

## Adriacold

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

Project Code: 2°ord./0030/1

### PRIMERJALNA ANALIZA POTENCIALNIH SISTEMOV SOLARNEGA HLAJENJA

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Work Package:                                  | WP4                       |
| Action:  | 4.1                       |
| Deliverable due date<br><i>(as in the AF):</i> | 15.04.2013                |
| Responsible partner:                           | FB 4 GOLEA                |
| Editors:                                       | Rajko Leban<br>Nejc Božič |
| Deliverable code (if<br>applicable only):      | Oa_4.1                    |
| First Created:                                 | 01.03.2013                |
| Last Updated:                                  | 29.03.2013                |
| Version:                                       | Final                     |



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKI  
RAZVOJ IN TEHNOLOGIJO



The Programme is co-funded by the European Union, Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA)



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKI  
RAZVOJ IN TEHNOLOGIJO



## PRIMERJALNA ANALIZA

### POTENCIALNIH SISTEMOV SOLARNEGA HLAJENJA

#### V PROJEKTU ADRIACOLD NA OBJEKTU VRTEC MORNARČEK V PIRANU

Za potrebe izbora najbolj optimalne rešitve sistema solarnega hlajenja po projektu Adria Cold na objektu Vrtec Mornarček v Piranu, je ekipa GOLEA s sodelavci izdelana primerjava treh sistemov:

1. **Absorbcijski hladilni agregat**, je gnan s toplotno energijo polja termo solarnih sprejemnikov sončne energije (TSSE). Tak sistem lahko, povežemo v sistem ogrevanja/hlajenja preko ventilatorskih konvektorjev v posameznih prostorih vrtca (predvidoma v vseh 12 prostorih vrtca). Seveda se elemente ogrevanja/hlajenja dimenzionira ustrezno, glede na zahteve (pravilniki), potrebe posameznih prostorov (ne pozabimo morebitno kasnejšo sanacijo ovoja stavbe in stavbnega pohištva) in zmožljivosti absorbcijskega 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, 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.
2. **Adsorbcijska klimatska naprava** (KN), katera uporablja tehniko t.i. free cooling-a, adiabatike in regeneracijo razvlaževalnega kolesa s silika geli – potrebna toplota se dovaja iz polja TSSE. Sistem omogoča zagotavljanje vseh pogojev



The Programme is co-funded by the European Union, Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA)

v prostorih (temp., vlažnost, prezračevanje/dovod ustrezno tretiranega svežega zraka), vendar s posegom v prostor. Zahtevan je ustrezen kanalski razvod dovoda in zajema zraka v posameznih prostorih ter elemente distribucije zraka v prostor. V temu primeru odpadne procesne toplote nimamo, za delovanje klimatske naprave (regeneracija) so potrebne nižje temperature (že od 60°C), s TSSE lahko predgrevalo/dogrevamo vstopni zrak v KN tudi kadar nimamo pogoja za hlajenje, potrebujemo za (d)ogrevanje prostorov. Tako lahko prihranimo v prehodnih obdobjih (spomladi in jeseni), skozi celotno leto pa je možna sočasna priprava tople sanitarne vode za potrebe kuhinje (dodaten prihranek).

3. **Vgradnja klasičnega hladilnega agregata** tehnologije frekvenčno vodenega kompresorja in elektronsko reguliranega ekspanzijskega ventila. Na streho vrtca se namesti polje PV modulov, kateri lahko bilančno letno pokrivajo potrebe po hlajenju prostorov vrtca, presežek proizvedene el. energije se lahko proda v javno el. omrežje, po pogojih sklenjenih na dan podpisa pogodbe za prodajo el. energije. Razvod po objektu, možnost ogrevanja in hlajenja (reverzibilni hladilni agregat) je enak kot pri zgoraj opisanem sistemu absorbcije (točka 1.). Priprava TSV in ogrevanje vrtca se vrši preko obstoječega sistema ogrevanja, t.j. kotel na ELKO. (sistem ni skladen s projektnim predlogom projekta Adriacold in potrebuje pred realizacijo še soglasje vodilnega partnerja in soglasje JTS).

Vsi trije sistemi predvidevajo povezavo na centralno nadzorni sistem (CNS), kateri ima funkcijo predvsem upravljanja ter nadzor nad postavljenim sistemom hlajenja. Možnost povezave zbiranja podatkov na daljavo. V primerjalni tabeli vseh treh sistemov, je upoštevana nazivna hladilna moč 10 kW oz. v primeru KN zmogljivost 10.000 m<sup>3</sup>/h. Zmogljivost je ustrezna za hlajenje do treh učilnic, seveda je možno pripraviti primerjavo tudi za hlajenje celotnega kompleksa vrtca. Velikost polja TSSE je predvidena 38,5 m<sup>2</sup> apreturne površine, vgradnje paralelno strešni kritini (naklon 22°, orientacija J - JZ), pri sončni elektrarni, je predvidena vgradnja 6,2 kW<sub>p</sub> nazivne moči sončne elektrarne, vgradnje paralelno strešni kritini (naklon 22°, orientacija J - JZ °). Vgradnja baterij v primeru sončne elektrarne ni zajeta v spodnjem izračunu.

Primerjava ocene investicijskih vrednosti vseh treh sistemov:

|                          |  | Kompresorsko hladilni sončno | gnani agregat elektrarno | Absorbcijski s agregat solarnim sistemom | hladilni s termo sistemom | Adsorbcijska klimatska naprava s solarnim sistemom |
|--------------------------|--|------------------------------|--------------------------|--|---------------------------|--|
| Investicija              | Kotlovnica [€]                                   | 10.500                       |                          | 27.000                                   |                           | 79.800   |
|                          | Sistem ogrevanja/hlajenja [€]                    | 36.500                       |                          | 36.500                                   |                           | 34.000   |
|                          | Nadzorni sistem [€]                              | 4.500                        |                          | 4.500                                    |                           | 4.500  |
|                          | <b>Skupna vrednost investicije [€]</b>           | <b>51.500</b>                |                          | <b>68.000</b>                            |                           | <b>118.300</b>                                     |
| <b>Stroški/prihranki</b> |  |                              |                          |  |                           |  |
|                          | Raba el. energije - hlajenje [kWh/a]             | 3.750                        |                          | 1.200                                    |                           | 45.000   |
|                          | Raba energije - ogrevanje [kWh/a]                | 140.000                      |                          | 140.000                                  |                           | 140.000  |
|                          | Št. obratovalnih ur [h/a]                        | 1.200                        |                          |  |                           |  |
|                          | Cena el. energije [€/kWh]                        | 0,12                         |                          |  |                           |  |
|                          | Cena ELKO [€/l]                                  | 1,002                        |                          |  |                           |  |
|                          | Poraba ELKO za TSV [l/a]                         | 3.000                        |                          |  |                           |  |
|                          | Poraba ELKO za ogrevanje [l/a]                   | 14.000                       |                          | 11.200                                   |                           | 11.200   |
|                          | Strošek el. energije - hlajenje [€/a]            | 450                          |                          | 144                                      |                           | 5.400  |
|                          | Strošek priprave TSV [€/a]                       | 3.006                        |                          |  |                           |  |
|                          | Strošek ogrevanja [€/a]                          | 14.028                       |                          | 11.222                                   |                           | 11.222   |
|                          | Vzdrževanje [€/a]                                | 540                          |                          | 1.500                                    |                           | 1.900  |
|                          | Prodaja presežka el. energije [€/a]              | 373                          |                          |  |                           |  |
|                          | <b>Skupna vsota stroškov in prihrankov [€/a]</b> | <b>17.651</b>                |                          | <b>12.866</b>                            |                           | <b>18.522</b>                                      |
|                          | <b>Obratovanje 15 let</b>                        | <b>264.771</b>               |                          | <b>192.996</b>                           |                           | <b>277.836</b>                                     |

Obrazložitev zgornje tabele:



- Pri investicijskih stroških so upoštevani stroški postavitve opisanega sistema (kotlovnica), skupaj s sanacijo sistema ogrevalnih/hladilnih teles po objektu. Vsi trije sistemi imajo predviden CNS.
- Pri rabi energije so upoštevani vsi direktni in indirektni stroški za hlajenje, ter vhodni podatki rabe energije za pripravo TSV ter ogrevanje vrtca s kotlom na ELKO.
- Cene energije (elektrika in ELKO) so povzete po trenutno veljavnih cenah, ravno tako skupna odkupna cena za prodajo presežka proizvedene el. energije iz sončne elektrarne.
- V primeru kompresorsko gnanega hladilnega agregata se upošteva, da se celotna priprava TSV in ogrevanje objekta vrši preko obstoječega kotla na ELKO, v ostalih dveh primerih je priprava TSV vrši preko TSS, ravno tako je upoštevano dogrevanje vrtca preko TSS v obsegu 20% letne rabe energije za ogrevanje vrtca.
- V ekonomskem izračunu ni upoštevana diskontna stopnja, ter predvideni odstotki podražitve energentov ter vzdrževanja.

Primerjava vseh treh sistemov po splošnih lastnostih (prednosti in slabosti):

|                  | <b>Kompresorsko gnani hladilni agregat s sončno elektrarno</b>   | <b>Absorbcijski hladilni agregat s termo solarnim sistemom</b>   | <b>Adsorbcijska klimatska naprava s termo solarnim sistemom</b>  |
|------------------|--|--|--|
| <b>Prednosti</b> | Nizka investicija (enostavna vgradnja), nizki vzdrževalni stroški, dober izkoristek sistema hlajenja, možnost prodaje presežkov proizvedene el. energije | Sodoben sistem hlajenja, zelo nizka raba el. energije, ni mehanskega uparjanja hladiva, segrevanje TSV in (d)ogrevanje vrtca, dolga življenjska doba, možnost reverzibilnega delovanja | Sodoben sistem hlajenja, možnost ogrevanja, hlajenja in rezračevanja prostorov vrtca, segrevanje TSV in (d)ogrevanje vrtca, dolga življenjska doba, možnost reverzibilnega delovanja |
| <b>Slabosti</b>  | Klasična rešitev (mehansko uparjanje hladiva), ni možnosti priprave TSV in/ali (d)ogrevanja vrtca, življenjska doba PV razsmernika omejena               | Višja investicija (zahtevnejša vgradnja), višji stroški vzdrževanja, potrebnega več prostora za vgradnjo, pri slabših pogojih (nizka jakost sončnega sevanja) nižje hladilno št.       | Visoka investicija, potreben večji gradbeni poseg (prezračevalni kanali), potrebnega več prostora za vgradnjo, dražje vzdrževanje  |

### Zaključek:



The Programme is co-funded by the European Union, Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA)



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKI  
RAZVOJ IN TEHNOLOGIJO



Primerjava ocene investicije ter tehnične ustreznosti vseh treh sistemov pokaže, da je investicijsko najbolj ugoden sistem kompresorsko gnanega hladilnega agregata s sončno elektrarno, katera pokriva glavnino potrebne el. energije za delovanje hladilnega agregata. Investicijsko manj ugoden je sistem z absorpcijskim hladilnim agregatom ter termo solarnim sistemom. In kot najbolj neugodna se izkaže opcija z adsorpcijsko klimatsko napravo.

Vendar, glede na zahteve razpisa projekta Adria Cold, bi bilo potrebno ponuditi možnost tehnologiji absorpcijskega solarnega hlajenja, saj lahko tako dosežemo širšo komercializacijo dotične tehnologije in s tem povezano večjo komercialno dostopnost. Namreč, tudi investicije v sončne elektrarne so bile pred časom veliko višje, pa se je s širšo komercializacijo (tudi s pomočjo državnih spodbud) doseglo, da se je tehnologija lahko dokazala in zaradi večje ekonomije obsega vgradnja tudi pocenila.

Direktor GOLEA

Rajko Leban, univ.dipl.inž.str. IZS S-1396 s sodelavci



The Programme is co-funded by the European Union, Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA)