SOLAIR

Increasing the Market Implementation of Solar Air-Conditioning Systems for Small and Medium Applications in Residential and Commercial Buildings

WP 4: **Information and awareness rising towards the key market actors**

Task 4.2: **Information campaign activities – Consultation packages**

Deliv. n°: **D15**

Partner: **University of Ljubljana, Slovenia**

Date of consultation:	**September 2008**
Place:	**University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering**
Investor:	**Razvojna agencija Sora, Spodnji trg 2, Škofja loka**
Subject of consultation:	**solar air-conditioning of Technology park Škofja Loka**

Intelligent Energy Europe

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

SOLAIR

Increasing the Market Implementation of Solar Air-Conditioning Systems for Small and Medium Applications in Residential and Commercial Buildings

Izhodišča za zasnovo sistema solarnega hlajenja Tehnološkega parka Škofja Loka



Naročnik: Razvojna agencija Sora
Spodnji trg 2, Škofja Loka

Izvedba: Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6, Ljubljana

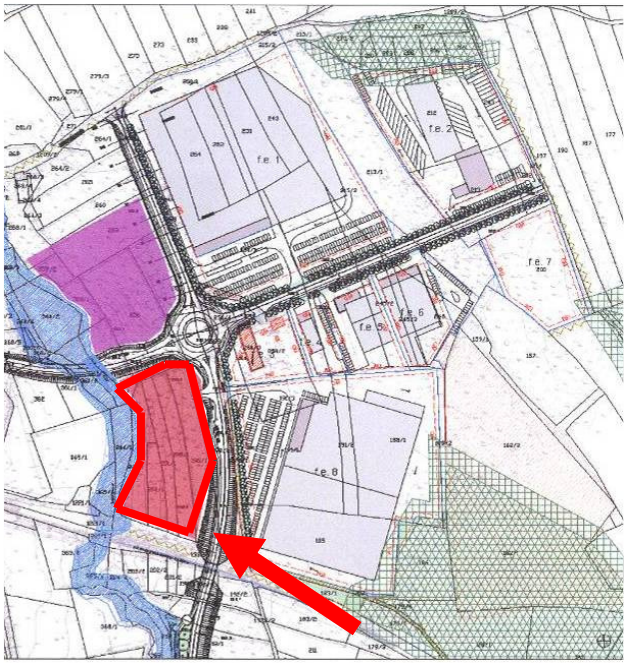
September 2008

1 Povzetek

Na območju še nedokončane industrijske cone Trata v Škofji Loki naj bi do leta 2013 nastal nov tehnološki park. Park bo razdeljen na tehnološka centra za livarstvo, orodjarstvo, elektromehaniko in elektroniko ter za lesarstvo. Tehnološki park Škofja Loka je sicer le del regionalnega projekta Gospodarska regeneracija Gorenjske (Gre.gor), ki je uvrščen v resolucijo o nacionalnih razvojnih projektih. Temeljil bo na v preteklosti ustvarjenem znanju v panogah in okolju s prostori za podjetja, laboratorije in izobraževanju. Cilji projekta so:

- Povezava in koncentracija znanja ter aplikacija znanja v gospodarstvo
- Vzpostavitev prostorskih pogojev s podporno infrastrukturo za tehnološki razvoj
- Razvoj novih proizvodov in tehnologij ter njihov neposreden prenos v proizvodnjo

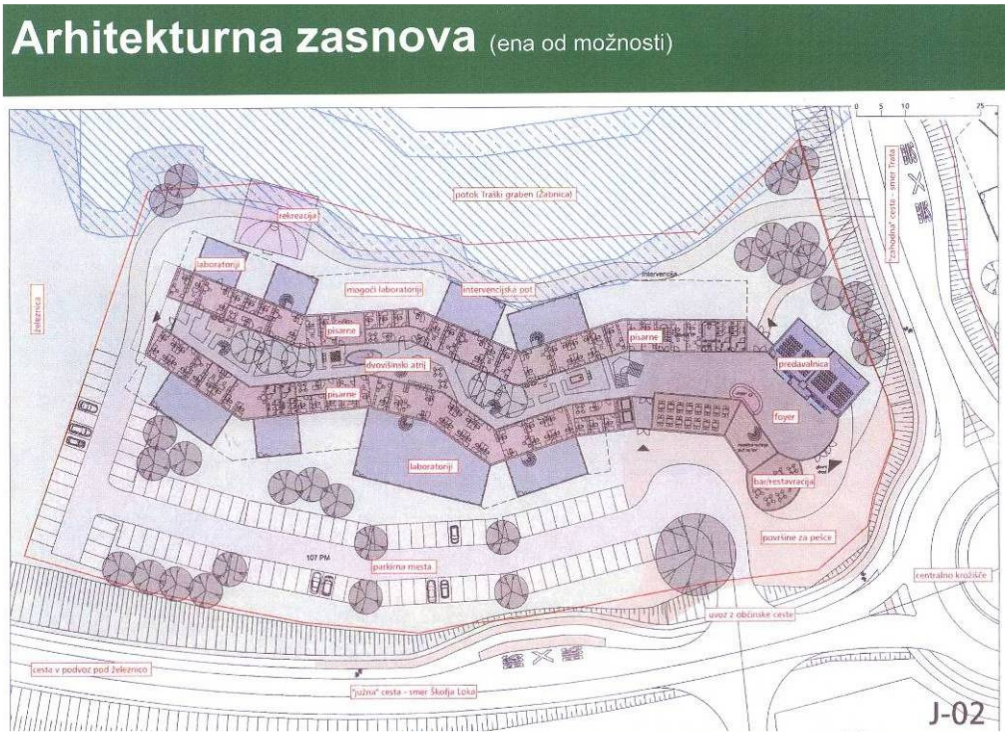
Lokacija:	Industrijska cona Trata
Nosilec projekta:	Občina Škofja Loka
Vodja projekta:	Razvojna agencija Sora
Viri sredstev:	sredstva občine, regije, EU skladi za razvoj, Ministrstvo za gospodarstvo, zainteresirana podjetja



Slika 1:Predvidena lokacija novega tehnološkega parka

2 Zasnova centra

Na sliki 2 je prikazana ena od že obstoječih arhitekturnih zasnov bodočega tehnološkega centra. Zaradi sprememb v lokacijskem načrtu, načrtuje vodja projekta razvojna agencija Sora izvesti nov natečaj arhitekturne zasnove. Novi tehnološki center naj bi v večji meri vključeval tudi sodobne tehnologije za energijsko oskrbo stavbe iz obnovljivih virov energije (OVE). Za učinkovito izkoriščanje OVE v stavbah je odločilnega pomena ustrezna zasnova stavbe ter njena energetska učinkovitost. V nadaljevanju predstavljamo osnovna izhodišča za arhitekturno zasnovo tehnološkega parka, ki bo omogočila učinkovito izrabo OVE za pripravo tople sanitarne vode, ogrevanje in hlajenje tehnološkega parka ter proizvodnjo električne energije.



Slika 2: Obstoječa arhitekturna zasnova tehnološkega parka

3 Predlagana izhodišča

Prvega oktobra 2008 je Ministrstvo za okolje in prostor RS potrdilo nov Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (ULRS 93/2008), ki med drugim predpisuje, da je potrebno najmanj 25 % potrebne moči za gretje, prezračevanje, hlajenje in pripravo tople sanitarne vode zagotoviti z obnovljivimi viri energije. Ta delež lahko dosežemo z aktivno uporabo enega ali več virov v lastnih napravah, ki jih predstavljajo: toplota okolja, sončno obsevanje, biomasa, geotermalna energija in energija vetra, ali pa je potrebno predvideti priključek na naprave za pridobivanje toplote ali hlada iz obnovljivih virov energije zunaj stavbe.
V primeru izvedbe lastnih naprav za izkoriščanje sončne energije za pripravo tople sanitarne vode, ogrevanje in hlajenje je potrebno skrbno načrtovanje toplotne zaščite stavbe ter kontrole hladilnih obremenitev v poletnem obdobju.

Kvalitetna toplotna zaščita ovoja stavbe

Toplotna prehodnost ovoja stavbe mora biti čim manjša in je definirana v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah. Dovoljene toplotne prehodnosti zunanjih zidov, tal ter strehe znašajo med 0,28 in 0,2 W/m^2K, za okna oziroma zasteklitev pa manjša od 1,3 W/m^2K. Raba energije za ogrevanje tehnološkega parka mora ravno tako zadostiti zahtevam omenjenega pravilnika.

Senčenje

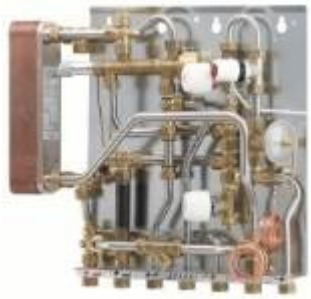
Po pravilniku znaša dovoljena hladilna obremenitev prostorov v stavbi 24 W/m^3 hlajene prostornine stavbe. Zato je pomembno, da v poletnem času zagotovimo kvalitetno senčenje transparentnih delov zunanjega ovoja stavbe, saj lahko tako občutno zmanjšamo zunanje toplotne dobitke in s tem hladilne obremenitve stavbe.
Priporočamo kombinacijo naravnih in umetnih senčil. Poznane so tudi rešitve senčil z fotovoltaičnimi (PV) moduli, ki poleg senčenja omogočajo tudi proizvodnjo električne energije. Glede na željo vodje projekta, da bi Tehnološki park imel tudi PV elektrarno, lahko vsaj del predvidene površine PV modulov uporabijo tudi za aktivno senčenje stavbe.



Slika 3: Primeri izvedbe senčenja stavb s PV moduli

Zasnova ogrevalnega sistema

Zaradi različne namembnosti prostorov in pričakovanih različnih specifičnih toplotnih in hladilnih obremenitev le teh, ter zaradi lažjega obračuna energije po dejanski porabi, priporočamo zasnovo ogrevalnega sistema s toplotnimi podpostajami. Posamezne toplotne podpostaje so vgrajene v prostoru posameznega najemnika prostorov, od koder je nato napeljano omrežje ogrevalnega sistema. Toplotna postaja omogoča tudi pretočno pripravo tople sanitarne vode.



Prednosti:

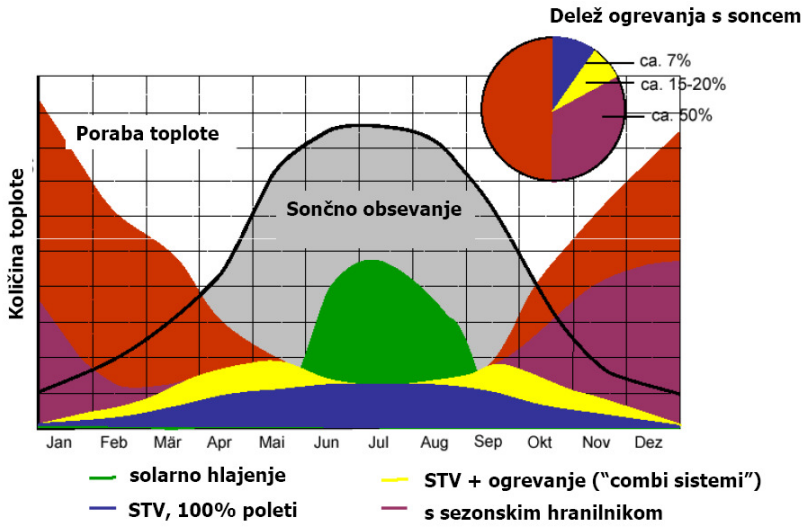
- Omogoča individualno zaračunavanje porabe energije
- Zmanjša možnost pojava bakterije Legionella
- Minimalne toplotne izgube razvodnega omrežja
- Ni potreb po hranilnikih sanitarne vode

Slika 4: Toplotna podpostaja Danfoss

Taka zasnova ogrevalnega sistema in priprave tople sanitarne vode omogoča tudi enostavnejšo povezavo s solarnim sistemom ter uporabo solarnega sistema tudi za podporo ogrevanju.

Solarni sistem

Vgradnja aktivnih solarnih sistemov se v zadnjih letih povečuje, zaradi rasti cen energije in podpore države s subvencijskimi shemami. V letu 2008 so te subvencije mogoče tudi za večje sisteme ter pilotne projekte. Solarni sistem na tehnološkem parku bi bilo možno uporabiti za pripravo tople sanitarne vode, podporo ogrevanju in solarno hlajenje. Ker v Sloveniji še ni sistemov solarnega hlajenja, bi solarni sistem na Tehnološkem parku lahko uvrstili med pilotne projekte.



Slika 5: Prikaz potreb po energiji v stavbah ter razpoložljivost sončnega obsevanja

Prednost solarnega sistema, ki je namenjen tudi hlajenju v poletnem obdobju je tudi ta, da lahko s takim solarnim sistemom zagotovimo večji delež pokrivanja potreb po topli sanitarni vodi in ogrevanju stavbe. To je mogoče zaradi tega, ker je potreba po energiji bolj prilagojena razpoložljivemu sončnemu obsevanju, kar je razvidno tudi iz slike 5.

V poslovnih stavbah, kamor sodi tudi Tehnološki park, je raba energije za pripravo tople sanitarne vode razmeroma majhna. Poraba tople sanitarne vode se giblje od 2 do 4 l/osebo. Pri tem ni zajeta potreba po topli vodi v laboratorijih in tehnoloških procesih ter v predvideni restavraciji (2 - 20 l/obrok). Zaradi tega je potrebna velikost solarnega sistema za pripravo tople sanitarne vode relativno majhna (0,1 m^2 SSE/osebo). Tak solarni sistem lahko pokrije le majhen delež potrebne energije za ogrevanje.
Pred načrtovanjem solarnega sistema bo potrebno oceniti dejansko porabo tople sanitarne vode za načrtovani Tehnološki park.

V primeru izvedbe solarnega hlajenja Tehnološkega parka bo lahko solarni sistem bistveno večji. Potrebna površina SSE za sistem solarnega hlajenja znaša od 2 do 4 m^2 za vsak kW moči hladilne naprave. Potrebno velikost bo mogoče določiti šele po znani zasnovi stavbe in izračunani hladilni obremenitvi stavbe. Pričakujemo lahko potrebno moč solarne hladilne naprave od 70 do 100 kW.

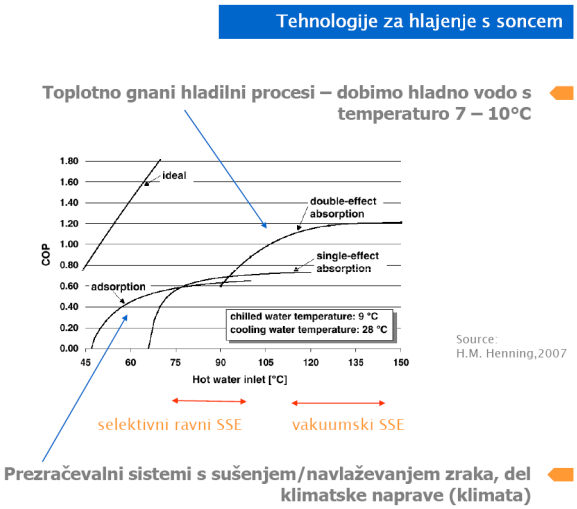
Sprejemniki sončne energije (SSE)

Osnovna naloga SSE je pretvoriti sončno sevanje v toploto in jo v čim večji meri predati nosilcu toplote, ki se pretaka skozi SSE. To toploto nato shranimo v hranilnikih toplote za čas, ko to toploto potrebujemo. Na sliki 6 so prikazani trije različni tipi SSE, ki jih je možno uporabiti tudi za solarno hlajenje.



Slika 6: Različni tipi in postavitve sprejemnikov sončne energije (SSE)

Najprimernejša izvedba SSE je v veliki meri odvisna od izbrane tehnologije solarnega hlajenja. Na sliki 7 je prikazana medsebojna odvisnost tehnologij hlajenja in vrste SSE.



Slika 7:Tehnologije za hlajenje z soncem

Zračni SSE so primerni za odprt hladilni sistem s sušilnim kolesom in praviloma ne omogočajo pripravo tople sanitarne vode. Vodni SSE (ravni ali vakuumski) so primerni tako za odprte hladilne sisteme (vgrajen lamelni prenosnik toplote) kot tudi za absorpcijske hladilne sisteme. Pri dvostopenjskih absorpcijskih hladilnih napravah so potrebne višje temperature grelne vode, zato je praktično obvezna uporaba vakuumskih SSE.

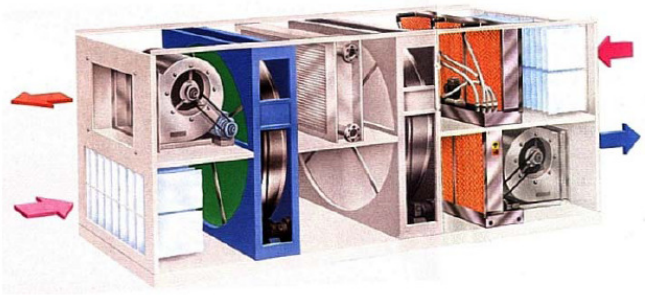
V arhitekturni zasnovi Tehnološkega parka Škofja Loka je potrebno predvideti razpoložljive površine za SSE z južno orientacijo in naklonom okrog 30°, ter način vgradnje oziroma integracije SSE v ovoj stavbe. V primeru izvedbe solarnega hladilnega sistema bo potrebna površina SSE znašala od 100 do 300 m^2. Dejanska velikost je odvisna od vrste vplivnih parametrov: površina klimatiziranih prostorov, hladilne obremenitve, potreb po toploti v poletnem obdobju, vrste in cene primarnega energenta, razpoložljive površine za namestitev SSE…

4 Sistem solarnega hlajenja

Toplotni hladilni stroji, ki kot vir toplote izkoriščajo sončno energijo, so zelo zanimivi za hlajenje bivalnih in poslovnih prostorov, saj potrebe po hladu praktično sovpadajo z razpoložljivim toplotnim virom. Glavna slabost solarnega hladilnega sistema je relativno visoka cena v primerjavi s klasičnimi kompresorskimi hladilnimi napravami. V preteklih letih je na tržišču tudi primanjkovalo izvedb manjših hladilnih moči, kjer pa se je nabor naprav v zadnjem obdobju zelo razširil.

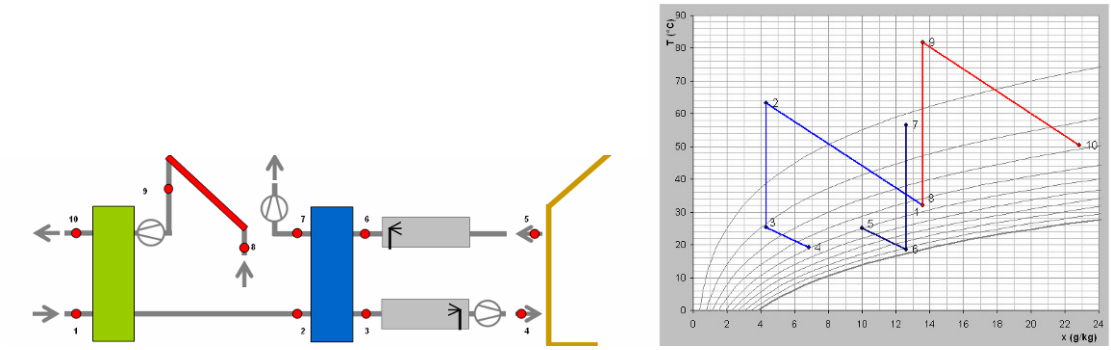
Poznamo tri glavne izvedbe toplotnih hladilnih strojev, to so sorpcijski, adsorpcijski in odprti zračni sistemi s sušilnim kolesom. Toplotni hladilni stroj za svoje delovanje potrebuje vir toplote pri višji temperaturi, s pomočjo katerega proizvaja hlad. Pri solarnih hladilnih sistemih del ali vso potrebno toploto pridobimo s solarnim sistemom.

Odprt zračni hladilni sistem (DEC)



Slika 8: Klimatska naprava za hlajenje z sušilnim kolesom

Odprt zračni hladilni sistem je primeren za hlajenje zraka za prezračevanje oziroma klimatizacijo stavbe. V Tehnološkem parku bi bila ta izvedba primerna v primeru izvedbe ločene klimatske naprave za klimatizacijo konferenčne dvorane (manjši sistem) ali v primeru izvedbe centralnega prezračevanja za celoten Tehnološki park. V primeru izvedbe solarnega hlajenja je klasični klimatski napravi dodano sušilno kolo (na sliki 8 zeleno kolo v modrem okvirju) ter vlažilna enota. V primeru uporabe zračnih SSE morajo le ti biti nameščenimi v bližini klimatske naprave (le ta je pogosto na strehi stavbe), zaradi povezovalnega zračnega kanala. V primeru ravnih ali vakuumskih SSE je v klimatski napravi vgrajen lamelni prenosnik toplote, dovod toplote pa je izveden preko hranilnika toplote solarnega sistema.



Slika 9: Slika procesa in prikaz stanj zraka v procesu hlajenja zraka

Na tržišču obstaja nekaj ponudnikov odprtih zračnih hladilnih sistemov in njihovih komponent (sušilno kolo), tak sistem pa lahko naredi praktično vsak ponudnik klimatskih naprav v Sloveniji.



Slika 10: Slika ponudnikov DEC sistemov

Na spletni strani projekta SOLAIR (www.solair-project.eu) so med primeri dobro delujočih majhnih in srednje velikih sistemov solarnega hlajenja v evropskih državah prikazani sistemi Ekoparka Hartberg v Avstriji, inštituta INETI na Portugalskem ter gospodarske zbornice v Freiburgu v Nemčiji.

Absosrbcijske hladilne naprave

Absorpcijske hladilne naprave nam zagotavljajo hladilno vodo na nizkem temperaturnem nivoju (7 – 12°C), s katero hladimo stavbo. V primeru Tehnološkega parka ima ta sistem prednost pred odprtim zračnim sistemom saj lahko hladilno vodo vodimo do konvektorjev v prostorih, s katerimi hladimo zrak to pa nam v kombinaciji s toplotnimi podpostajami omogoča individualno zaračunavanje porabe. Hladilno vodo lahko uporabimo tudi za hlajenje zraka v klimatski napravi s katero klimatiziramo Tehnološki park ali le konferenčno dvorano.

Na tržišču obstaja več ponudnikov absorpcijskih hladilnih naprav kot so Yazaki, ClimateWell, Sonnenklima…, ki so v tem vrstnem redu prikazani tudi na sliki 11.



Slika 11: Slika ponudnikov absorpcijskih hladilnih naprav

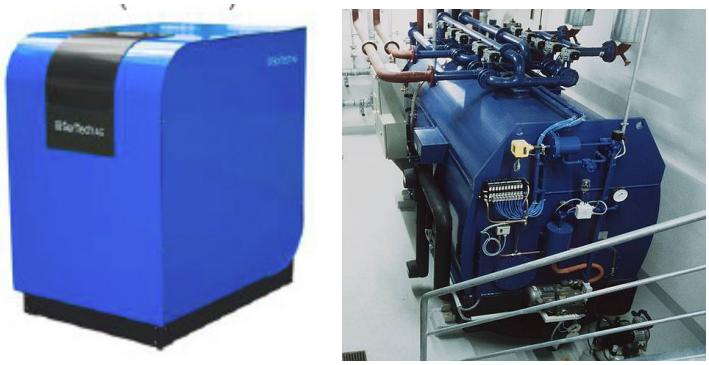
Spodnja tabela prikazuje tehnične karakteristike dveh modelov hladilnih naprav proizvajalca Yazaki.

/	Tip	WFC-SC20	WFC-SC30	Enota
Hlajenje	Moč	70,3	105,6	[kW]
	T hlajene vode (vstop /izstop)	7/12,5	7/12,5	[°C]
	Pretok hlajene vode	3,05	4,58	[l/s]
Hladilna voda	Odvod toplote	170,8	256,2	[kW]
	T hladilne vode (vstop/izstop)	31/35	31/35	[°C]
	Potreben pretok	10,2	15,3	[l/s]
Grelna voda	Toplotna moč	100	151	[kW]
	T grelne vode(vstop/izstop)	88/83	88/83	[°C]
	Mejni razpon T vstop	(70-95)	(70-95)	[°C]
	Pretok grelne vode	4,8	7,2	[l/s]
Poraba električne energije	Brez obtoč. črpalk in hlad. stolpa	260	310	[W]

Na spletni strani projekta SOLAIR so med primeri dobro delujočih majhnih in srednje velikih sistemov solarnega hlajenja z absorpcijsko tehnologijo prikazani sistemi hlajenja vinske kleti GICB v Franciji, poslovne stavbe IBA v Nemčiji, industrijski objekt v Bolzanu v Italiji ter vrsta drugih primerov.

Adsorbcijske hladilne naprave

Adsorpcijske hladilne naprave so v principu podobne absorpcijskim hladilnim napravam, s to razliko, da v hladilnem procesu uporablja kombinacijo trdne in tekoče snovi. Ker gre v tem primeru za periodičen proces, hladilna naprava vsebuje dve enoti, ki istočasno delujeta v različnih fazah procesa. Izvedba solarnega hladilnega sistema je v tem primeru identična že opisanemu absorpcijskemu sistemu.
Na tržišču trenutno obstaja le manjše število ponudnikov takšnih naprav, se pa v zadnjem obdobju povečuje ponudba naprav majhnih moči. Na sliki 12 so prikazane izvedbe proizvajalcev Sortech in Nishiyodo.



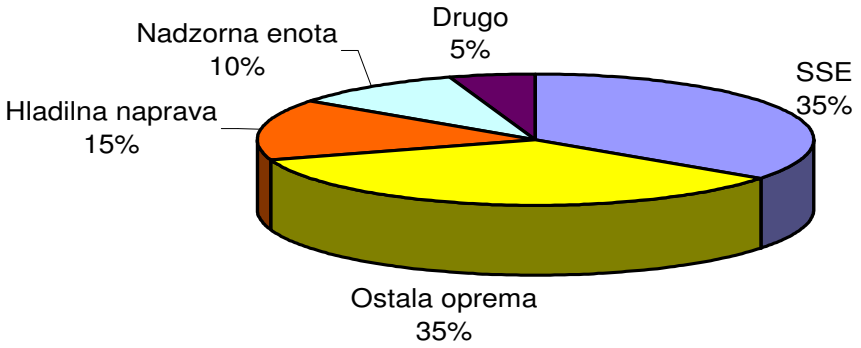
Slika 12: Slika ponudnikov adsorpcijskih hladilnih naprav

Na spletni strani projekta SOLAIR sta med primeri dobro delujočih sistemov solarnega hlajenja z adsorpcijsko tehnologijo prikazana sistema hlajenja inštituta Fraunhoffer ISE in univerzitetne bolnice v Freiburgu v Nemčiji.

5 Finančna analiza

Cena solarnega hladilnega sistema je odvisna od številnih dejavnikov kot so izbrana tehnologija hlajenja, specifična površina SSE, izbran nadomestni sistem hlajenja ter specifičnost same izvedbe. V nadaljevanju zato prikazujemo oceno investicijskih stroškov, ki izhaja iz analize izvedenih sistemov solarnega hlajenja v EU.

Za solarne hladilne sisteme z absorpcijsko hladilno napravo je pričakovana razdelitev stroškov sistema naslednja:



Slika 13: Okvirna razdelitev investicijskih stroškov

Razmerja so podobna tudi pri ostalih solarnih hladilnih sistemih, se pa razmerja nekoliko spreminjajo z velikostjo naprave oziroma njeno hladilno močjo. Cena sistema na enoto hladilne moči je višja pri hladilnih napravah manjših moči. V območju pričakovane moči solarnega hladilnega sistema Tehnološkega parka so specifične cene sistemov sledeče:

Hladilna moč	Cena
70 kW	5000 €/kW
100 kW	4400 €/kW
130 kW	4000 €/kW

6 Zaključek

Izvedba solarnega hladilnega sistema Tehnološkega centra je vsekakor smiselna z vidika uporabe sodobnih okolju prijaznih tehnologij za izkoriščanje obnovljivih virov energije. Solarno hlajenje predstavlja eno od možnosti zagotovitve potrebnega deleža 25% moči za ogrevanje, pripravo tople vode, prezračevanje in hlajenje stavb po Pravilniku o učinkoviti rabi energije. Dokončno načrtovanje sistema bo možno po izboru zasnove centra in ob poznanih toplotnih lastnostih stavbe.