

Adriacold

“Diffusion of Cooling and Refreshing Technologies using the Solar Energy Resource in the Adriatic Regions”

Project Code: 2^oord./0030/1

Študija izvedljivosti sistema solarnega hlajenja – vrtec Mornarček Piran

Work Package:	WP4
Action:	4.2.
Deliverable due date (as in the AF):	31/07/2013
Responsible partner:	FB 4 GOLEA
Editors:	Rajko Leban Nejc Božič Ivana Kacafura Boštjan Mljač Irena Pavliha
Deliverable code (if applicable only):	Od_4.2
First Created:	19/04/2013
Last Updated:	25/04/2013
Version:	Final

Vsebina

1. Opis stavbe	4
Splošni opis stavbe.....	4
Zasedenost stavbe	5
Konstrukcije	5
Ogrevalni, hladilni in prezračevalni sistemi	6
Priprava sanitarne tople vode (STV)	7
Električne naprave in razsvetljava	8
2. Raba in stroški energije ter vode.....	9
3. Potencial za prihranke	13
3.1 Ocena potenciala prihrankov.....	13
4. Potencial za izvedbo sistema solarnega hlajenja	14
4.1 Obstoječi sistem klimatizacije.....	14
4.2 Površina za vgradnjo SSE	14
4.3 Prostor za naprave.....	15
4.4 Parametri za načrtovanje klimatizacijskega sistema	15
4.5 Lokacija	16
4.6 Zunanja temperatura.....	16
4.7 Relativna vlažnost zunanjega zraka	16
4.8 Sončno sevanje na horizontalno ploskev	17
4.9 Subjektivna ocena klimatskih razmer na lokaciji stavbe	18
5. Primerjava sistemov solarnega hlajenja.....	18
5.1 Absorpcijski hladilni agregat.....	18
5.2 Adsorpcijski hladilni agregat.....	18
5.3 Vir toplotne energije – termo solarni system.....	19
5.4 Stroškovna primerjava	19
5.2 Prednosti in pomanjkljivosti sistema solarnega hlajenja	23
5.3 Sofinanciranje investicije – Adriacold.....	24
6. Zaključek.....	25

1. Opis stavbe

1.1 Splošni opis stavbe

Vrtec Mornarček Piran je objekt, kjer se izvaja dejavnost predšolske vzgoje. Nahaja se na ulici IX. Korpusa 40a v Piranu. Zgrajen je bil leta 1973. Skupna ogrevana površina stavbe je 969,3 m². Kondicionirani volumen znaša 2.043,3 m³.



Vrtec je funkcionalno razdeljen na dvoetažni upravni del, kjer je tudi glavni vhod v stavbo. V nadstropju se nahaja uprava vrta, v pritličju pa kuhinja, kotlovnica in ostali servisni prostori. Iz pritličja tega dela stavbe pridemo v povezovalni hodnik, ki povezuje tri pritlične paviljone v katerih so igralnice.

1.2 Zasedenost stavbe

Stavba je v uporabi skozi celo leto. Delno se število otrok zmanjša le v drugi polovici julija in v avgustu. Kuhinja deluje skozi celo leto. Delovni čas vrtca je od ponedeljka do petka od 6:30 do 17:00 ure. Število otrok se giblje okrog 90 v slovenskem delu in 12 v italijanskem oddelku vrtca.

1.3 Konstrukcije

- **Fasada:** Zunanje stene (slika 1) so grajene iz AB nosilne konstrukcije. Delno so stene pozidane z opečnimi polnili. Debelina zunanje stene je 29 cm, zaključni sloj pa je cementni obrizg. Stene so brez toplotne izolacije. Toplotna prehodnost konstrukcije je $U=3,04 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- **Stavbno pohoštvo:** Stavbno pohoštvo je bilo zamenjano leta 2005. Vgrajeno je stavbno pohoštvo z PVC okvirji in dvoslojno izolacijsko zasteklitvijo z plinskim polnjenjem (slika 1). Toplotna prehodnost je $U=2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na južnih legah imajo okna tudi zunanja senčila (screen roloji).
- **Streha:** Objekt ima dva tipa streh (slika 2). Nad igralnicami je povševna dvokapna streha. Nad hodniki ob igralnicah so bile prvotno ravne strehe, ki pa so bile zaradi težav z zamakanjem naknadno prekrite z poševno streho. Obe strehi imata po podatkih iz projektne dokumentacije 5 cm toplotne izolacije. Toplotna prehodnost poševne strehe je $U=0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$. Toplotna prehodnost ravne strehe oz. stropa proti neogrevanemu podstrešju je $U=2,37 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- **Tla na terenu:** Toplotna prehodnost tal na terenu je $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Slika 1



Slika 2

1.4 Ogrevalni, hladilni in prezračevalni sistemi

Ogrevanje

Za ogrevanje objekta je v kleti objekta izvedena kotlovnica, v kateri je nameščen oljni kotel C.T.M.C. - Massina R 250-300(1994) nazivne moči 349 kW (slika 3). Energent je ekstra lahko kurilno olje (ELKO). Odvod dimnih plinov je izveden preko dimnika, vodenega na streho objekta. Kotel je opremljen z lastno kotlovsko avtomatiko. Za krmiljenje delovanja črpalk je vgrajen avtomatika proizvajalca Seltron (slika 4). Temperatura dovoda ogrevalnega medija v radiatorski sistem je vodena po temperaturi zunanjega zraka. Razvod do posameznih vej je izveden preko razdelilnika/zbiralnika, ki vključuje dve ogrevalni veji. Temperaturni režim ogrevanja je 90/70°C. Ogrevanje objekta je izvedeno z dvocevnim radiatorskim sistemom. Grelna telesa so radiatorji (63 kom), opremljeni z klasičnimi ventili brez možnosti termostatske regulacije temperature v prostoru.



Slika 3



Slika 4

Hlajenje

Za hlajenje igralnic so vgrajene t.i. »split klima naprave«. Vsaka igralnica ima tako svojo notranjo enoto za hlajenje zraka, ki ima izvedeno freonsko povezavo do zunanje enote nameščene na fasadi (slika 5). Hladilna moč vsake od teh naprav je okrog 3kW. Skupaj je na objektu vgrajenih 12 individualnih split klima naprav.

V letu 2012 je bila za potrebe hlajenja kuhinje vgrajena reverzibilna toplotna črpalka proizvajalca Mitsubishi nazivne hladilne moči 12,5 kW, ki sestoji iz zunanje (slika 6) in notranje (slika 7) enote. Glede na podatke iz tehnične dokumentacije je potrebna električna moč pri nazivni hladilni moči okrog 4 kW. Skupna instalirana hladilna moč objekta je torej okrog 48,5 kW.



Slika 5



Slika 6



Slika 7

Priprava sanitarne tople vode (STV)

Topla sanitarna voda se za sanitarije pripravlja centralno. Vgrajen je hranilnik tople sanitarne vode – bojler volumna 500 litrov. Bojler se skozi celo leto ogreva izključno iz oljnega kotla. Zaradi zahtev sanitarnih predpisov se vzdržuje minimalna temperatura vode v bojlerju 60°C. Sistem ima cirkulacijski vod z obtočno črpalko. Obtočna črpalka ima redukcijo preko stikalne ure in deluje od 6:00 do 17:00. Na posameznem otroškem umivalniku je mešalni ventil, ki omeji temperaturo vode na izstopu.

Največji porabnik tople vode je kuhinja.

Po podatkih vzdrževalca je raba ELKO za pripravo STV izven ogrevalne sezone med 3.000 in 3.500 litrov. Dnevno v kuhinji pripravijo 170 obrokov (izjema je avgust ko pripravijo okrog 140 obrokov).



Slika 8

Prezračevanje

Objekt se z izjemo kuhinje povsod prezračuje naravno z odpiranjem oken. V kuhinji je vgrajena odvodna napa, ki skrbi za odvod zraka iznad termičnega bloka kuhinje. Prezračevalni sistem kuhinje ne omogoča rekuperacije toplote odpadnega zraka.

Električne naprave in razsvetljava

Sistem razsvetljave je bil v zadnjih letih posodobljen. V igralnicah so vgrajene viseče svetilke z fluo. cevastimi sijalkami 4x18W z elektronsko predstikalno napravo in zrcalnim rastrom (slika 9). V ostalih prostorih pa svetilke z cevastimi ali kompaktnimi fluo sijakami.

Skupna električna moč sistema razsvetljave je ocenjena na 6,7 kW.



Slika 9

Ostale električne naprave so še: konvektomat, pomivalni stroj, kuhinjski pripomočki, računalniki (cca. 15kom), tiskalniki, ostala pisarniška ter avdio-video oprema.

2. Raba in stroški energije ter vode

V spodnji tabeli je prikazana skupna raba in stroški oskrbe z energijo in vodo za vrtec Mornarček.

enota	ELKO		Električna energija		Voda		Skupni stroški
	kWh	€	kWh	€	m ³	€	€
2009	141.634	9.277	31.995	6.137	1.027	2.579	17.993
2010	141.614	10.389	32.407	5.600	1.033	2.223	18.212
2011	132.250	11.870	32.726	5.431	1.003	2.113	19.414
Povprečje	138.499	10.512	32.376	5.723	1.021	2.305	18.540

Iz tabele izhaja, da skupni stroški za oskrbo z energijo in vodo naraščajo. Rast skupnih stroškov je predvsem posledica rasti cene energenta za ogrevanje (ELKO).

Energijsko število, ali specifična raba energije za ogrevanje znaša v povprečju 142,9 kWh/m², specifična raba električne energije znaša 33,4 kWh/m². Skupno **energijsko število** objekta je tako **176,3 kWh/m²**. Gre torej za energetske potraten objekt.

Povprečna cena energije za **ogrevanje** je v obdobju 2009-2011 znašala **75,9 €/MWh** z vključenim DDV. Povprečna cena **električne energije** je bila v istem obdobju **176,8 €/MWh** z vključenim DDV.

Ogrevanje

V spodnjem diagramu je prikazana raba energenta za ogrevanje (ELKO). Razviden je manjši padec porabe v letu 2011.

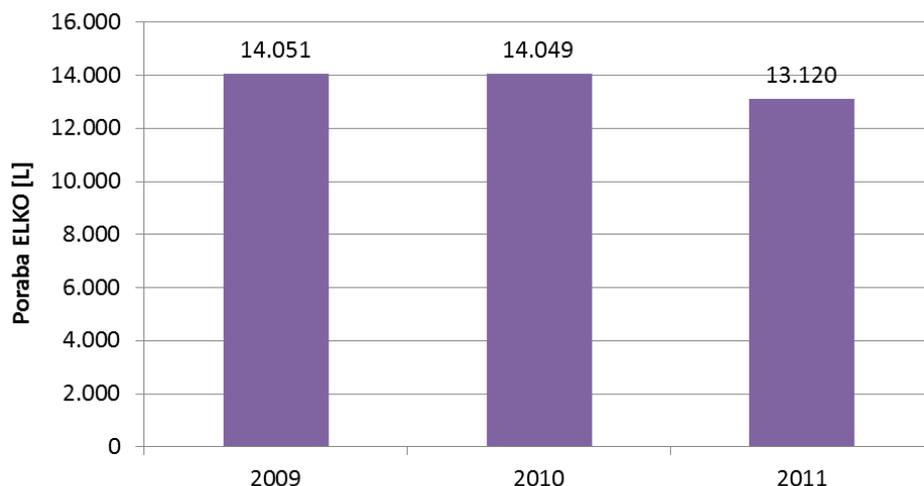


Diagram 1

Kljub zmanjšani porabi pa je strošek v letu 2011 narasel. Enako je bilo leto prej. Rast stroškov je posledica visoke rasti ELKO, ki smo ji priča v zadnjih letih (diagram 2).

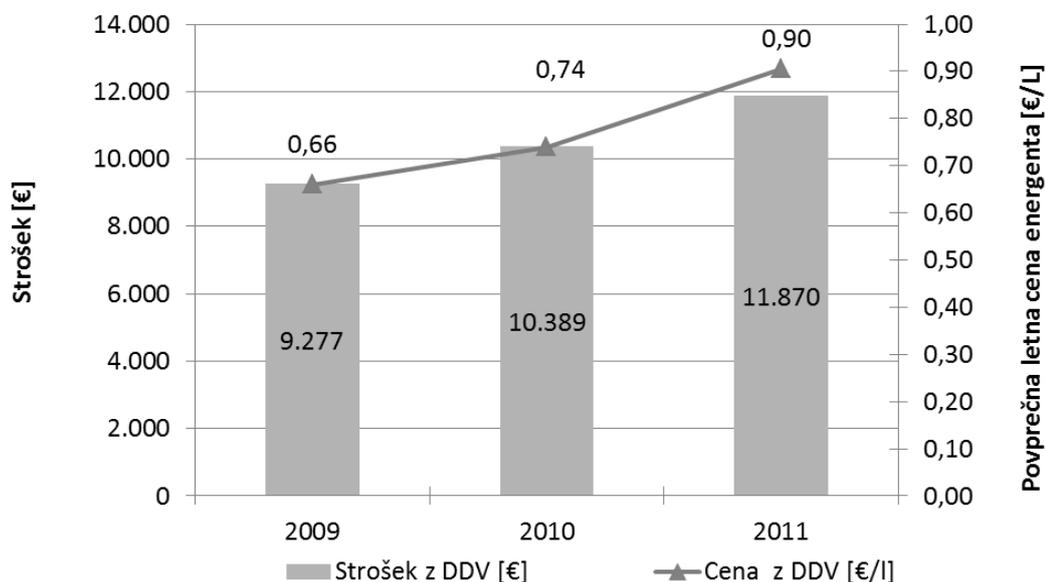


Diagram 2

Električna energija

Na diagramu 3 je prikazana raba električne energije. Raba je skozi leta konstantna, letna rast je okrog 1% letno.

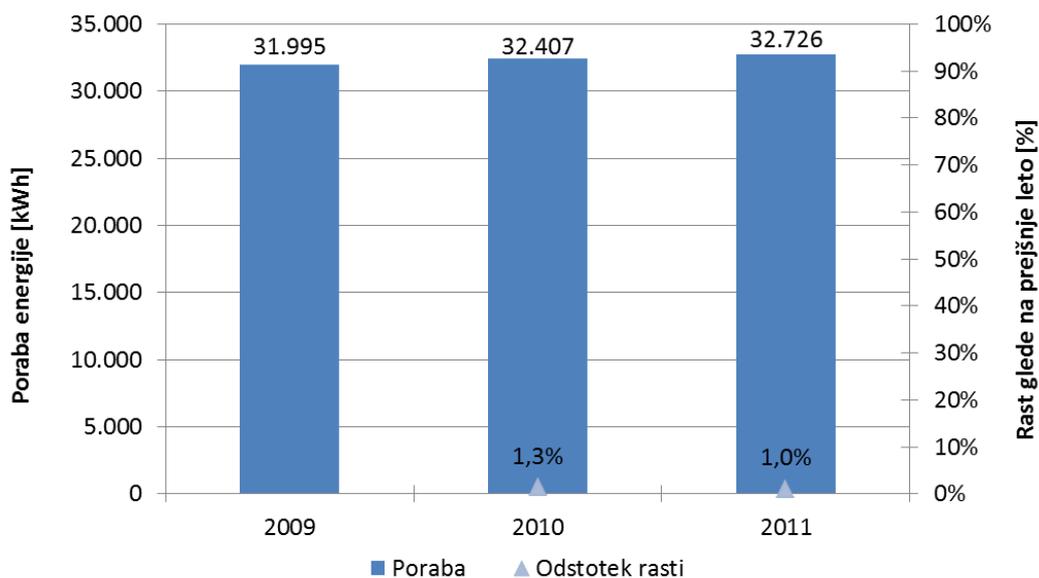


Diagram 3

Na diagramu 4 je prikazan strošek električne energije. Zaradi znižanja cene je prišlo v letih 2010 in 2011 do znatnega znižanja stroška za električno energijo. V letu 2010 se je strošek znižal za slabih 9%, v letu 2011 pa za 3%.

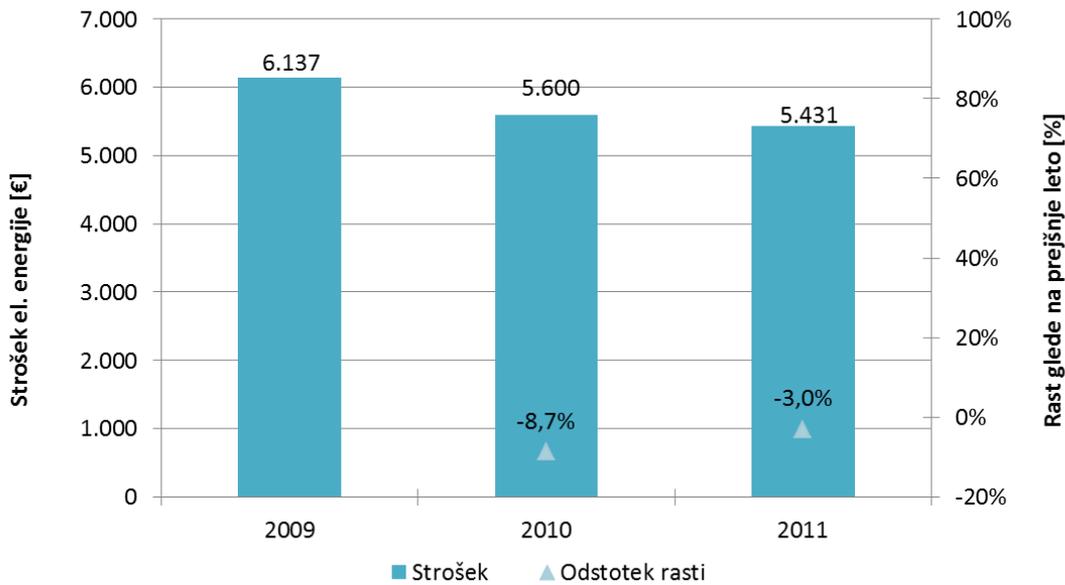


Diagram 4

Voda

Na diagramu 5 je prikazana poraba vode. Raba vode je skozi leta bolj ali manj konstantna in se giblje okrog 1.000 m³. V letu se je v primerjavi z prejšnjimi leti znižala za 3%.

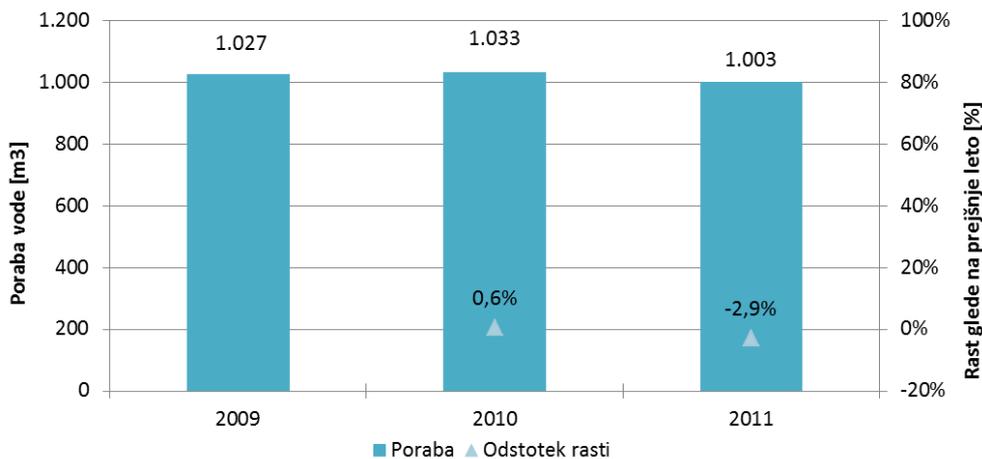


Diagram 5

Kot izhaja iz diagrama 6 se je voda v letih 2010 in 2011 v primerjavi z letom 2009 znatno pocenila. Posledica je prihranek pri stroških oskrbe z vodo, leta 2010 se je strošek vode tako znižal za slabih 14%, v letu 2011 pa še za 5% v primerjavi z predhodnim letom (diagram 7).

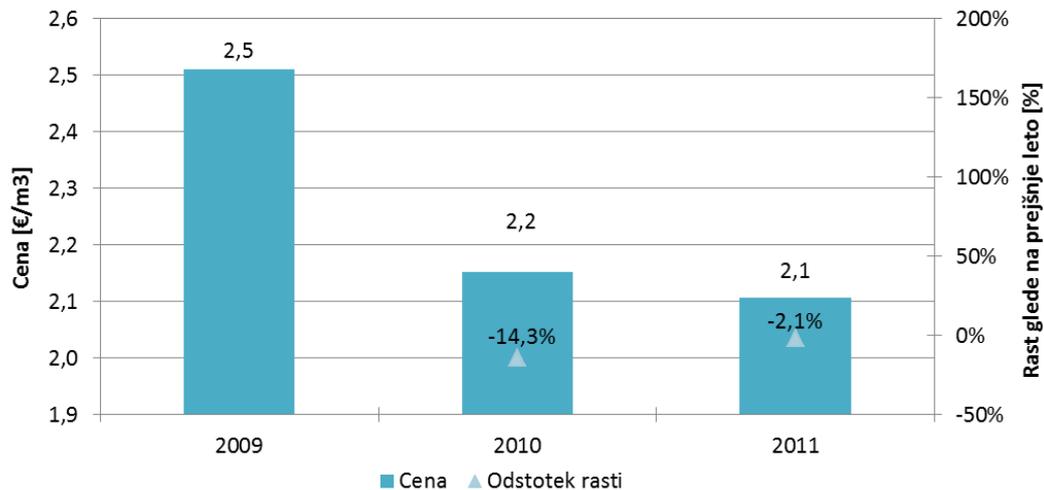


Diagram 6

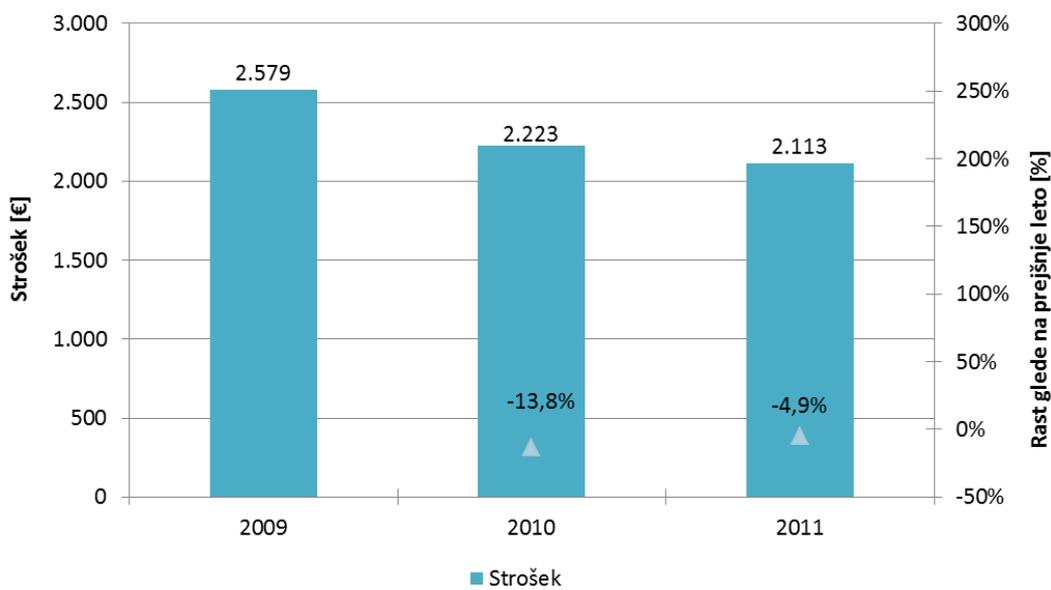


Diagram 7

3. Potencial za prihranke

3.1 Ocena potenciala prihrankov

- **Ovoj:** Z celovito sanacijo ovoja, kjer bi se vgradilo sodobno stavbno pohištvo z $U_w=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, toplotno izolacijo fasade z doseganjem toplotne prehodnosti zunanje stene $U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ in dodatno toplotne izolacije strehe z doseganjem $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ bi lahko dosegli do 50% prihranek energije pri ogrevanju.
- **Instalacije:** Smiselni ukrep, ki se kaže pri stojnih instalacijah je vgradnja termostatskih ventilov na ogrevala. Sočasno je smiselna še zamenjava črpal z frekvenčno vodenimi črpalkami. Tako bi dosegli bistveno boljše krmiljenje temperature v prostorih. Na ta način bi dosegli med 5 in 15% prihrankov končne energije za ogrevanje.
- **Sanitarna topla voda:** Trenutno se tudi izven ogrevalne sezone pripravlja z oljnim kotlom centralnega ogrevanja. Tak način delovanja pomeni za celoten sistem priprave STV velike izgube saj je izkoristek sistema nizek. Trenutno se za ogrevanje STV **izven kurilne sezone porabi 25%** celotne letno nabavljene količine kurilnega olja. Ena izmed okoljsko sprejemljivih možnosti je ogrevanje s toplotno črpalko. Tu je potrebno poudariti, da je potrebno zagotavljati ustrezen temperaturni njivo (nad 60°C) in količino glede na profil odjema (kuhinja), kar pomeni, da bi najverjetneje še vedno potrebovali rezervni vir za dogrevanje vode. Druga možnost je postavitve termosolarnega sistema za pripravo tople sanitarne vode. Na objektu kjer se nahaja kotlovnica je ustrežna površina (orientacija, naklon) strehe kjer bi bilo možno postaviti polje sprejemnikov sončne energije. Sam prihranek energije je pri teh dveh rešitvah majhen, se pa z prehodom na obnovljiv vir energije bistveno zmanjšajo stroški in emisije toplogrednih plinov.
- **Prezračevanje:** Smiselni ukrep bi bil vgradnja varčne kuhinjske nape, saj je sedanji način prezračevanja samo z odvodom energijsko zelo potraten, hkrati pa ne zagotavlja ustreznih parametrov notranjega toplotnega okolja v kuhinji. Varčna napa za vgrajenim rekuperatorjem in z variabilnim pretokom zraka zagotavlja ustrezne delovne pogoje v kuhinji in hkrati omogoča vračanje toplote odpadnega zraka. Ocenjujemo da bi s tem ukrepom lahko prihranili do 10% energije za ogrevanje. Ob izboljšavah na ovoju stavbe je smiselno razmišljati tudi o prisilnem prezračevanju ostalih prostorov objekta. Možne so različne (centralno ali decentralno prezračevanje) variante z svojimi prednostmi in slabostmi. Pri centralnem sistemu je ob naknadni vgradnji slabost predvsem cena in zahtevnost izvedbe, pri decentralnih pa manjše zmogljivosti (št. izmenjav zraka).

4. Potencial za izvedbo sistema solarnega hlajenje

4.1 Obstoječi sistem klimatizacije

Za hlajenje igralnic so vgrajene t.i. »split klima naprave«. Vsaka igralnica ima tako svojo notranjo enoto za hlajenje zraka, ki ima izvedeno freonsko povezavo do zunanje enote nameščene na fasadi (slika 5). Povprečna hladilna moč teh naprav je okrog 3 kW. Skupaj je na objektu vgrajenih 12 individualnih split klima naprav.

V letu 2012 je bila za potrebe hlajenja kuhinje vgrajena reverzibilna toplotna črpalka proizvajalca Mitsubishi nazivne hladilne moči 12,5 kW, ki sestoji iz zunanje (slika 6) in notranje (slika 7) enote. Glede na podatke iz tehnične dokumentacije je potrebna električna moč pri nazivni hladilni moči okrog 4 kW. Skupna instalirana hladilna moč objekta je torej okrog 48,5 kW.

4.2 Površina za vgradnjo SSE

Površina	Naklon (°)	Orientacija (vzhod-jug-zahod-sever)	Površina (m ²)
Poševna streha	22,5°	JUG	105,3
	22,5°	JUG	67,2
	22,5°	JUG	30



Slika 10



Slika 11

4.3 Prostor za naprave

Prosta uporabna površina v obstoječih tehničnih prostorih

Površina tal: ...**2,8 x 7,7 = 21,6**.....m² (dolžina x širina)

Višina stropa:**2,1**.....m

Razdalja od strehe (polje SSE):**4**.....m

4.4 Parametri za načrtovanje klimatizacijskega sistema

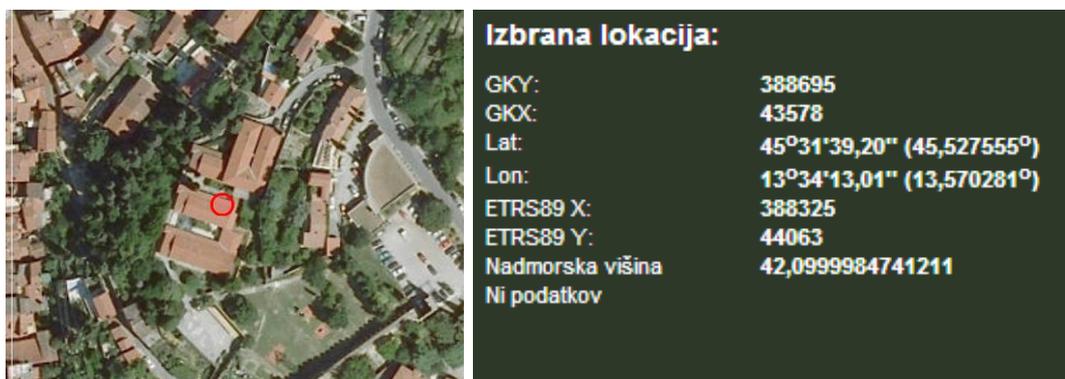
	Parameter	Enota	Vrednost
Notranji zrak	Temperatura	°C	23 do 25
	Relativna vlažnost	% Rh	30 do 60
	Volumen (svež zrak)	m ³ /h	Min. 1000
Zunanji zrak	Temperatura	°C	32
	vlažnost	% rel. vlažnost	70
Statične hladilne obremenitve	Razsvetljava	kW	6,7
	Računalniki	kW	3
	Ljudje	kW (senzibilna toplota)	7
	Druga oprema (kuhinja)	kW	20
	Solarni toplotni dobitki	kW	20

4.5 Lokacija

Lokacija:..... IX. KORPUS 40/A, 6330 PIRAN.....

Zem. dolžina:**13.570281**.....°

Zem. širina:**45.527555**.....°



4.6 Zunanja temperatura

Povprečne mesečne temperature [°C]:

Jan.	Feb.	Mar.	April	Maj	Junij	Julij	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
5,00	5,00	8,00	12,00	17,00	20,00	23,00	23,00	19,00	14,00	10,00	6,00

4.7 Relativna vlažnost zunanjega zraka

Relativna zunanja vlaga:

Jan.	Feb.	Mar.	April	Maj	Junij	Julij	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
0,75	0,70	0,65	0,65	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,75	0,75	0,75

4.8 Sončno sevanje na horizontalno ploskev

Sončno sevanje

Naklon je podan v [°], mesečni podatki pa v [kWh/m²]

Nakl.	Usm.	Januar	Feb.	Mar.	April	Maj	Junij	Julij	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
0,00	SZ	1,20	2,07	3,17	4,31	5,46	5,92	6,10	5,36	3,83	2,40	1,30	0,96
15,00	S	0,75	1,42	2,49	3,70	4,89	5,41	5,53	4,68	3,14	1,83	0,94	0,64
15,00	SV	0,84	1,52	2,56	3,75	4,93	5,38	5,51	4,71	3,22	1,93	1,03	0,71
15,00	V	1,07	1,85	2,89	4,00	5,12	5,48	5,67	4,97	3,54	2,21	1,22	0,89
15,00	JV	1,34	2,22	3,26	4,26	5,32	5,64	5,88	5,28	3,89	2,51	1,41	1,08
15,00	J	1,52	2,49	3,50	4,42	5,43	5,76	6,03	5,46	4,08	2,67	1,49	1,18
15,00	JZ	1,46	2,44	3,46	4,39	5,40	5,80	6,06	5,45	4,02	2,59	1,42	1,12
15,00	Z	1,21	2,11	3,15	4,17	5,23	5,71	5,92	5,21	3,73	2,32	1,23	0,94
15,00	SZ	0,92	1,68	2,75	3,87	5,01	5,55	5,70	4,89	3,36	2,00	1,04	0,74
30,00	S	0,56	0,83	1,72	2,97	4,14	4,70	4,73	3,81	2,35	1,23	0,72	0,52
30,00	SV	0,63	1,11	2,00	3,11	4,22	4,65	4,70	3,92	2,59	1,50	0,82	0,56
30,00	V	0,98	1,67	2,62	3,63	4,66	4,93	5,10	4,52	3,21	2,01	1,13	0,82
30,00	JV	1,44	2,32	3,25	4,10	5,03	5,22	5,49	5,05	3,82	2,54	1,47	1,16
30,00	J	1,77	2,80	3,68	4,36	5,18	5,39	5,70	5,34	4,17	2,85	1,64	1,36
30,00	JZ	1,66	2,71	3,61	4,31	5,16	5,48	5,78	5,33	4,06	2,70	1,50	1,24
30,00	Z	1,21	2,10	3,06	3,92	4,85	5,33	5,53	4,91	3,53	2,20	1,16	0,91
30,00	SZ	0,71	1,33	2,29	3,34	4,38	4,96	5,06	4,24	2,81	1,62	0,83	0,58
45,00	S	0,50	0,74	1,10	2,16	3,23	3,83	3,74	2,81	1,50	1,00	0,65	0,47
45,00	SV	0,53	0,87	1,58	2,53	3,47	3,82	3,80	3,14	2,05	1,22	0,70	0,49
45,00	V	0,89	1,50	2,35	3,23	4,15	4,33	4,49	4,01	2,86	1,81	1,04	0,76
45,00	JV	1,48	2,32	3,13	3,81	4,58	4,65	4,93	4,65	3,62	2,49	1,48	1,20
45,00	J	1,95	2,98	3,69	4,13	4,73	4,83	5,15	4,99	4,08	2,90	1,72	1,47
45,00	JZ	1,79	2,85	3,61	4,09	4,74	5,00	5,29	5,01	3,95	2,70	1,52	1,30
45,00	Z	1,19	2,05	2,91	3,59	4,39	4,83	5,02	4,51	3,26	2,05	1,08	0,87

45,00	SZ	0,59	1,08	1,90	2,79	3,66	4,24	4,27	3,53	2,30	1,31	0,71	0,50
60,00	S	0,45	0,65	0,98	1,51	2,23	2,83	2,62	1,78	1,22	0,89	0,57	0,42
60,00	SV	0,46	0,73	1,29	2,06	2,80	3,08	3,01	2,51	1,67	1,03	0,61	0,43
60,00	V	0,81	1,33	2,06	2,81	3,60	3,72	3,84	3,47	2,50	1,60	0,95	0,69
60,00	JV	1,46	2,21	2,88	3,39	3,99	3,98	4,23	4,09	3,29	2,33	1,44	1,18
60,00	J	2,02	3,00	3,52	3,73	4,08	4,08	4,37	4,40	3,80	2,83	1,73	1,52
60,00	JZ	1,83	2,85	3,45	3,72	4,16	4,35	4,61	4,49	3,67	2,59	1,49	1,32
60,00	Z	1,14	1,94	2,68	3,21	3,85	4,25	4,41	4,01	2,92	1,86	0,99	0,81
60,00	SZ	0,51	0,93	1,60	2,32	3,01	3,52	3,51	2,92	1,90	1,10	0,61	0,44
75,00	S	0,39	0,57	0,85	1,29	1,64	1,99	1,80	1,42	1,06	0,78	0,50	0,37
75,00	SV	0,40	0,62	1,07	1,70	2,25	2,49	2,39	2,02	1,37	0,88	0,53	0,37
75,00	V	0,71	1,13	1,77	2,39	3,02	3,10	3,17	2,91	2,13	1,37	0,83	0,61
75,00	JV	1,37	2,02	2,55	2,89	3,30	3,24	3,43	3,43	2,85	2,09	1,34	1,12
75,00	J	1,99	2,86	3,18	3,17	3,28	3,21	3,44	3,62	3,34	2,62	1,65	1,50
75,00	JZ	1,78	2,71	3,14	3,22	3,46	3,59	3,80	3,82	3,25	2,37	1,39	1,27
75,00	Z	1,04	1,76	2,39	2,78	3,27	3,61	3,75	3,46	2,55	1,62	0,88	0,73
75,00	SZ	0,44	0,80	1,36	1,94	2,46	2,89	2,86	2,42	1,58	0,93	0,53	0,38
90,00	S	0,34	0,49	0,73	1,09	1,34	1,59	1,43	1,19	0,91	0,66	0,43	0,31
90,00	SV	0,34	0,52	0,88	1,39	1,80	1,98	1,87	1,62	1,13	0,74	0,45	0,32
90,00	V	0,61	0,95	1,46	1,95	2,43	2,48	2,51	2,34	1,74	1,15	0,71	0,53
90,00	JV	1,22	1,73	2,10	2,32	2,55	2,47	2,60	2,68	2,32	1,77	1,19	1,01
90,00	J	1,85	2,57	2,68	2,48	2,37	2,26	2,39	2,71	2,73	2,29	1,51	1,39
90,00	JZ	1,64	2,42	2,68	2,62	2,70	2,77	2,92	3,05	2,69	2,05	1,24	1,16
90,00	Z	0,93	1,55	2,04	2,31	2,66	2,94	3,04	2,85	2,13	1,37	0,75	0,64
90,00	SZ	0,38	0,69	1,13	1,59	1,99	2,32	2,29	1,97	1,31	0,78	0,45	0,32

4.9 Subjektivna ocena klimatskih razmer na lokaciji stavbe

Temperatura → Vlažnost ↓	Visoka	Zmerna	Nizka
Visoka	X		
Zmerna		X	
Nizka		X	

5. Primerjava sistemov solarnega hlajenja

5.1 Absorpcijski hladilni agregat

Absorpcijski hladilni agregat za uparjanje hladiva (voda) potrebuje toplotno energijo. Le-to pridobivamo iz energije sonca - polja termo solarnih sprejemnikov sončne energije (TSSE). Tak sistem lahko, povežemo v sistem ogrevanja/hlajenja preko ventilatorskih konvektorjev v posameznih prostorih vrtca (predvidoma v 3 učilnicah vrtca). Elemente ogrevanja/hlajenja se dimenzionira ustrezno, glede na zahteve (pravilniki), potrebe posameznih prostorov (ne pozabimo morebitno kasnejšo sanacijo ovoja stavbe in stavbnega pohištva) in zmogljivosti absorpcijskega hladilnega agregata. Upoštevati visoko temperaturni režim hlajenja 12 – 18°C, kateri pomeni večje ugodje v prostoru (ni možnosti direktnega vpihovanja hladnega zraka v učilnice) in manjšo rabo energije. Odpadno procesno toploto se prvotno uporabi za predgrevanje tople sanitarne vode (TSV) vrtca v obdobju izven ogrevalne sezone, v obdobju ogrevalne sezone (prehodna obdobja) za (d)ogrevanje učilnic, še-le nato se proces hladi preko ponora odpadne toplote – hladilnega stolpa. Le-ta ne more biti t.i. suhe izvedbe. Zaradi lokacije (temperature in vlažnost zraka v poletnih mesecih) in pogojev samega procesa absorpcije (najvišja temp. povratka v hladilni agregat 28°C), je možna uporaba zaprtega mokrega hladilnega stolpa – tako se zmanjša potreba po hladilni vodi in izloči možnost pojava legionela bakterije in/ali podobnih aerosolnih spor. Sistem deluje reverzibilno, torej lahko v prehodnih obdobjih (spomladi, jeseni) (d)ogreva prostore vrtca.

5.2 Adsorpcijski hladilni agregat

Podoben sistem absorpcijskemu hladilnemu agregatu je tudi sistem adsorpcijskega hladilnega agregata. V procesu uparjanja hladiva (voda) je potrebna toplotna energija, katero pridobivamo iz polja termo solarnih sprejemnikov sončne energije (TSSE). Sistem povežemo v sistem ogrevanja/hlajenja preko ventilatorskih konvektorjev v posameznih prostorih vrtca (predvidoma v 3 učilnicah vrtca). Elemente ogrevanja/hlajenja se

dimenzionira ustrezno, glede na zahteve (pravilniki), potrebe posameznih prostorov (ne pozabimo morebitno kasnejšo sanacijo ovoja stavbe in stavbnega pohištva) in zmogljivosti absorpcijskega hladilnega agregata. Upoštevati visoko temperaturni režim hlajenja 12 – 18°C, kateri pomeni večje ugodje v prostoru (ni možnosti direktnega vpihovanja hladnega zraka v učilnice) in manjšo rabo energije. Odpadno procesno toploto se prvotno uporabi za predgrevanje tople sanitarne vode (TSV) vrtca v obdobju izven ogrevalne sezone, v obdobju ogrevalne sezone (prehodna obdobja) za (d)ogrevanje učilnic, še-le nato se proces hladi preko ponora odpadne toplote – hladilnega stolpa. Le-ta ne more biti t.i. suhe izvedbe. Zaradi lokacije (temperature in vlažnost zraka v poletnih mesecih) in pogojev samega procesa adsorpcije (najvišja temp. povratka v hladilni agregat 30°C), je možna uporaba zaprtega mokrega hladilnega stolpa – tako se zmanjša potreba po hladilni vodi in izloči možnost pojava legionela bakterije in/ali podobnih aerosolnih spor. Sistem deluje reverzibilno, torej lahko v prehodnih obdobjih (spomladi, jeseni) (d)ogreva prostore vrtca.

Oba predlagana sistema predvidevata povezavo na centralno nadzorni sistem (CNS), kateri ima funkcijo predvsem upravljanja ter nadzor nad postavljenim sistemom hlajenja. Možnost povezave zbiranja podatkov na daljavo.

5.3 Vir toplotne energije – termo solarni sistem

Za delovanje sistema solarnega hlajenja kot opisano v zgornjih točkah, potrebujemo vir toplotne energije na dovolj visokem temperaturnem nivoju. Sistem ab/adsorpcijskega hlajenja potrebujejo za svoje delovanje toploto na temperaturnem nivoju med 80 in 110°C, ob zagotavljanju ustreznega pretoka medija (mešanico voda in propilen glikol) skozi hladilni agregat. Upoštevajoč podatke o objektu (lokacija, orientacija, naklon), se predvidi uporaba visoko selektivnih ploščatih sprejemnikov sončne energije, skupne aperturne površine 48,5 m².

5.4 Stroškovna primerjava

Za potrebe odločanja izbire ustreznega sistema solarnega hlajenja, je pripravljena primerjalna analiza, v kateri so upoštevani stroški hlajenja s trenutno aktualno tehnologijo ("split" klimatske naprave) in primerjalno dva obravnavana sistema:

Absorpcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom za hlajenje ter (d)ogrevanje

Adsorpcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom za hlajenje ter (d)ogrevanje

V spodnji tabeli, so primerjani med seboj stroški obstoječega sistema hlajenja (obratovalni in vzdrževalni stroški) in obstoječega sistema ogrevanja objekta s pripravo tople sanitarne vode (TSV) (obratovalni in vzdrževalni stroški). Za obstoječ sistem je predpostavka, da investicije ni.

Za primerjavo obstoječemu postrojenju, sta predlagana dva sistema, in sicer sistem solarnega hlajenja s ab/adsorpcijskim hladilnim agregatom. V oceni višini investicije je upoštevano celotno postrojenje sistema, potrebno za funkcionalnost solarnega hlajenja – termo solarni sistem, hladilni agregat, povezava na sistem ventilatorskih konvektorjev v učilnicah, priprava TSV, centralno nadzorni sistem (CNS) za potrebe monitoringa. Ravno tako so upoštevani vsi obratovalni in vzdrževalni stroški sistemov. Cene energije (elektrika, ELKO in cena vode) so povzete po trenutno veljavnih cenah in vsebujejo vse dajatve.

V ekonomskem izračunu ni upoštevana diskontna stopnja, ter predvideni odstotki podražitve energentov ter vzdrževanja, vse cene (vključujoč oceno višine investicije) so brez DDV.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKI
RAZVOJ IN TEHNOLOGIJO



	Obstoječe stanje	Absorpcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom	Adsorpcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom
Nazivna hladilna moč [kW]		15	15
	Kotlovnica (hladilni agregat, TSS, HT, vsa potrebna oprema SI, EI) [€]	46.400	48.500
Investicija	Sistem ogrevanja/hlajenja (cevni razvod po objektu skupaj v VK, vsa potrebna oprema SI, EI) [€]	18.450	18.450
	Nadzorni sistem [€]	4.500	4.500
	Skupna vrednost investicije [€]	69.350	71.450
Stroški/prihranki			
		3.600	2.244
Poraba el. energije - hlajenje [kWh/a]			2.244
		105.999	105.999
Poraba energije - ogrevanje [kWh/a]			105.999
		32.500	32.500
Poraba energije - priprava TSV [kWh/a]			32.500
		0	23
Poraba vode - hlajenje [m ³ /a]			23
		1.200	1.200
Št. obratovalnih ur - hlajenje [h/a]			1.200
	Cena el. energije [€/kWh]	0,16	
	Cena ELKO [€/l]	1,002	
	Cena vode [€/m ³]	2,1	
		3.250	0
Poraba ELKO za TSV - izven ogrevalne sezone [l/a]			0
		10.600	9.010
Poraba ELKO za ogrevanje [l/a]			9.010
		576	359
Strošek el. energije - hlajenje [€/a]			359



The project is co-funded by the European Union
Instrument for Pre-Accession Assistance

Študija izvedljivosti sistema solarnega hlajenja: Vrtec Mornarček Piran

Strošek vode za hlajenje [€/a]	0	48	48
Strošek priprave TSV - izven ogrevalne sezone [€/a]	3.257	0	0
Strošek ogrevanja [€/a]	10.621	9.028	9.028
Vzdrževanje (ogrevanje/hlajenje)[€/a]	360	1.248	1.286
Prihranek - hlajenje [kWh/a]		8.556	8.556
Prihranek - ogrevanje [kWh/a]		15.900	15.900
Prihranek - priprava TSV [kWh/a]		32.500	32.500
Skupna vsota stroškov [€/a]	14.814	10.683	10.721
Prihranek [€/a]		4.130	4.093

5.2 Prednosti in pomanjkljivosti sistema solarnega hlajenja

Primerjava lastnosti posameznega sistema ter prednosti in pomanjkljivosti posameznih (primerjanih) sistemov:

	Obstoječ sistem	Absorpcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom	Adsorpcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom
Prednosti	Nizki stroški vzdrževanja, delujoč sistem v vseh pogojih, možnost ogrevanja in hlajenja	Sodoben sistem hlajenja, zelo nizka raba el. energije, ni mehanskega uparajnja hladiva, segrevanje TSV in (d)ogrevanje vrtca, dolga življenjska doba, možnost reverzibilnega delovanja, zelo tiho delovanje, nadzor in upravljanje na daljavo	Sodoben sistem hlajenja, zelo nizka raba el. energije, ni mehanskega uparajnja hladiva, segrevanje TSV in (d)ogrevanje vrtca, dolga življenjska doba, možnost reverzibilnega delovanja, zelo tiho delovanje, nadzor in upravljanje na daljavo
Pomanjkljivosti	Višja raba energije, višji stroški za obratovanje, zastarel sistem, ni možnosti nadzora in upravljanja na daljavo	Višja investicija (zahtevnejša vgradnja), višji stroški vzdrževanja, potrebnega več prostora za vgradnjo, pri slabših pogojih (nizka jakost sončnega sevanja) nižje hladilno št.	Višja investicija (zahtevnejša vgradnja), višji stroški vzdrževanja, potrebnega več prostora za vgradnjo, pri slabših pogojih (nizka jakost sončnega sevanja) nižje hladilno št.

5.3 Sofinanciranje investicije – Adriacold

Obe predlagani možnosti imata zagotovljeno sofinanciranje po projektu IPA Adriatic, in sicer v višini 85% investicijskih stroškov. Razlika (15%) je zagotovljen iz nacionalne udeležbe, pri čemer se višina soudeležbe deli po ključu 10% udeležbe MGRT in 5% udeležbe Občine Piran.

Vir financiranja investicije	Delež udeležbe [%]	Absorpcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom [€]	Adsorpcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom [€]
IPA Adriatic	85	58.948	60.733
MGRT	10	6.935	7.145
Občina Piran	5	3.468	3.573
Skupaj	100	69.350	71.450

6. Zaključek

Sistem solarnega hlajenja je sodoben, inovativen način hlajenja stavb, kateri omogoča znižanje obratovalnih stroškov objekta na eni strani, na drugi strani pa pripomore k zmanjšanju izpustov toplogrednih emisij v ozračje.

Funkcijsko delovanje sistema je zasnovano na način, da lahko sočasno, poleg hladu za hlajenje objekta, pripravlja tudi toplo vodo za potrebe priprave TSV (sanitarije in kuhinja). V prehodnih obdobjih sistem lahko deluje tudi kot reverzibilen hladilni agregat, torej ima funkcijo (d)ogrevanja objekta.

Iz priložene analize obratovanja sistema solarnega hlajenja, se izkaže, da se letni stroški preskrbe vrtca z potrebno energijo za hlajenje, ogrevanj in pripravo TSV zmanjšajo za približno 28% oz. za 4.100,00 €. Tako je znesek prihranka že v prvem letu višji, kot je potrebna finančna soudeležba Občine Piran v investicijo izgradnje sistema solarnega hlajenja.

Iz navedenega se lahko zaključi, da je investicija v sistem solarnega hlajenja na objektu Vrtec Mornarček v Piranu tehnično izvedljiva in tudi ekonomsko upravičena.

Občini Piran predlagamo izvedbo absorpcijskega hladilnega agregata s termo solarnim sistemom, ki lahko sočasno, poleg hladu za hlajenje objekta, pripravlja tudi toplo sanitarno vodo in kateri v prehodnem obdobju, ko ni potreb po hlajenju deluje kot reverzibilni hladilni agregat, s katerim (d)ogrevamo objekt.