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: **December 2009**

Place: **University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering**

Beneficiary of the consultation: **Orthopedic hospital Valdoltra, Jadranska cesta 31 6280 Ankaran**

Consultants: **Ciril Arkar, Boris Vidrih, Sašo Medved**
University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering

Subject of consultation: **Possibilities of solar air conditioning of Orthopedic hospital Valdoltra**



SOLAIR is supported by

Intelligent Energy Europe

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Summary of consultancy

Ministry of Health of the Government of the Republic of Slovenia is planning to improve the energy efficiency of several Hospitals in Slovenia with help of the Cohesion fund. Among selected hospitals is also an Orthopedic hospital Valdoltra. In the autumn 2009 energy audit of the hospital was made and energy efficiency measures proposed.

Planned energy measures include heating system renovation, installation of air-conditioning units and installation of solar thermal system for sanitary water heating.

The purpose of this consultancy package was to investigate the possibility to install SAC system for air-conditioning of Orthopedic hospital Valdoltra.



Orthopedic hospital Valdoltra

The consultancy was based on information from the report on energy audit and proposed energy efficiency measures and on personal communication with Mr. Pajk who is the responsible person for the project.

Results of the consultancy showed that it is possible to install SAC system and that it is economically viable. The following SAC system is proposed:

- SC area: 503,2 m^2 flat plate SC
- HS volume: 35 m^3 and 5 m^3 for DHW
- Cooling power: 105 kW absorption chiller
- Solar heat for SW: 352.160 kWh
- Solar fraction: 57 %
- Driving heat: 53.040 kWh
- Produced cold: 35.500 kWh
- Investment costs: 824.600 EUR
- Subsidies from the Cohesion fund: 85 %
- Payback period: 5 years
- CO_2 emission avoided: 122 t/year

1 Povzetek

Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije načrtuje s pomočjo sredstev Kohezijskega sklada v letu 2010 energetsko sanirati več bolnišnic v Republiki Sloveniji. Med bolnišnicami, predvidenimi za energetsko sanacijo je tudi Ortopedska bolnišnica Valdoltra. Jeseni 2009 je bil dokončan energetski pregled in strokovna analiza s predlogi sanacijskih ukrepov.

Načrtovana energetska sanacija Ortopedske bolnišnice Valdoltra med drugim predvideva sanacijo ogrevalnega sistema, sanacijo prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov, ter vgradnjo solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode.

Namen te študije je raziskati možnost izvedbe solarnega hladilnega sistema z vgradnjo absorpcijske hladilne naprave. S solarnim hladilnim sistemom lahko zmanjšamo rabo energije za hlajenje bolnišnice in potrebno moč kompresorskih hladilnih naprav.



Slika 1: Ortopedska bolnišnica Valdoltra

Študija izvedljivosti solarnega hladilnega sistema Ortopedske bolnišnice Valdoltra je bila izvedena na podlagi posredovanih podatkov iz energetske analize in predlogov predvidenih sanacijskih ukrepov ter osebne komunikacije z nosilcem projekta energetske sanacije Ortopedske bolnišnice Valdoltra g. Pajkom.

Rezultati izvedene študije so pokazali, da lahko v ortopedski bolnišnici Valdoltra vgradimo solarni hladilni sistem, ki je namenjen podpori hlajenju stavb v poletnem obdobju in pripravi tople sanitarne vode, z naslednjimi karakteristikami:

- površina SSE: 503,2 m^2 velikopanelni ravni SSE
- volumen HT: 35 m^3 HT in 5 m^3 HSTV
- hladilna moč: 105 kW absorpcijska hladilna naprava
- proizvedena toplota za STV: 352.160 kWh
- delež priprave STV: 57 %
- proizvedena toplota za hlajenje: 53.040 kWh
- proizvedeni hlad: 35.500 kWh
- investicijski stroški: 824.600 EUR
- sofinanciranje iz Kohezijskega sklada: 85 %
- vračilna doba investicije: 5 let
- letno zmanjšanje emisij CO_2: 122 ton

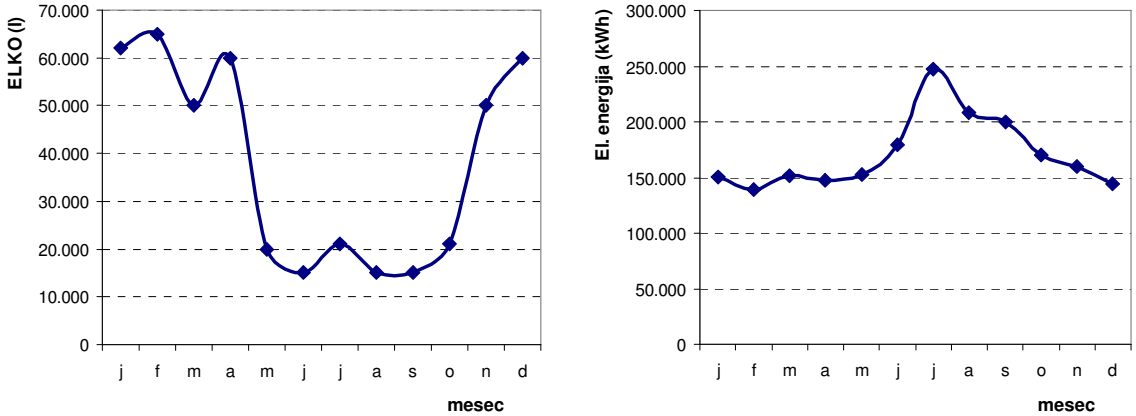
2 Energetska sanacija Ortopedske bolnišnice Valdoltra

Ortopedska bolnišnica Valdoltra se nahaja na obrobju Ankarana v neposredni bližini morja. Svojo zdravstveno dejavnost izvaja v kompleksu stavb, s tremi glavnimi paviljoni in skupno 16 stavbami. Bolnišnica je bila ustanovljena pred 100 leti, ter kasneje večkrat dograjena in obnovljena. Bolnišnica ima skupno 18.250 m^2 uporabne površine.



Slika 2: Posnetek Ortopedske bolnišnice Valdoltra

Iz pregleda rabe energije Ortopedske bolnišnice Valdoltra je razvidno, da znaša povprečna letna raba energenta ogrevalnega sistema v zadnjih treh letih približno 450.000 l ELKO. Okvirna mesečna poraba ELKO je prikazana na sliki 3. Ugotovimo lahko, da znaša specifična raba energije za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode 245 kWh na m^2 uporabne površine. Letna poraba električne energije znaša približno 2.100 MWh, pri čemer je poraba električne energije največja v poletnih mesecih, kar je razvidno iz grafa na sliki 3. Poraba električne energije se v poletnih mesecih poveča predvsem zaradi delovanja mehanskih hladilnih naprav. Specifična raba električne energije znaša 115 kWh na m^2 uporabne površine.



Slika 3: Mesečna raba ELKO in električne energije

V okviru energetske sanacije bolnišnice je predvidena sanacija zunanjega ovoja stavb, sanacija ogrevalnega sistema ter tudi sistemov za prezračevanje in klimatizacijo bolnišnice.

Eden izmed predvidenih ukrepov je tudi vgradnja solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode. Trenutno sanitarno vodo ogrevajo s kotli ogrevalnega sistema.

3 Študija izvedljivosti solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode

V Ortopedski bolnišnici Valdoltra sanitarno vodo ogrevajo s kotli ogrevalnega sistema in sicer na ELKO. V okviru predvidenih investicijskih ukrepov za učinkovitejšo rabo energije je predvidena vgradnja solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode.

Dnevna ali mesečna poraba tople sanitarne vode ni poznana, lahko pa jo okvirno ocenimo iz rabe energenta v poletnih mesecih. Velikost dejansko izvedenega solarnega sistema je sicer odvisna tudi od razpoložljive površine za namestitev sprejemnikov sončne energije, dejanske rabe tople sanitarne vode ter izrabe odpadne toplote za segrevanje sanitarne vode. Kompleks Ortopedske bolnišnice Valdoltra ima sicer veliko razpoložljivo površino streh za namestitev sprejemnikov sončne energije (SSE), vendar pa so strehe precej razgibane ter delno tudi neustrezno orientirane, same stavbe pa verjetno tudi spomeniško zaščitene. Iz teh razlogov strehe stavb ne predstavljajo optimalno mesto za namestitev SSE. V študiji izvedljivosti solarnega ogrevalnega sistema smo zato kot najprimernejše mesto namestitve SSE izbrali nadstreške parkirnih mest za avtomobile. Trenutno ima nadstrešek le del parkirnih mest znotraj kompleksa bolnišnice, v študiji pa smo predvideli izvedbo dodatnega nadstreška še vsaj na enem izmed trenutnih parkirišč. Mesta predvidena za postavitev polja SSE so označena na sliki 4.



Slika 4: Del kompleksa Ortopedske bolnišnice Valdoltra, ki je predviden za namestitev SSE

Razpoložljiva površina nadstreškov parkirnih mest je ocenjena na 1500 m^2, kar omogoča namestitev približno 500 m^2 SSE. V preračunu smo predvideli vgradnjo velikopanelnih ravnih visokoselektivnih SSE, površine 12,5 m^2 in naklona 20°.



Slika 5: Primer namestitve SSE nad parkirnimi mesti

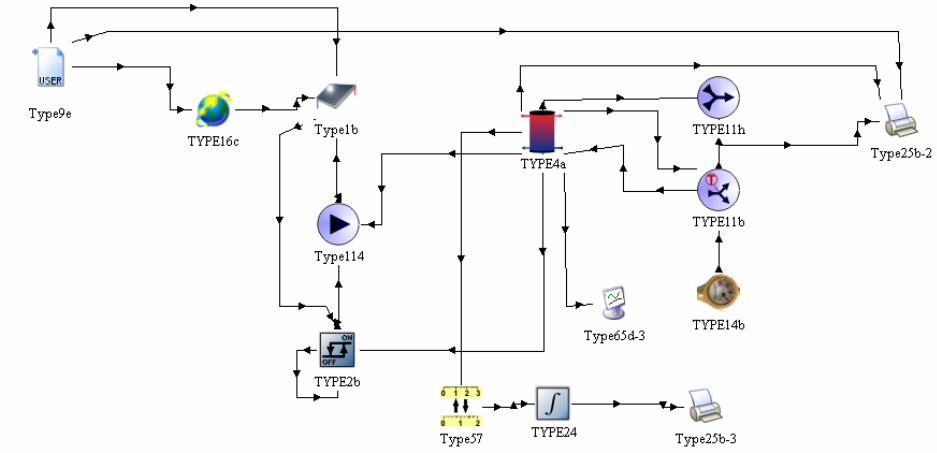
Za načrtovanje solarnega ogrevalnega sistema je potrebno poznati porabo tople sanitarne vode. Dejanska poraba tople sanitarne vode v Ortopedski bolnišnici Valdoltra ni poznana. Rabo tople sanitarne vode smo zato ocenili na podlagi števila zaposlenih, števila bolniških postelj in ocene povprečne dnevne porabe tople sanitarne vode na bolniško posteljo:

- Število zaposlenih: 318 10 l/dan
- Število bolniških postelj: 190 200 l/dan

Z upoštevanjem povprečne dnevne porabe vode (80 m^3 na dan) in povprečne zasedenosti bolnišnice je raba tople sanitarne vode ocenjena na 30 m^3/dan in vključuje tudi rabo tople vode v kuhinji in pralnici.
Ostali parametri upoštevani v analizi:

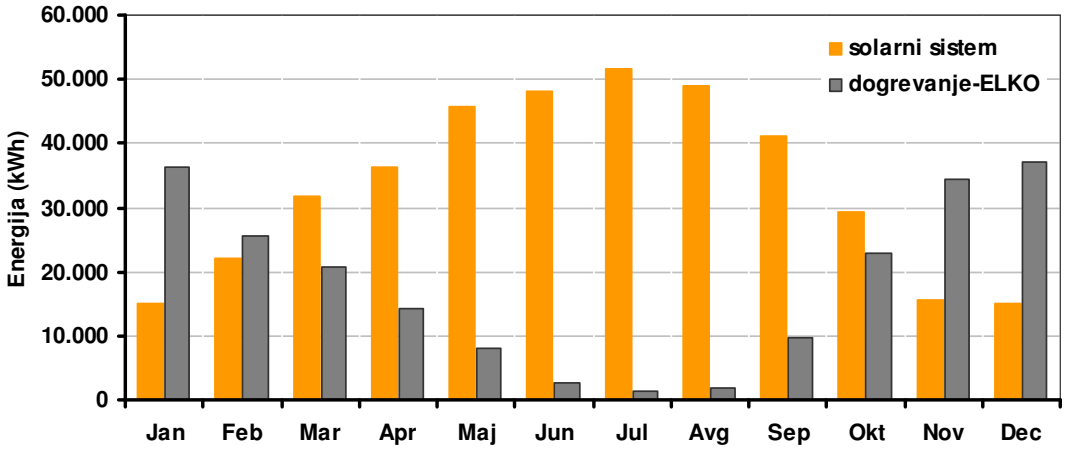
- Temperatura tople vode 60°C
- Minimalna temperatura tople vode 55°C
- Maksimalna temperatura v zalogovniku toplote 90°C
- Volumen hranilnikov toplote 35 m^3
- Volumen hranilnik tople sanitarne vode 5000 l

Za dimenzioniranje solarnega ogrevalnega sistema smo uporabili programsko orodje TRNSYS. To programsko orodje omogoča preračun delovanja solarnega sistema na podlagi urnih vrednosti meteoroloških parametrov. V preračunu smo uporabili testno referenčno leto (TRL) za Portorož. Slika 6 prikazuje ekran programskega orodja TRNSYS ter uporabljene module za preračun solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode.



Slika 6: Ekran programa TRNSYS; uporabljeni moduli komponent solarnega ogrevalnega sistema

Tabela 1 prikazuje rezultate preračuna solarnega ogrevalnega sistema, slika 7 pa s solarnim sistemom dovedeno toploto po posameznih mesecih ter potrebno toploto za dogrevanje.



Slika 7: Mesečno dovedena toplota s solarnim sistemom ter potrebna energija za dogrevanje

Tabela 1: Povzetek rezultatov preračuna solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode v Ortopedski bolnišnici Valdoltra

Proizvajalec in model SSE	ARCON HT-SA
Število in površina SSE	40 SSE, 503,2 m^2
Orientacija in naklon SSE	5° / 20°
Število in volumen hranilnikov toplote	7 x 5 m^3, 1 x 5 m^3 (STV)
Toplota dovedena s solarnim sistemom	400.550 kWh
Dovedena toplota na enoto površine SSE	795 kWh/m^2 SSE
Delež pokritja potreb po topli vodi	65 %
Prihranek fosilnih goriv	50.000 l ELKO
Potrebna energija za dogrevanje	214.680 kWh
Zmanjšanje emisij CO_2	130 t

Letno dovedena energija solarnega sistema za pripravo tople sanitarne vode znaša 400.550 kWh, oziroma 795 kWh/m^2 SSE, kar znaša 65% potrebne energije za pripravo tople sanitarne vode. Z uporabo solarnega sistema se bodo emisije CO_2 zmanjšale letno za 130 t. Z vgradnjo solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode bi v Ortopedski bolnišnici Valdoltra letno prihranili 50.000 l kurilnega olja oziroma zmanjšali specifično rabo energije za ogrevanje za 27,5 kWh na m^2 uporabne površine.

Iz slike 7 in deleža pokritja potreb po topli sanitarni vodi izhaja, da je solarni ogrevalni sistem optimalne velikosti za ocenjeno rabo tople sanitarne vode. Pred izvedbo solarnega sistema bi bilo smiselno preveriti dejansko rabo tople sanitarne vode z vgradnjo vodnega števca na vstopu v hranilnik tople sanitarne vode ter izvesti ponoven preračun solarnega ogrevalnega sistema.

3.1 Ekonomsko vrednotenje solarnega ogrevalnega sistema

Investicijski stroški solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode Ortopedske bolnišnice Valdoltra so ocenjeni na 561.000 EUR; razdelitev stroškov je prikazana v tabeli 2.

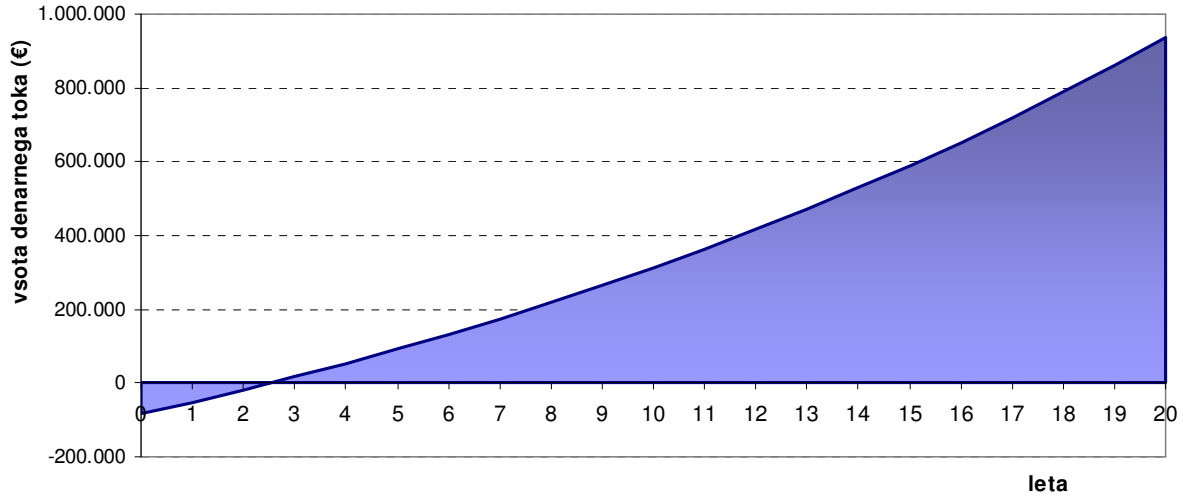
Tabela 2: Ocena investicijskih stroškov solarnega ogrevalnega sistema

Sprejemniki sončne energije s konstrukcijo	400.000 EUR
Hranilniki toplote, prenosniki toplote, montaža…	100.000 EUR
Regulacijska enota, nadzorni sistem	10.000 EUR
Inženiring, zagon sistema	7.000 EUR
Vrednost z DDV	561.000 EUR

Pri izračunu vračilne dobe investicije smo upoštevali naslednje parametre:

- Obratovalni in vzdrževalni stroški sistema 1000 EUR/leto
- Cena energije (ELKO) 0,65 EUR/l
- Letna rast cen fosilnih goriv 4,5 %
- Subvencija – sredstva kohezijskega sklada 85%

Ob upoštevanju navedenih parametrov v izračunu vračilne dobe investicije v solarni ogrevalni sistem znaša vračilna doba vsega 3 leta. Vračilna doba investicije brez upoštevanja predvidenih sredstev Kohezijskega sklada znaša 13 let.

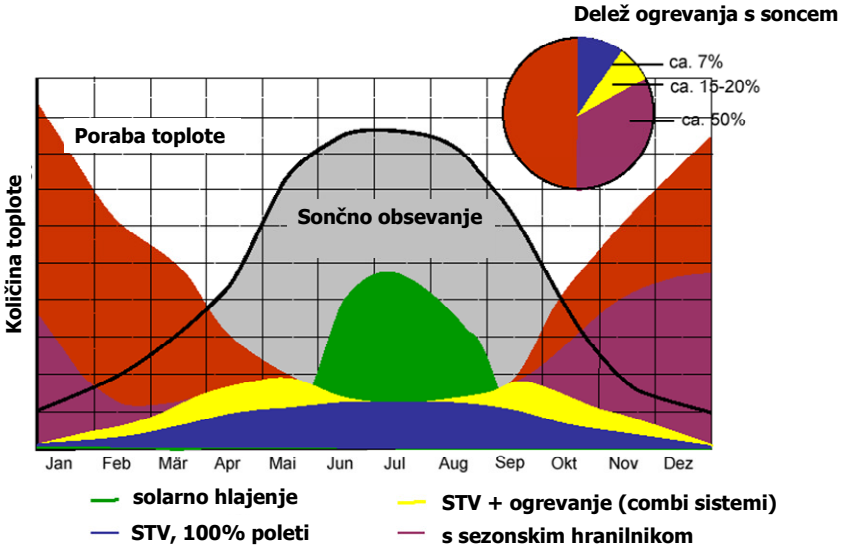


Slika 8: Izračun vračilne dobe investicije v solarni ogrevalni sistem

4 Hladilna obremenitev Ortopedske bolnišnice Valdoltra

Za zagotavljanje primernih parametrov toplotnega ugodja je potrebno prostore bolnišnice v poletnem obdobju tudi hladiti. Hlajenje oziroma klimatizacija stavb danes bazira predvsem na tehnologiji mehanskih kompresorskih hladilnih naprav, ki za delovanje porabljajo električno energijo. Tudi hlajenje in klimatizacija Ortopedske bolnišnice Valdoltra je izvedeno z več kompresorskimi hladilnimi napravami, ki v poletnem obdobju občutno povečajo porabo električne energije, kar je razvidno tudi iz slike 3. Mesečna raba električne energije v poletnih mesecih je skoraj enkrat večja kot v zimskih mesecih.

Alternativo kompresorskim hladilnim napravam predstavlja uporaba toplotno gnanih hladilnih naprav, ki za delovanje hladilne naprave potrebujejo grelno toploto. Ker potrebe po hlajenju v veliki meri sovpadajo z razpoložljivim sončnim sevanjem, lahko kot vir toplote za pogon hladilne naprave uporabimo toploto proizvedeno s solarnim sistemom, katerega vgradnja je predvidena za potrebe priprave tople sanitarne vode. Z vgradnjo solarnega hladilnega sistema lahko tako zmanjšamo rabo električne energije in s tem tudi emisije CO_2 ter izboljšamo izkoriščenost solarnega ogrevalnega sistema (slika 9) ter posledično povečamo delež obnovljivih virov energije pri oskrbi bolnišnice z energijo.



Slika 9: Potrebe po toplotni energiji v stavbah ter deleži, ki jih lahko zagotovimo s solarnim ogrevalnim sistemom

Pri načrtovanju solarnih hladilnih sistemov je praviloma potrebno poznati dejansko hladilno obremenitev stavbe, ki jo lahko določimo s programskim orodjem, ki omogoča analizo toplotnega odziva stavb. Ker nam predvideni ukrepi energijske sanacije zunanjega ovoja bolnišnice niso poznani v celoti, ne moremo ustrezno popisati toplotni odziv energijsko saniranih stavb Ortopedske bolnišnice Valdoltra.
Glede na to, da predvidena površina sprejemnikov sončne energije ne omogoča izbor absorpcijske hladilne naprave, ki bi v celoti pokrila hladilno obremenitev bolnišnice, temveč le del celotne hladilne obremenitve, bomo preračun izvedli ob predpostavki, da proizvedeni hlad ne presega trenutnih potreb po hlajenju.

Vgradnja solarnega hladilnega sistema v Ortopedski bolnišnici Valdoltra omogoča:

- zmanjšanje potrebne moči vgrajenih kompresorskih hladilnih naprav,
- zmanjšanje rabe električne energije za hlajenje,
- povečanja deleža obnovljivih virov energije pri oskrbi z energijo.

5 Študija izvedljivosti solarnega hladilnega sistema

Najprimernejša izvedba solarnega hladilnega sistema v Ortopedski bolnišnici Valdoltra je uporaba absorpcijske hladilne naprave ter uporaba ohlajene vode v centralnih klimatizacijskih napravah za hlajenje zraka za prezračevanje ter v konvektorjih za hlajenje prostorov. Tak sistem omogoča enostaven razvod ohlajene vode po posameznih stavbah in paviljonih bolnišnice ter povezavo z obstoječimi kompresorskimi hladilnimi napravami. Glede na predvideno površino vgrajenih SSE smo za solarno hlajenje izbrali enostopenjsko absorpcijsko hladilno napravo z delovnim parom H_2O/LiBr nazivne hladilne moči 105 kW Japonskega proizvajalca Yazaki – model WFC-SC30, katerega glavne karakteristike so prikazane v tabeli 3.

Tabela 3: Osnovne tehnične karakteristike hladilne naprave Yazaki WFC-SC30

Nazivna hladilna moč	105,6 kW
Temperatura hladne vode	7°C / 12,5°C
Pretok hladne vode	4,58 l/s
Grelna toplota	151 kW
Temperatura grelne vode	88°C / 83°C
Pretok grelne vode	7,2 l/s (25,9 m^3/h)
Hladilno število - COP	0,7
Hladilna toplota	256,2 kW
Temperatura hladilne vode	35°C / 31°C
Pretok hladilne vode	15,3 l/s
Temperaturno območje grelne vode	70°C – 95°C
Območje hladilne moči	20 kW – 140 kW

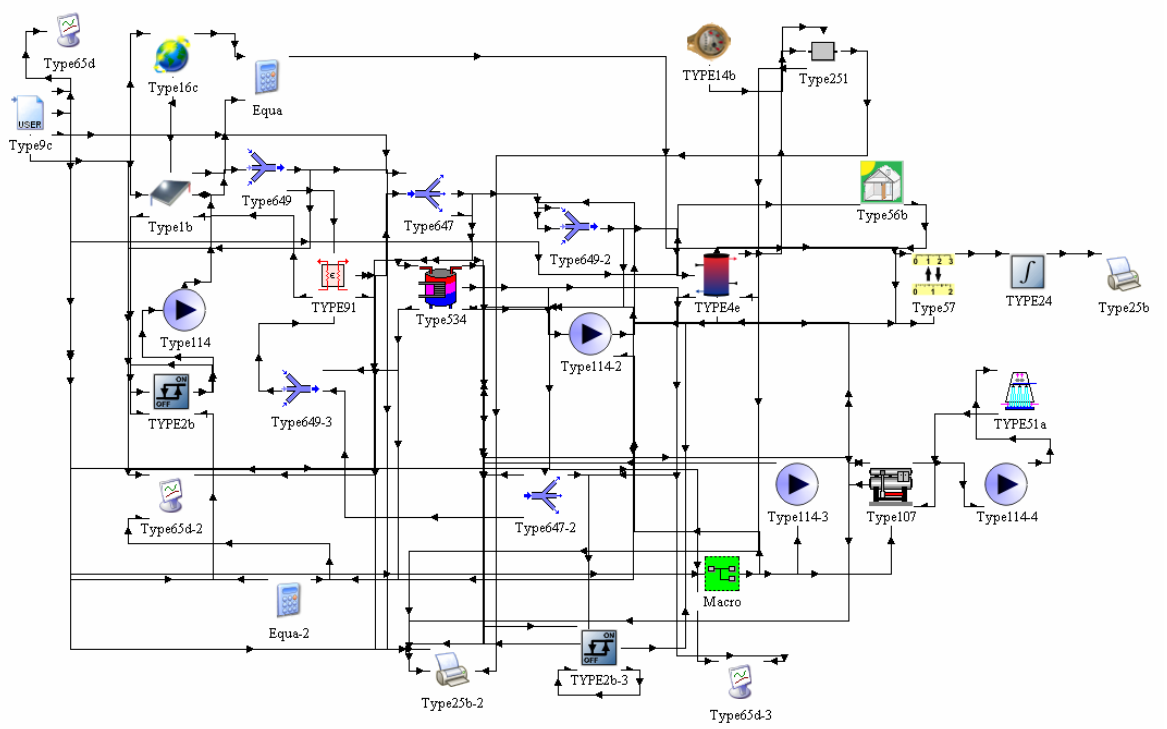


Slika 10: Absorpcijska hladilna naprava Yazaki WFC-SC30

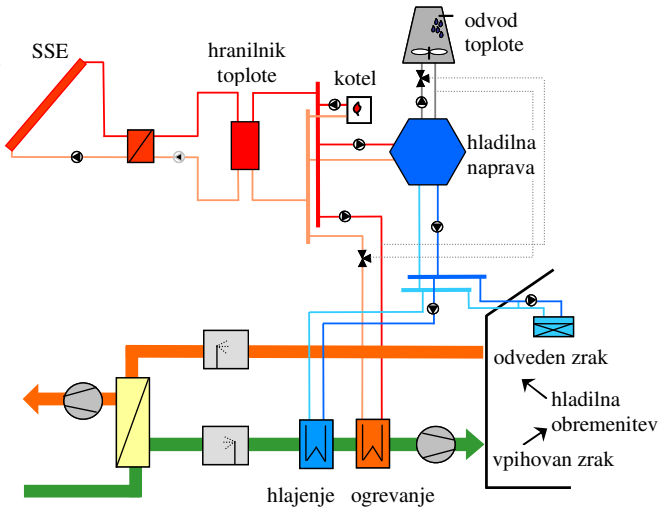
Kot je razvidno iz podatkov v Tabeli 3 lahko z izbrano absorpcijsko hladilno napravo zagotovimo tudi do 140 kW hladilne moči v primeru dovolj visoke temperature grelne toplote, ki jo zagotovimo s solarnim ogrevalnim sistemom.

Za načrtovanje solarnih hladilnih sistemov obstaja podobno kot za solarne ogrevalne sisteme več vrst orodij. Z najenostavnejšimi pravili lahko v grobem ocenimo potrebno površino SSE glede na nazivno moč solarne hladilne naprave. S preprostimi računalniškimi orodji lahko na osnovi mesečnih meteoroloških podatkov določimo mesečno proizveden hlad za nekatere osnovne konfiguracije solarnih hladilnih sistemov. Uporaba zahtevnejših računalniških orodij, kamor sodi tudi TRNSYS, omogoča preračun delovanja solarnega hladilnega sistema na osnovi urnih vrednosti meteoroloških podatkov, upoštevanje dejanskih parametrov delovanja absorpcijske hladilne naprave ter delovanja regulacijske enote.

Slika 11 prikazuje ekran programa TRNSYS z uporabljenimi moduli in povezavo solarnega sistema z absorpcijsko hladilno napravo. Slika 12 prikazuje shemo uporabljene konfiguracije solarnega hladilnega sistema.



Slika 11: Ekran programa TRNSYS; povezava komponent solarnega hladilnega sistema



Slika 12: Shema solarnega hladilnega sistema in povezava s sistemi klimatizacije in hlajenja

V preračunu delovanja solarnega hladilnega sistema smo upoštevali enako površino velikopanelnih SSE kot pri solarnem sistemu za pripravo tople sanitarne vode. Solarni hladilni sistem je predstavljen v tabeli 4. Solarni ogrevalni sistem v poletnem obdobju prednostno zagotavlja toploto za delovanje absorpcijske hladilne naprave, v preostalem delu leta pa ogreva sanitarno vodo. Rezultati preračuna delovanja solarnega hladilnega sistema so prikazani v tabeli 5 in na sliki 13.

Tabela 4: Osnovne karakteristike izbranega solarnega hladilnega sistema

Število in model SSE	40 SSE, ARCON HT-SA
Površina in nazivna moč SSE	503,2 m^2 ; 352,2 kW_t
Orientacija in naklon SSE	5° / 20°
Število in volumen hranilnikov toplote	7 x 5 m^3, 1 x 5 m^3 (STV)
Model in nazivna moč hladilna naprava	Yazaki WFC-SC30; 105,6 kW
Hladilno število - COP	0,7
Temperatura hladne vode	7°C / 12,5°C
Število in volumen hranilnikov hladu	1 x 5 m^3
Temperaturno območje grelne vode	70°C – 95°C
Hladilni stolp	260 kW

Tabela 5: Povzetek rezultatov preračuna solarnega hladilnega sistema Ortopedske bolnišnice Valdoltra

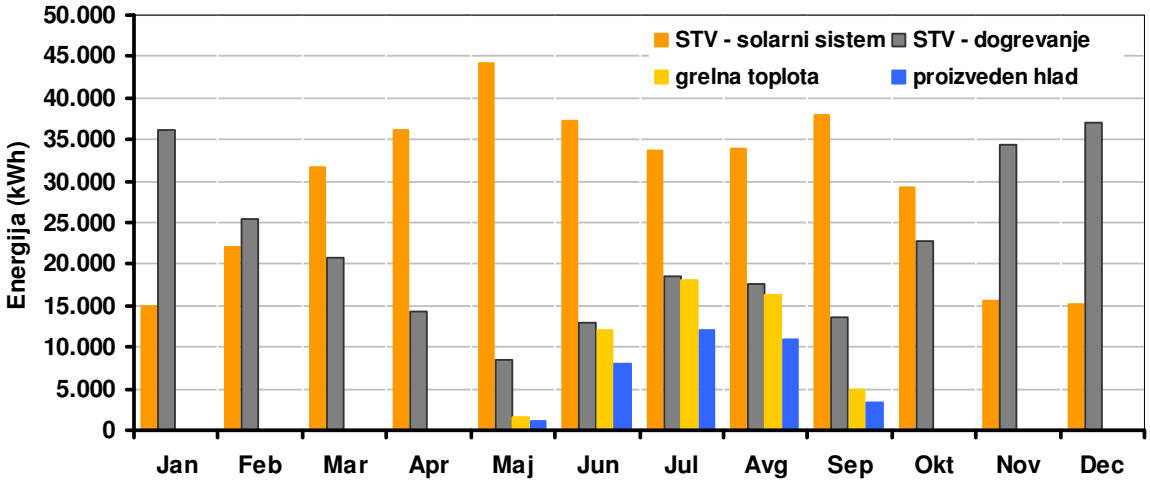
Toplota dovedena s solarnim sistemom za ogrevanje sanitarne vode	352.160 kWh
Potrebna energija za dogrevanje	262.360 kWh
Delež pokritja potreb po topli vodi	57 %
Dovedena toplota za solarno hlajenje	53.040 kWh
S solarnim hladilnim sistemom proizveden hlad	35.500 kWh
Dovedena toplota na enoto površine SSE	805 kWh/m^2 SSE
Prihranek fosilnih goriv	44.000 l ELKO
Prihranek električne energije	11.450 kWh
Zmanjšanje emisij CO_2	122 t

Iz rezultatov je razvidno, da lahko s solarnim sistemom zagotovimo letno 53.040 kWh grelne toplote za delovanje solarnega hladilnega sistema. Solarni hladilni sistem proizvede 35.500 kWh hladu s čimer prihranimo do 11.450 kWh električne energije za delovanje kompresorskih hladilnih naprav.

Poleg tega s solarnim sistemom zagotovimo letno 352.160 kWh toplote za pripravo tople sanitarne vode, kar znaša 57% potrebne energije za pripravo tople sanitarne vode. Delež pokritja potreb po topli vodi je manjši kot v primeru solarnega sistema, ki je namenjen samo

pripravi tople sanitarne vode, ker je površina SSE solarnega hladilnega sistema enaka in ker del pridobljene toplote solarnega sistema v poletnem obdobju porabimo za solarno hlajenje. Za ogrevanje sanitarne vode v poletnem obdobju bi bilo smotrno uporabiti razpoložljivo odpadno toploto drugih procesov oziroma naprav (kompresorske hladilne naprave, kogeneracija...) ali povečati površino vgrajenih SSE.

Skupna dovedena toplota s solarnim sistemom tako znaša 405.200 kWh, oziroma 805 kWh/m^2 SSE. Z uporabo solarnega sistema se bodo emisije CO_2 zmanjšale letno za 122 t. Z vgradnjo solarnega hladilnega sistema bi v Ortopedski bolnišnici Valdoltra letno prihranili 44.000 l kurilnega olja oziroma zmanjšali specifično rabo energije za ogrevanje za 24 kWh na m^2 uporabne površine. Prihranek električne energije zaradi zmanjšanja potreb po delovanju kompresorskih hladilnih naprav lahko ocenimo na 11.450 kWh, kar pomeni zmanjšanje specifične rabe električne energije za 0,6 kWh/m^2 uporabne površine bolnišnice.

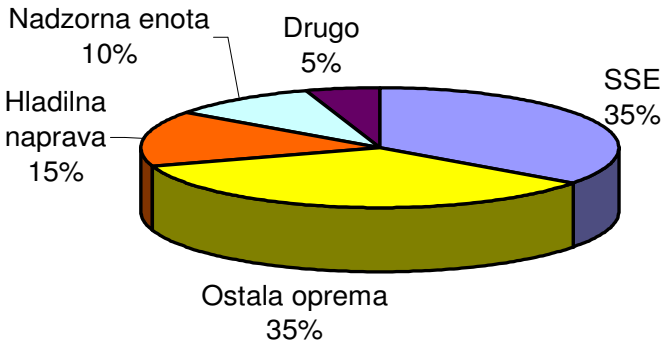


Slika 13: Mesečno dovedena toplota s solarnim sistemom za pripravo tople sanitarne vode, za delovanje solarne hladilne naprave in proizvedeni hlad za hlajenje stavbe

6 Ekonomsko vrednotenje solarnega hladilnega sistema

Solarni hladilni sistemi so v primerjavi s klasičnimi kompresorskimi hladilnimi sistemi dražji. Dražja je običajno že sama hladilna naprava, ki pa predstavlja le manjši delež končne cene solarnega hladilnega sistema. Na tržišču je sicer opaziti zniževanje cen solarnih hladilnih sistemov, med drugim tudi zaradi povečevanja vgradnje teh naprav v zadnjih letih.

Na sliki 14 je prikazana pričakovana razdelitev stroškov pri absorpcijskih solarnih hladilnih sistemih, ki izhaja iz analize izvedenih sistemov solarnega hlajenja v EU.



Slika 14: Okvirna razdelitev investicijskih stroškov solarnega hladilnega sistema

Investicijski stroški solarnega hladilnega sistema Ortopedske bolnišnice Valdoltra so ocenjeni na 824.600 EUR; razdelitev stroškov po posameznih delih sistema je prikazana v tabeli 6.

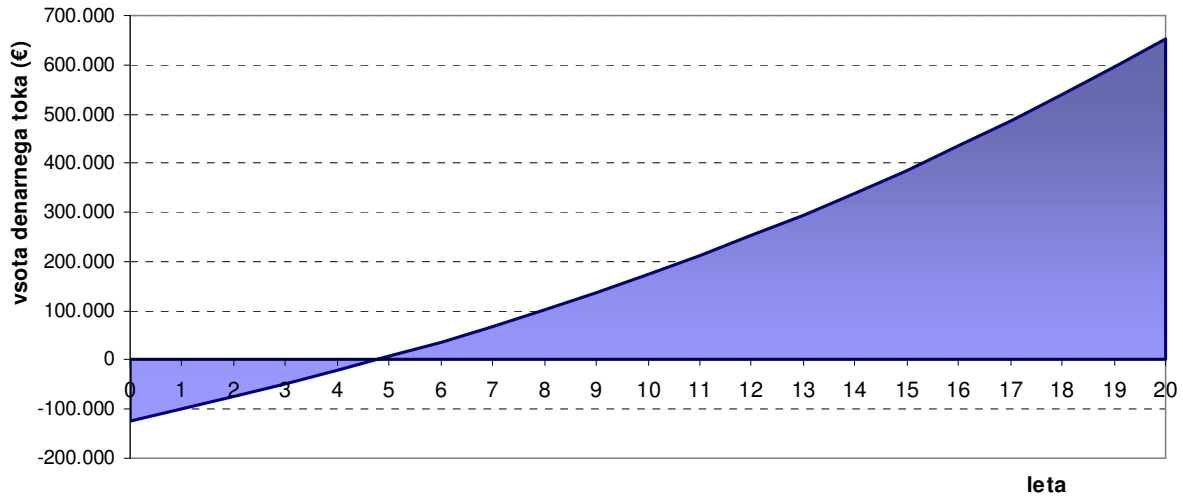
Tabela 6: Ocena investicijskih stroškov solarnega hladilnega sistema Ortopedske bolnišnice Valdoltra

Absorpcijska hladilna naprava	100.000 EUR
Hladilni stolp	25.000 EUR
Sprejemniki sončne energije s konstrukcijo	400.000 EUR
Hranilniki toplote, prenosniki toplote, montaža…	200.000 EUR
Regulacijska enota, nadzorni sistem	20.000 EUR
Inženiring, zagon sistema	15.000 EUR
Vrednost z DDV	824.600 EUR

Pri izračunu vračilne dobe omenjene investicije smo upoštevali naslednje parametre:

- Obratovalni in vzdrževalni stroški sistema 3.000 EUR/leto
- Cena energije (elektrika/ ELKO) 0,1/0,65 EUR/kWh
- Letna rast cen fosilnih goriv in el. energije 4,5 %

Pri investiciji je potrebno upoštevati, da bodo dejanski investicijski stroški nižji, zaradi 85 % sofinanciranja iz sredstev Kohezijskega sklada. V tem primeru znaša investicija le 123.700 EUR, vračilna doba investicije v solarni hladilni sistem pa se iz 21 let skrajša na 5 let.



Slika 14: Izračun vračilne dobe investicije v solarni hladilni sistem ob upoštevanju sofinanciranja iz sredstev Kohezijskega sklada

7 Zaključki

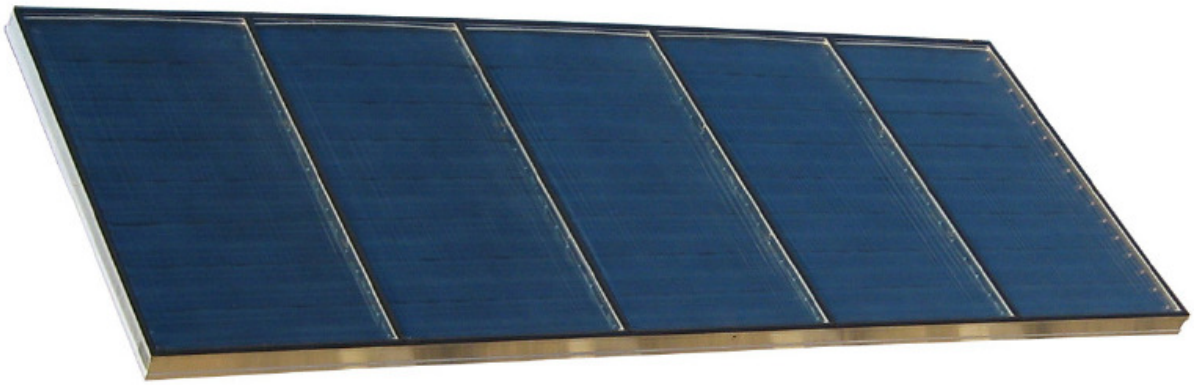
Študija je pokazala, da je izvedba solarnega hladilnega sistema v Ortopedski bolnišnici Valdoltra ekonomsko opravičljiva. S solarnim hladilnim sistemom lahko zagotovimo del potrebnega hladu za hlajenje in klimatizacijo stavb bolnišnice ter s tem krajše delovanje kompresorskih hladilnih naprav ter s tem tudi manjšo rabo električne energije. Preračun solarnega hladilnega sistema je pokazal, da lahko letno prihranimo do 44.000 litrov ELKO in 11.450 kWh električne energije ter zmanjšamo emisije CO_2 za 122 ton na leto.

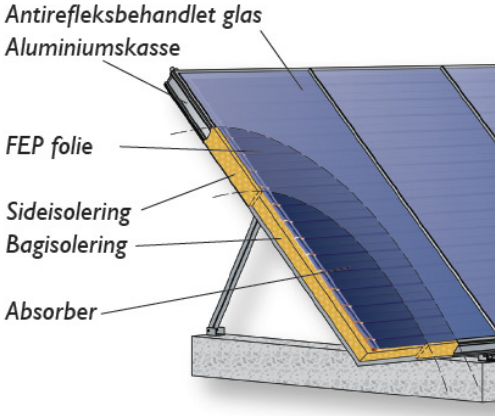
Ker se ob delovanju solarnega hladilnega sistema zmanjša dobava toplote solarnega sistema za pripravo tople sanitarne vode je smiselno uporabiti odpadno toploto sistema za kogeneracijo ali kondenzacijsko toploto kompresorskih hladilnih naprav za predgrevanje sanitarne vode ali vgradnja večje površine SSE solarnega hladilnega sistema. V odvisnosti od razpoložljive odpadne toplote in dejanske hladilne obremenitve bolnišnice je možno vgraditi tudi absorpcijsko hladilno napravo večje hladilne moči.

Pred samo izvedbo solarnega ogrevalnega sistema, bi bilo smiselno preveriti dejansko rabo tople sanitarne vode z vgradnjo vodnega števca ali kalorimetra na dovod sanitarne vode, ki jo ogrevamo. Izmerjena poraba tople sanitarne vode bi omogočila optimiranje zasnove in delovanja solarnega ogrevalnega in solarnega hladilnega sistema. Potrebno bi bilo tudi opredeliti razpoložljivo površino za namestitev sprejemnikov sončne energije ter razpoložljivo odpadno toploto vgrajenih sistemov.

Priloge

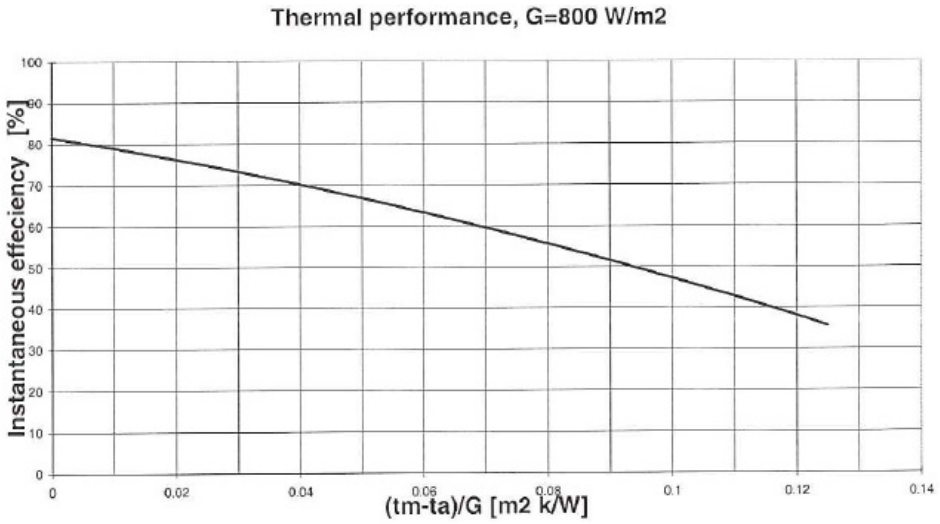
Osnovne tehnične karakteristike izbranih sprejemnikov sončne energije ARCON





Data

Udvendige dimensioner:	2,27 x 5,96 x 0,14	meter
Transparent areal:	12,584	m^2
Vægt, uden væske:	250	kg
Væskeindhold:	8,5	liter



Second order fit data:

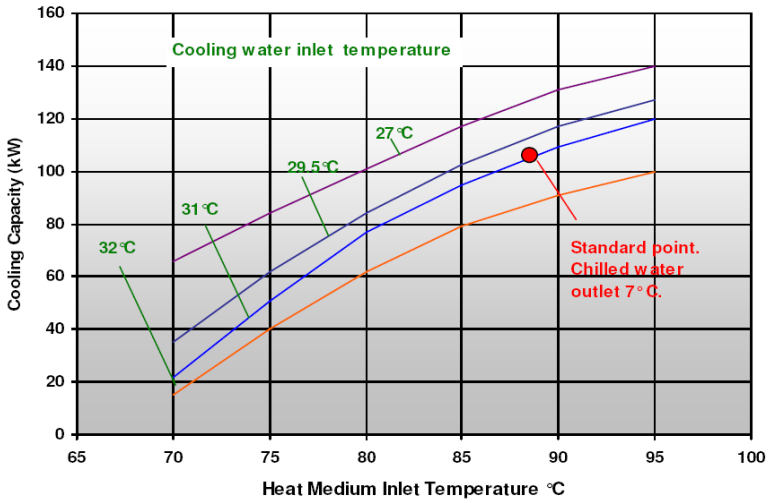
$$\eta_a = \eta_{oa} - a_{1a}((t_m - t_a) / G) - a_{2a} G ((t_m - t_a) / G)^2$$

Coefficient based on:

Aperture		Gross area	
η_0	0.815 [-]	η_0	0.791 [-]
a_1	2.43 [W/m^{2}K]	a_1	2.26 [W/m^{2}K]
a_2	0.012- [W/m^{2}K^2]	a_2	0.011 [W/m^{2}K^2]

Osnovne tehnične karakteristike absorpcijske hladilne naprave YAZAKI





Item				WFC-SH10	WFC-SC10	WFC-SH20	WFC-SC20	WFC-SH30	WFC-SC30
Cooling capacity			kW	35.2		70.3		105.6	
Heating capacity			kW	48.7	-	97.5	-	146.2	-
Chilled-hot water	Temperature (cooling)	Inlet	℃	12.5					
		Outlet	℃	7.0					
	Temperature (heating)	Inlet	℃	47.4	-	47.4	-	47.4	-
		Outlet	℃	55	-	55	-	55	-
	Evaporator pressure loss		kPa	56.1		65.8		70.1	
	Maximum operating pressure		kPa	588					
	Flow rate		l/s	1.52		3.05		4.58	
			㎥/h	5.47		11.0		16.5	
	Water retention volume		l.	17		47		73	
Cooling water	Heat rejection		kW	85.4		170.8		256.2	
	Temperature	Inlet	℃	31.0					
		Outlet	℃	35.0					
	Absorber/condenser pressure loss		kPa	85.3		45.3		46.4	
	Coil fouling factor M^2 hr°K/kW			0.086					
	Maximum operating pressure		kPa	588					
	Flow rate		l/s	5.1		10.2		15.3	
			㎥/h	18.4		36.7		55.1	
	Water retention volume		l.	66		125		194	
Heat medium	Heat input		kW	50.2		100		151	
	Temperature	Inlet	℃	88					
		Outlet	℃	83					
		Range	℃	70 - 95					
	Generator pressure loss		kPa	90.4		46.4		60.4	
	Maximum operating pressure		kPa	588					
	Flow rate		l/s	2.4		4.8		7.2	
			㎥/h	8.64		17.3		25.9	
	Water retention volume		l.	21		54		84	
Electrical	Power supply			400 3 Phase 50Hz					
	Consumption	*1	W	210		260		310	
	Current		A	0.43		0.92		1.25	
Control	Cooling			On - Off					
	Heating			On - Off					
Dimensions	Width t	*2	mm	760 (855)		1,064 (1,159)		1,380 (1,475)	
	Depth		mm	970		1,304		1,544	
	Height	*3	mm	1,900 (1,983)		2,010 (2,116)		2,010 (2,130)	
Weight	Dry		kg	500		930		1,450	
	Operating		kg	600		1,155		1,800	
Acoustics	Noise level dB(A)			49		49		46	
Piping Diameter (A)	Chilled-hot water		mm	40		50			
	Cooling water		mm	50				65	
	Heat medium		mm	40		50		65	
Cabinet and finish				Weatherproof cabinet suitable for indoor or outdoor application comprising silver metallic pre-painted hot dip zinc coated sheet steel exterior panels.					