектор от около 5м<sup>2</sup>, системата осигурява 70% от годишната енергия за топла вода. Повече подробности са показани в Таблица 18 и Фигура 35.

Таблица 18. Годишно спестяване на енергия с 1 (един) слънчев колектор в обект 9

Годишна спестена енергия (година 1)	1,628 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.70
Необходима енергия със соларна система (година 1)	553.6 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	2,320.0 kWh



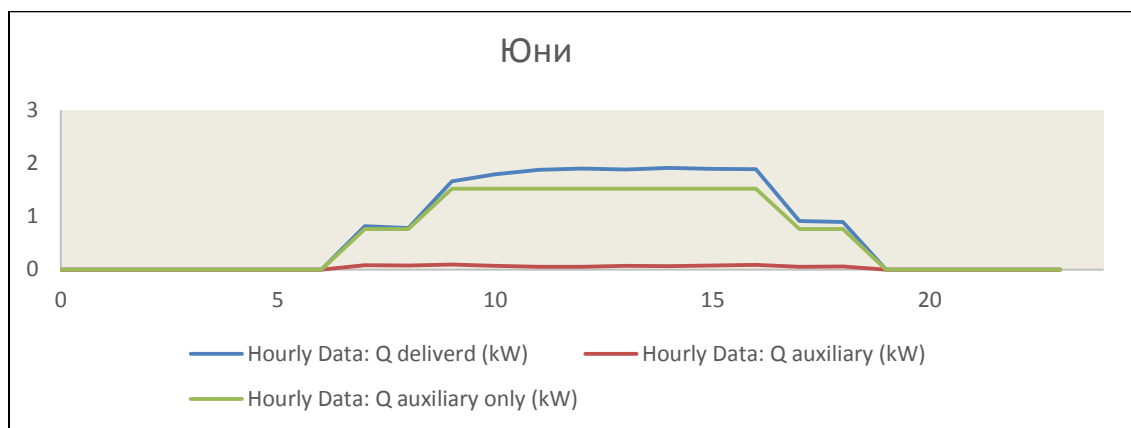
Фигура 35. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от един слънчев колектор, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 9

### Обект10: Филиал с. Церово, ДГ Усмивка

Тази детска градина е с плосък покрив с обща площ от 408 м<sup>2</sup>. Разходът на вода е 1,0 м<sup>3</sup> на ден. За производството на 300 литра топла вода на ден за покриване на поне 55% от общото количество вода, необходимо за нуждите на градината, са достатъчни 2 (два) колектора. С два колектора от около 5м<sup>2</sup>, системата осигурява 73% от годишната енергия за топла вода, докато един колектор осигурява едва около 50%.

Таблица 19. Годишно спестяване на енергия с 2 (два) слънчеви колектора в обект 10

Годишна спестена енергия (година 1)	4,243 kWh
Дял на Слънчева енергия (година 1)	0.73
Необходима енергия със соларна система (година 1)	1,404.4 kWh
Необходима енергия без соларна система (година 1)	5,799.9 kWh



фигура 36. Дневна енергия, необходима за производство на топла вода, осигурена от два слънчеви колектора, и необходимост от други спомагателни бойлери в обект 10

## Обобщение и заключение

Кратко представяне на всички обекти е показано в Таблица 20, където са обобщени наличната площ, изискванията за дебит и максимален потенциал на колекторите. Таблицата показва общата налична площ, площта на колекторите за постигане на 55% от производството на топла вода и потреблението на топла вода в детските градини. Процентът на производство на топла вода при съответен брой колектори показва, че всички обекти имат капацитет да докажат минимум 55% дял на слъчевата енергия за осигуряване на топлата вода съгласно заложените изисквания в проекта. Освен това за всички обекти е показан втори вариант, при който е постигнат максимален капацитет на соларните системи.

Таблица 20. Обобщение на наличната площ, изискванията за дебит и максимален потенциал на колекторите

Обекти	Обща площ (м <sup>2</sup> )	Площ за колектори (дължина)	Консумация на топла вода(литър)	Производство на топла вода от колектори (%)	Максимален потенциал на колекторите (%)
Обект 1	265	14	1320	56	73
Обект 2	400	10,4	1830	57	57
Обект 3	350	20	1200	58	82
Обект 4	1200	32	2430	58	75
Обект 5	350	38	1230	57	75
Обект 6	285	20	1620	56	77
Обект 7	330	20	2250	56	66

Обект 8	-	-	30	71	-
Обект 9	325	20	120	70	-
Обект 10	408	-	300	73	-

Основният резултат от моделирането за обект 2 например показва, че чрез инсталиране на фотоволтаични модули върху цялата налична покривна площ, годишното производство на енергия се увеличава до 63 MWh, с максимален капацитет от 30 kW. При инсталиране на колектори по наличната дължина на покрива, годишното производство на енергия е 20 MWh, с максимален капацитет от 9 kW. Следователно, инсталирането на фотоволтаични панели е решение за постигане на още по-ефективни спестявания в сравнение с колекторите. Фотоволтаичните панели обаче са по-скъпи и инсталирането на системите е по-сложно.

## Библиография

1. Zhang, Taoju. An Energy Audit of Kindergarten Building in Vallbacksgården. 2015.
2. [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#TMY](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#TMY). [Online]
3. <https://sam.nrel.gov/>. [Online]