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:	**July 2009**
Place:	**University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering**
Investor:	**Ministry of Health**
Subject of consultation:	**Possibilities of solar air conditioning of Hospital Kranj**



Summary of consultancy

Ministry of Health of the Government of the Republic of Slovenia is planning to improve the energy efficiency of 10 Hospitals in Slovenia with help of the Cohesion fund. Among selected hospitals is also a Hospital for gynaecology and obstetrics in Kranj. In the spring of 2009 energy audit of the hospital was made. Energy assessment showed that specific energy use for building heating and sanitary water heating is 310 kWh per m^2 of building useful area. Based on building energy assessment the measures to improve energy efficiency were proposed. Planned energy measures includes improved building envelope thermal insulation, new windows and external shading, heating system renovation, installation of AHU and 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 hospital.



Hospital for gynaecology and obstetrics in Kranj

The consultancy was based on Questionnaire on solar cooling of buildings, 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 this system could cower expected building's cooling loads and that it is economically viable. The following SAC system is proposed:

- SC area: 80 m^2 evacuated tube SC
- HS volume: 6 m^3 and 0,5 m^3 for DHW
- Cooling power: 35 kW absorption chiller
- Solar heat for SW: 33.484 kWh
- Solar fraction: 50 %
- Driving heat: 21.073 kWh
- Produced cold: 14.108 kWh
- Investment costs: 180.000 EUR
- Subsidies from the Cohesion fund: 85 %
- Payback period: 8 years
- CO_2 emission avoided: 11,4 t/year

Generally Mr. Pajk is highly interested in the realisation of proposed SAC system. The realisation of proposed SAC system was included in proposed energy efficiency measures as investment costs doesn't exceed available budget. The final decision on Ministry for Health and realisation is planed in 2010.

1 Povzetek

Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije načrtuje s pomočjo sredstev Kohezijskega sklada v letu 2010 energijsko sanirati 10 bolnišnic v Republiki Sloveniji. Spomladi 2009 je bil dokončan energijski pregled izbranih bolnišnic in strokovna analiza s predlogi sanacijskih ukrepov. Med bolnišnicami, predvidenimi za energijsko sanacijo je tudi Bolnišnica za ginekologijo in porodništvo Kranj.
Na osnovi zbranih podatkov o rabi energentov je bilo ugotovljeno, da znaša specifična raba energije za potrebe ogrevanja in priprave tople sanitarne vode v Bolnišnici za ginekologijo in porodništvo Kranj skoraj 310 kWh na m^2 uporabne površine. Načrtovana energijska sanacija Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj med drugim predvideva energijsko sanacijo zunanjega ovoja stavbe, sanacijo kotlovnice in ogrevalnega sistema, vgradnjo sistema za klimatizacijo 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 namesto kompresorske ter nadgradnjo predvidenega solarnega ogrevalnega sistema za potrebe solarnega hlajenja.



Slika 1: Bolnišnica za ginekologijo in porodništvo Kranj

Študija izvedljivosti solarnega hladilnega sistema Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj je bila izvedena na podlagi izpolnjenega Vprašalnika za solarno hlajenje stavb, posredovanih podatkov iz energijske analize in predlogov predvidenih sanacijskih ukrepov ter osebne komunikacije z nosilcem projekta energijske sanacije Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj g. Pajkom.

Rezultati izvedene študije so pokazali, da lahko glede na predviden obseg finančnih sredstev energijske sanacije stavbe in ekonomske opravičljivosti v Bolnišnici za ginekologijo in porodništvo Kranj vgradimo solarni hladilni sistem, ki je namenjen hlajenju stavbe v poletnem obdobju in pripravi tople sanitarne vode v preostalem delu leta, z naslednjimi karakteristikami:

- površina SSE: 80 m^2 vakuumskih SSE
- volumen HT: 6 m^3 HT in 0,5 m^3 HSTV
- hladilna moč: 35 kW absorpcijska hladilna naprava
- proizvedena toplota za STV: 33.484 kWh
- delež priprave STV: 50 %
- proizvedena toplota za hlajenje: 21.073 kWh
- proizvedeni hlad: 14.108 kWh
- investicijski stroški: 180.000 EUR
- sofinanciranje iz Kohezijskega sklada: 85 %
- vračilna doba investicije: 8 let
- zmanjšanje emisij CO_2: 11,4 ton

2 Energijska sanacija Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj

Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj se nahaja v kompleksu stavb namenjeni zdravstveni dejavnosti, ki zajema tudi Zdravstveni dom, kar je prikazano na sliki 2. Bolnišnica se nahaja v dveh označenih stavbah, glavna stavba je podolgovate oblike s tlorisno površino 1200 m^2. Stavba ima 4 ogrevane etaže in skupno 3878 m^2 uporabne površine, kar jo po površini uvršča med manjše bolnišnice.



Slika 2: Posnetek Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj z okolico

Z energijskim pregledom Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj je bilo ugotovljeno, da znaša povprečna letna raba energije za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode v zadnjih treh letih 1200 MWh. Ogrevane so skupno 4 etaže, kar pomeni, da znaša specifična raba energije za potrebe ogrevanja in priprave tople sanitarne vode 309 kWh na m^2 uporabne površine, raba električne energije pa 71 kWh/m^2. Energijski pregled stavbe je pokazal, da zunanji ovoj ni toplotno izoliran, da so okna večinoma stara, zunanja sečila pa dotrajana. Prezračevanje bolnišnice je naravno. Bolnišnica razen v operacijskih sobah trenutno nima sistema za klimatizacijo, je pa predvidena njegova vgradnja v energijsko sanirani stavbi. Streha stavbe ima J orientacijo in omogoča namestitev sprejemnikov sončne energije (SSE).

Energijska sanacija zunanjega ovoja stavbe predvideva vgradnjo novih oken s toplotno prehodnostjo U_o = 1,3 W/m^2K, namestitev novih zunanjih žaluzij za učinkovito zaščito pred pregrevanjem v poletnem obdobju ter vgradnjo toplotne izolacije v konstrukcije na zunanjem ovoju - U_z = 0,19 W/m^2K in Us = 0,11 W/m^2K.

Eden izmed ukrepov energijske sanacije bo tudi vgradnja solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode. Sprejemniki sončne energije bodo nameščeni na strehi stavbe, ki ima optimalno južno orientacijo, kot je razvidno iz slike 2.

Zaradi povečane tesnosti stavbe, zahtev po zmanjšanju toplotnih izgub zaradi prezračevanja ter pričakovanem pregrevanju v poletnem obdobju je v okviru energijske sanacije predvidena vgradnja sistema za klimatizacijo. Glede na število oseb v bolnišnici je potrebna količina zraka za prezračevanje ocenjena na 8000 do 10000 m^3/h.

Ker je hladilna obremenitev stavbe praviloma največja takrat, ko je največ sončnega sevanja je v pričujoči študiji analizirana možnost in ekonomičnost izvedbe solarnega hladilnega sistema namesto predvidenega kompresorskega hladilnega sistema z vgradnjo absorpcijske hladilne naprave in uporabo oziroma nadgradnjo predvidenega solarnega ogrevalnega sistema za potrebe solarnega hlajenja bolnišnice.

3 Študija izvedljivosti solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode

V Bolnišnici za ginekologijo in porodništvo Kranj ogrevajo sanitarno vodo s kotlom ogrevalnega sistema na plin. V okviru predvidenih investicijskih ukrepov za učinkovitejšo rabo energije pa je predvidena vgradnja solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode.

Sprejemniki sončne energije (SSE) bodo nameščeni na strehi glavne stavbe bolnišnice, ki ima optimalno južno orientacijo (slika 2) in je brez ovir, ki bi lahko senčile SSE. Razpoložljiva površina strehe je 500 m^2. Predvidena je vgradnja ravnih visokoselektivnih SSE na kovinski konstrukciji, ki omogoča izvedbo naklona SSE večjega od naklona strehe. Primer take vgradnje SSE je prikazan na sliki 3.



Slika 3: Primer namestitve SSE na streho

Za načrtovanje solarnega ogrevalnega sistema je potrebno poznati porabo tople sanitarne vode. Dejanska poraba tople sanitarne vode v Bolnišnici za ginekologijo in porodništvo Kranj ni poznana. Zato smo rabo tople vode ocenili na podlagi števila bolniških postelj in ocene povprečne dnevne porabe tople sanitarne vode na bolniško posteljo:

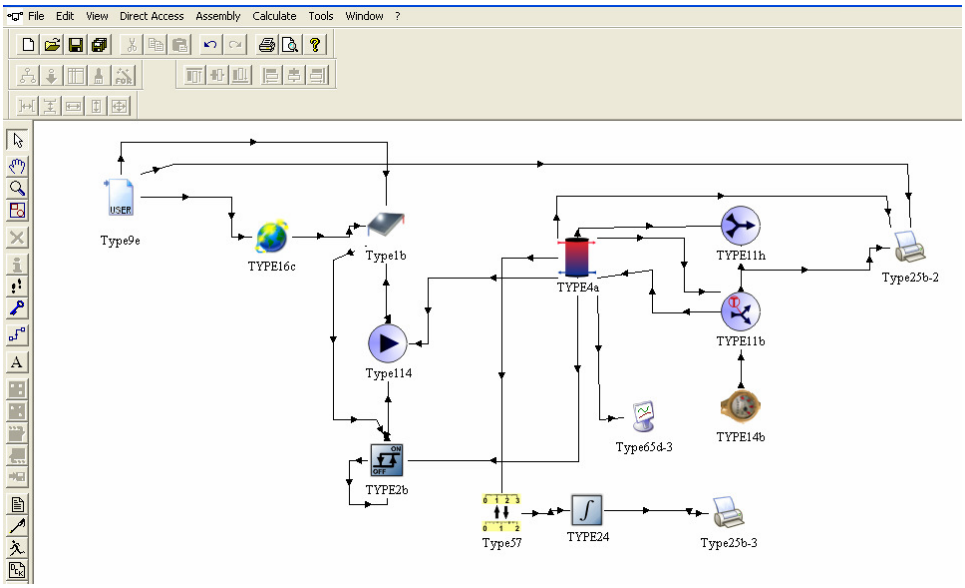
- Število bolniških postelj: 62
- Povprečna zasedenost: 42
- Ocenjena raba tople sanitarne vode: 60 l/dan.posteljo; temperature 60°C

Z upoštevanjem povprečne zasedenosti ter dnevnih pacientov oziroma porabe v ordinacijah je raba tople sanitarne vode ocenjena na 3 m^3/dan.

Ostali parametri upoštevani v analizi:

- Temperatura tople vode 60 °C
- Minimalna temperatura tople vode 55 °C
- Maksimalna temperatura v zalogovniku toplote 90 °C
- Volumen hranilnik tople sanitarne vode 500 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. Ker ne obstajajo podatki za testno referenčno leto (TRL) za Kranj smo v preračunu uporabili TRL za Brnik. Povprečne mesečne vrednosti za temperaturo zraka in sončno obsevanje so razvidne iz vprašalnika v Prilogi. Slika 4 prikazuje ekran programskega orodja TRNSYS ter uporabljene module za preračun solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode.



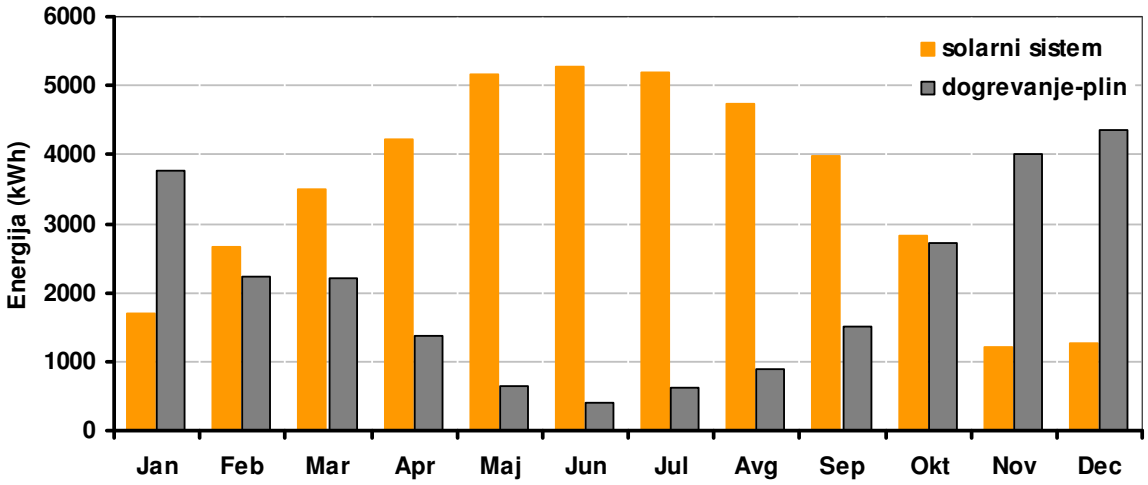
Slika 4: Ekran programa TRNSYS; moduli za solarni ogrevalni sistem

Tabela 1 prikazuje rezultate preračuna solarnega ogrevalnega sistema, slika 5 pa s solarnim sistemom dovedeno toploto po posameznih mesecih ter potrebno toploto za dogrevanje.

Tabela 1: Povzetek rezultatov preračuna solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode v Bolnišnici Kranj

Proizvajalec in model SSE	SONNENKRAFT SK 500
Število in površina SSE	38 SSE, 87,4 m^2
Orientacija in naklon SSE	0° / 30°
Število in volumen hranilnikov toplote	1 x 4 m^3, 1 x 0,5 m^3 (STV)
Toplota dovedena s solarnim sistemom	41.765 kWh
Dovedena toplota na enoto površine SSE	477 kWh/m^2 SSE
Delež pokritja potreb po topli vodi	65 %
Prihranek fosilnih goriv	5.100 m^3 plina
Potrebna energija za dogrevanje	24.750 kWh
Zmanjšanje emisij CO_2	10,1 t

Letno dovedena energija solarnega sistema za pripravo tople sanitarne vode znaša 41.765 kWh, oziroma 477 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 10,1 t.



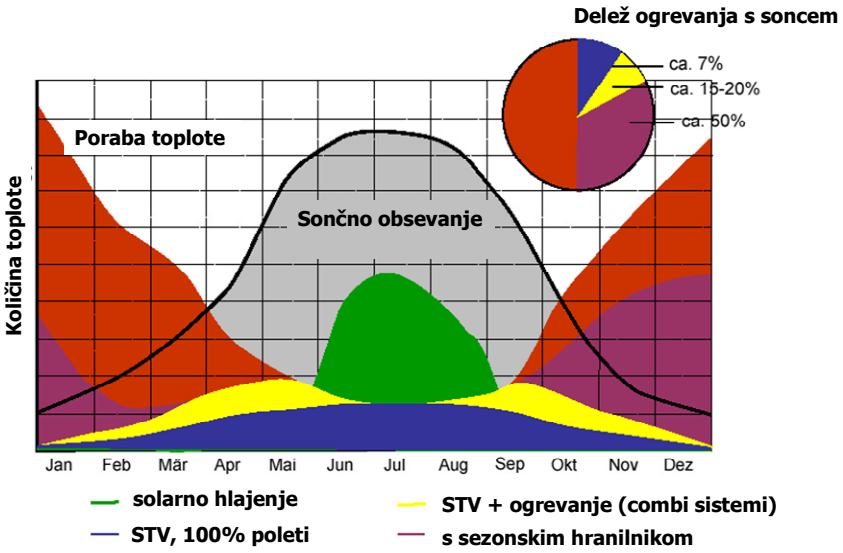
Slika 5: Mesečno dovedena toplota s solarnim sistemom ter potrebna energija za dogrevanje

Z vgradnjo solarnega ogrevalnega sistema za pripravo tople sanitarne vode bi v Bolnici Kranj letno prihranili 5100 m^3 plina oziroma zmanjšali specifično rabo energije za ogrevanje za 13,4 kWh na m^2 uporabne površine.

4 Hladilna obremenitev Bolnišnice Kranj

Zaradi zagotavljanja primernih parametrov toplotnega ugodja v delovnih prostorih in bolniških sobah je predvideno hlajenje oziroma klimatizacija prostorov. Klimatizacija stavb danes bazira predvsem na tehnologiji mehanskih kompresorskih hladilnih naprav, ki za delovanje potrebujejo električno energijo. Predlog energijske sanacije Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj predvideva uporabo takšne hladilne naprave.

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 6) ter posledično povečamo delež obnovljivih virov energije pri oskrbi stavbe z energijo.

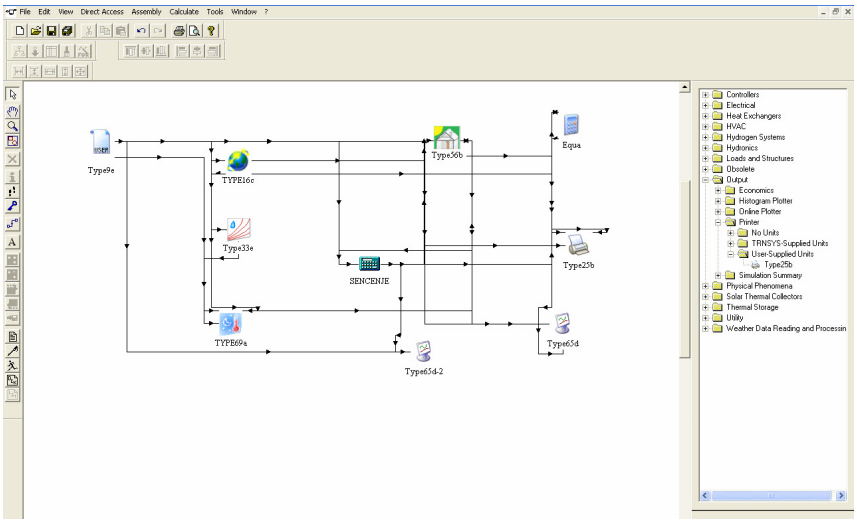


Slika 6: Potrebe po toplotni energiji v stavbah ter deleži, ki jih lahko zagotovimo s solarnim ogrevalnim sistemom

Hladilno obremenitev oziroma potrebe po hlajenju glavne stavbe Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj smo določili za predvideno stanje po energijski sanaciji zunanjega ovoja stavbe ter izvedenih ostalih predvidenih ukrepih za učinkovito rabo energije. Za analizo smo uporabili programsko orodje TRNSYS, ki omogoča analizo toplotnega odziva stavb. V analizi smo upoštevali sledeče parametre:

- površine in orientacije konstrukcij na zunanjem ovoju iz energijskega pregleda
- toplotne prehodnosti konstrukcij in oken po energijski sanaciji stavbe
- zunanja senčila na oknih na J in V fasadi, s faktorjem senčenja 0,2 v poletnem obdobju
- notranje vire – ljudje; 140 ljudi preko dneva in 100 ljudi ponoči, enako za vse dni v letu
- notranje vire – naprave, kamor sodi razsvetljava, delovanje naprav in toplotne izgube razvoda tople sanitarne vode; 8 W/m^2 uporabne površine
- mehansko (naravno) prezračevanje z 0,5-kratno izmenjavo zraka na uro

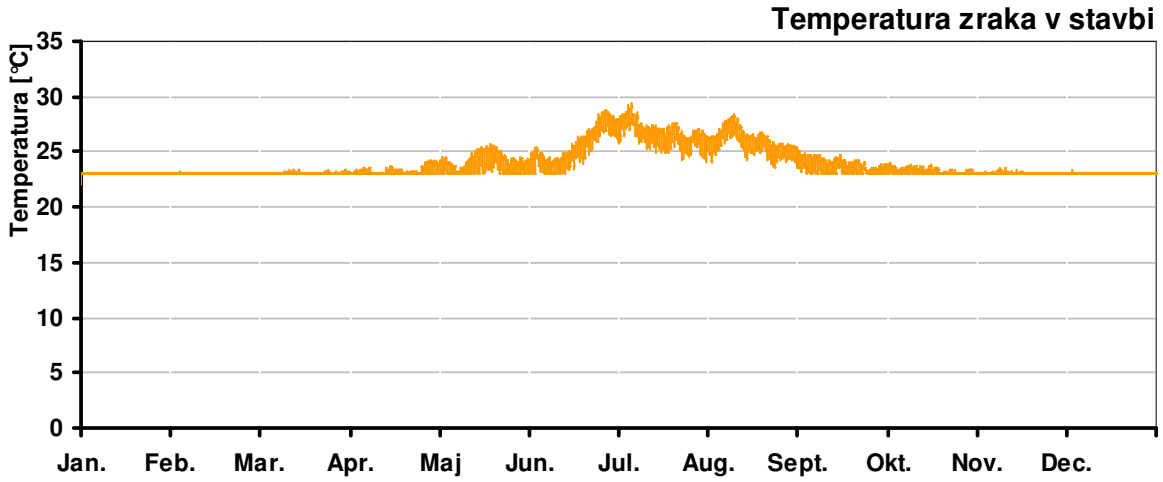
Slika 7 prikazuje ekran programskega paketa TRNSYS ter uporabljene module za preračun toplotnega odziva glavne stavbe Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj.



Slika 7: Ekran programa TRNSYS; moduli za izračun toplotnega odziva stavbe

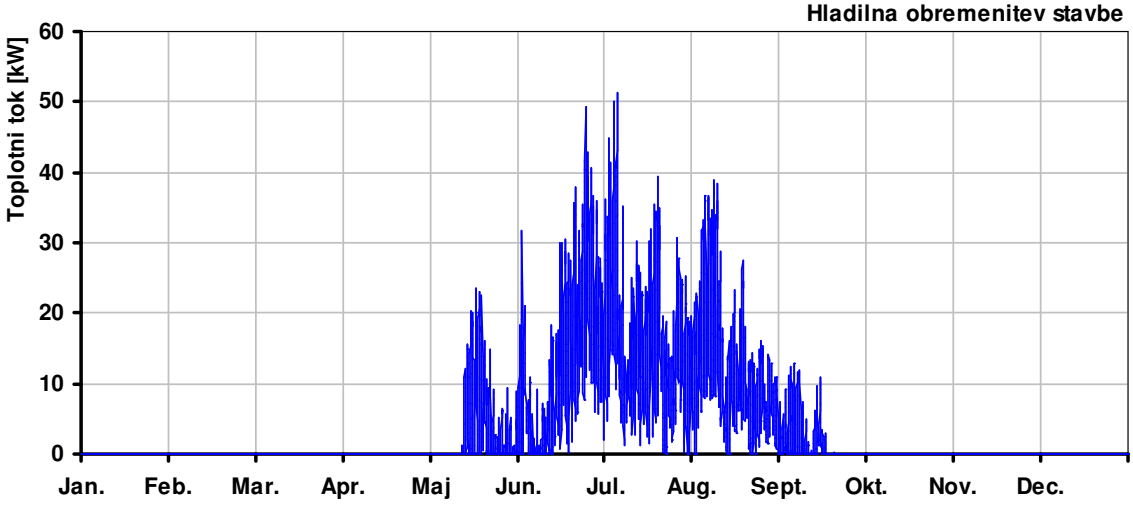
Za preračun hladilnih obremenitev potrebujemo urne vrednosti meteoroloških podatkov. Ker ne obstajajo podatki za testno referenčno leto za Kranj smo v preračunu hladilnih obremenitev uporabili TRL za Brnik. Povprečne mesečne vrednosti za temperaturo in vlažnost zraka ter sončno obsevanje so razvidne iz vprašalnika v Prilogi.

Slika 8 prikazuje pričakovane temperature zraka v glavni stavbi bolnišnice po predvideni energijski sanaciji, v primeru naravnega prezračevanja z 0,5 kratno izmenjavo zraka na uro preko dneva in intenzivnejšo 1 kratno izmenjavo zraka v nočnem času za naravno hlajenje stavbe.



Slika 8: Temperatura zraka v glavni stavbi Bolnišnice Kranj

Ugotovimo lahko, da temperatura zraka v stavbi v poletnem obdobju pogosto preseže temperature toplotnega ugodja. V poletnem obdobju je tako kar 1090 ur temperatura višja od 26°C in 150 ur višja od 28°C. Ugotovimo lahko, da stavba potrebuje hlajenje. Slika 9 prikazuje hladilno obremenitev glavne stavbe bolnišnice za vzdrževanje temperature zraka 25°C. Letna hladilna obremenitev znaša 15.000 kWh.



Slika 9: Hladilna obremenitev glavne stavbe Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj

Iz slike 9 je razvidno, da znaša maksimalna hladilna obremenitev 50 kW vendar pa je hladilna obremenitev stavbe le redko višja od 40 kW. Izračunane hladilne obremenitve predstavljajo osnovo za načrtovanje solarnega hladilnega sistema.

5 Študija izvedljivosti solarnega hladilnega sistema

Najprimernejša izvedba solarnega hladilnega sistema v Bolnišnici Kranj je uporaba absorpcijske hladilne naprave ter uporaba ohlajene vode v klimatizacijski enoti za hlajenje zraka za prezračevanje. Glede na izračunane hladilne obremenitve ter razpoložljivih naprav na tržišču smo izbrali enostopenjsko absorpcijsko hladilno napravo z delovnim parom H_2O/LiBr nazivne hladilne moči 35 kW Japonskega proizvajalca Yazaki – model WFC-SC10, katerega glavne karakteristike so prikazane v tabeli 2.

Tabela 2: Osnovne tehnične karakteristike hladilne naprave Yazaki WFC-SC10

Nazivna hladilna moč	35,2 kW
Temperatura hladne vode	7℃ / 12,5℃
Pretok hladne vode	1,52 l/s
Grelna toplota	50,2 kW
Temperatura grelne vode	88℃ / 83℃
Pretok grelne vode	2,4 l/s (8,64 m^3/h)
Hladilno število - COP	0,7
Hladilna toplota	85,4 kW
Temperatura hladilne vode	35℃ / 31℃
Pretok hladilne vode	5,1 l/s
Temperaturno območje grelne vode	70℃ – 95℃
Območje hladilne moči	20 kW – 50 kW



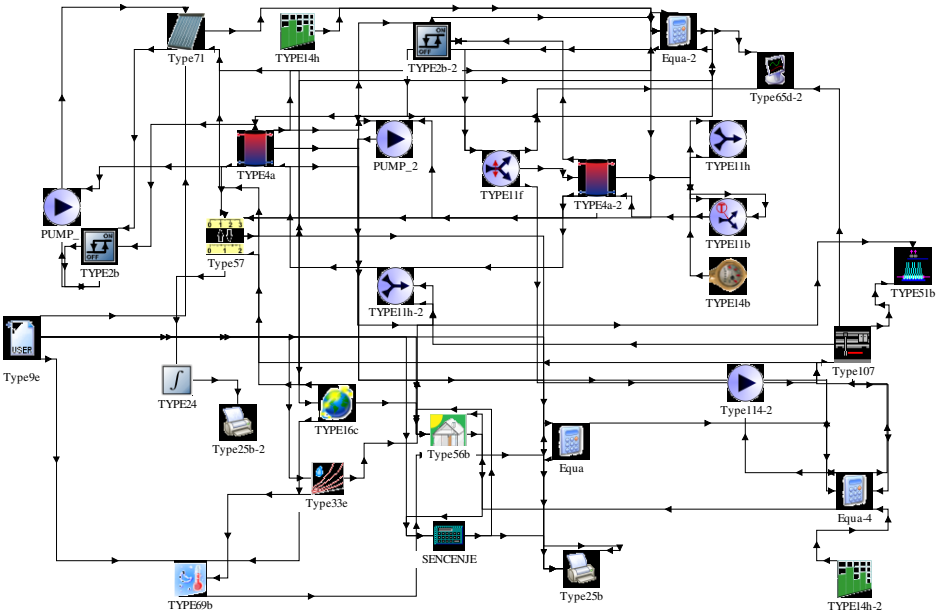
Slika 10: Absorpcijska hladilna naprava Yazaki WFC-SC10

Kot je razvidno iz podatkov v Tabeli 2 lahko z izbrano absorpcijsko hladilno napravo zagotovimo tudi do 50 kW hladilne moči v primeru dovolj visoke temperature grelne toplote, ki jo zagotovimo s solarnim sistemom.

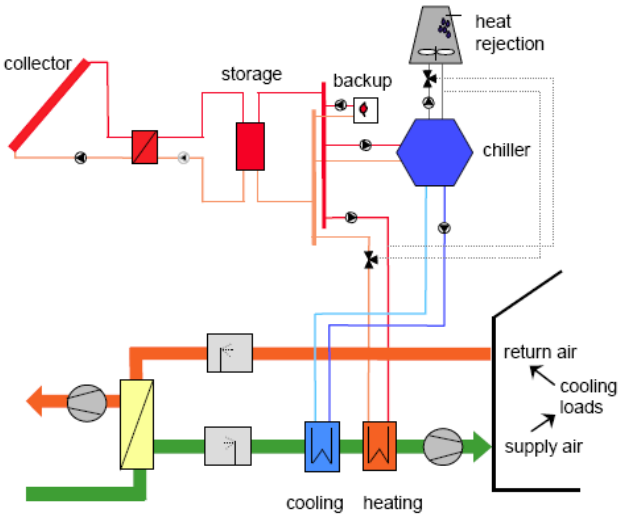
Za načrtovanje solarnih hladilnih sistemov obstaja podobno kot za solarne ogrevalne sisteme več vrst orodij. Z najenostavnejšimi pravili lahko v grobem ocenimo potrebno površino SSE glede na nazivno moč solarne hladilne naprave. S preprostimi računalniškimi orodji lahko na osnovi mesečnih meteoroloških podatkov določimo potrebno površino SSE ter mesečno proizveden hlad za nekatere osnovne konfiguracije solarnih hladilnih sistemov.

Vendar pa le uporaba zahtevnejših računalniških orodij, kamor sodi tudi TRNSYS, omogoča preračun delovanja solarnega hladilnega sistema na osnovi urnih vrednosti meteoroloških podatkov ter povezavo sistema s stavbo oziroma urnimi vrednostmi hladilne obremenitve.

V programskem orodju TRNSYS zato med seboj povežemo že oblikovani modul za izračun toplotnega odziva stavbe (slika7), solarni ogrevalni sistem (slika 4) ter ostale komponente solarnega hladilnega sistema (absorpcijska hladilna naprava, hladilni stolp, regulacijska enota,…). Slika 11 prikazuje ekran programa TRNSYS z uporabljenimi moduli in povezavo solarnega hladilnega sistema z modelom toplotnega odziva stavbe. Slika 12 prikazuje shemo uporabljene konfiguracije solarnega hladilnega sistema.



Slika 11: Ekran programa TRNSYS; povezava modela toplotnega odziva stavbe in solarnega hladilnega sistema



Slika 12: Shema solarnega hladilnega sistema

V preračunu delovanja solarnega hladilnega sistema smo analizirali različno velika polja SSE, hranilnika toplote in moči hladilnega stolpa. Kot optimalen je bil izbran solarni hladilni sistem, ki je predstavljen v tabeli 3. Solarni ogrevalni sistem v poletnem obdobju prednostno zagotavlja toploto za delovanje hladilne naprave, v preostalem delu leta pa ogreva sanitarno vodo. Rezultati preračuna delovanja solarnega hladilnega sistema so prikazani v Tabeli 4 in na sliki 13.

Tabela 3: Osnovne karakteristike izbranega solarnega hladilnega sistema

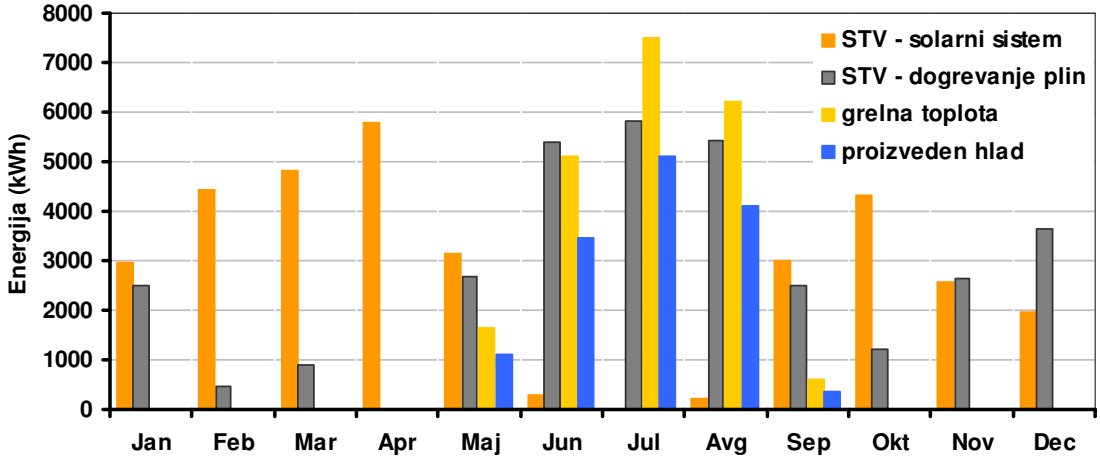
Število in model SSE	40 SSE VIESSMANN VITOSOL 200 D20
Površina in nazivna moč SSE	80 m^2 ; 56 kW
Orientacija in naklon SSE	0° / 30°
Število in volumen hranilnikov toplote	1 x 6 m^3, 1 x 0,5 m^3 (sanitarna topla voda)
Model in nazivna moč hladilna naprava	Yazaki WFC-SC10; 35,2 kW
Hladilno število - COP	0,7
Temperatura hladne vode	7°C / 12,5°C
Število in volumen hranilnikov hladu	1 x 1 m^3
Temperaturno območje grelne vode	70°C – 95°C
Hladilni stolp	90 kW

Tabela 4: Povzetek rezultatov preračuna solarnega hladilnega sistema v Bolnišnici Kranj

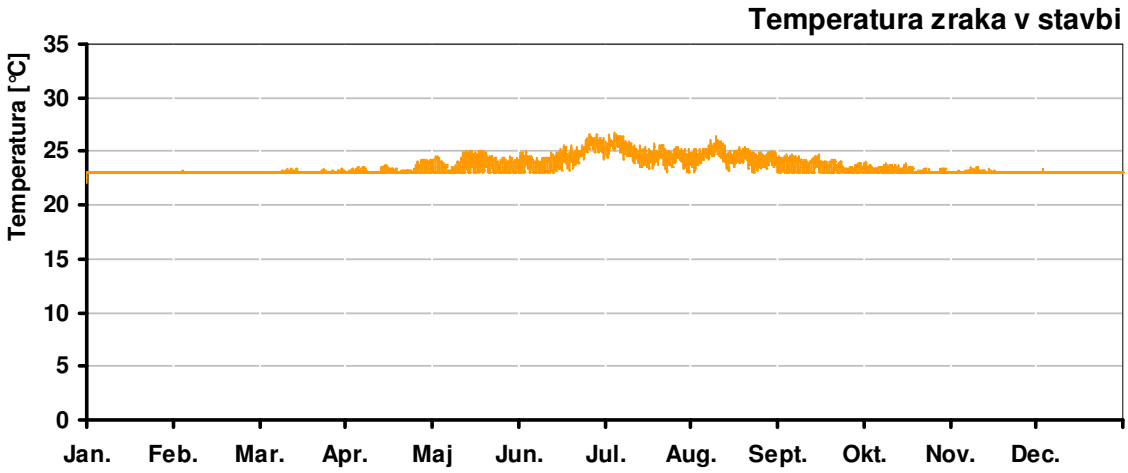
Toplota dovedena s solarnim sistemom za ogrevanje sanitarne vode	33.484 kWh
Potrebna energija za dogrevanje	33.226 kWh
Delež pokritja potreb po topli vodi	50 %
Dovedena toplota za solarno hlajenje	21.073 kWh
S solarnim hladilnim sistemom proizveden hlad	14.108 kWh
Delež pokritja potreb po hlajenju stavbe	94 %
Dovedena toplota na enoto površine SSE	681 kWh/m^2 SSE
Prihranek fosilnih goriv	4.000 m^3 plina
Prihranek električne energije	5.000 kWh
Zmanjšanje emisij CO_2	11,4 t

Iz rezultatov je razvidno, da lahko s solarnim sistemom zagotovimo letno 21.073 kWh grelne toplote za delovanje solarnega hladilnega sistema ter 33.484 kWh za pripravo tople sanitarne vode, oziroma 681 kWh/m^2 SSE. Iz slike 13 je razvidno, da je delež pokritja potreb po topli sanitarni vodi s solarnim sistemom v zimskem in prehodnem obdobju višji, kar je posledica uporabe vakuumskih SSE. Nevarnosti pregrevanja v poletnem obdobju ni, saj dobavljeno toploto uporabimo za solarno hlajenje stavbe. Solarni hladilni sistem proizvede 14.000 kWh hladu s čimer prihranimo do 5.000 kWh električne energije za delovanje kompresorske hladilne naprave. Iz preračuna in iz slike 14 je razvidno, da ob delovanju solarnega hladilnega sistema temperature zraka v Bolnišnici Kranj ne presežejo 27°C,

oziroma da s predlaganim solarnim hladilnim sistemom lahko zagotovimo primerno toplotno ugodje v bolniških sobah in delovnih prostorih 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

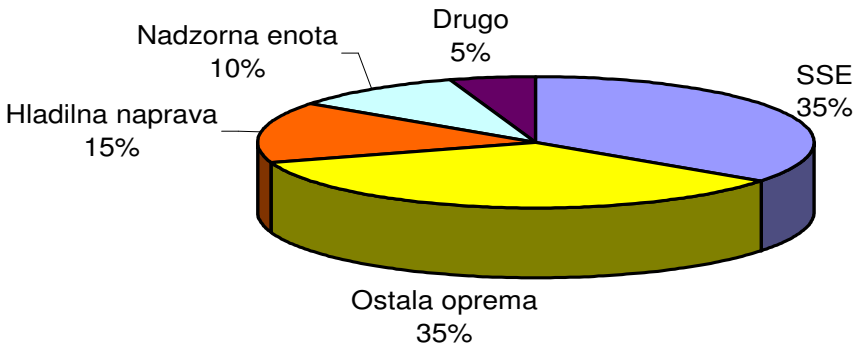


Slika 14: Temperatura zraka v glavni stavbi Bolnišnice Kranj hlajene s solarnim hladilnim sistemom

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 solarne hladilne naprave. Na tržišču je sicer opaziti zniževanje cen solarnih hladilnih sistemov, med drugim tudi zaradi povečevanja vgradnje teh naprav v zadnjih letih.

Na sliki 15 je prikazana pričakovana razdelitev stroškov pri absorpcijskih solarnih hladilnih sistemih, ki izhaja iz analize izvedenih sistemov solarnega hlajenja v EU.



Slika 15: Okvirna razdelitev investicijskih stroškov solarnega hladilnega sistema

Investicijski stroški solarnega hladilnega sistema Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj so ocenjeni na 180.000 EUR; razdelitev stroškov po posameznih delih sistema je prikazana v tabeli 5.

Tabela 5: Ocena investicijskih stroškov solarnega hladilnega sistema v Bolnišnici Kranj

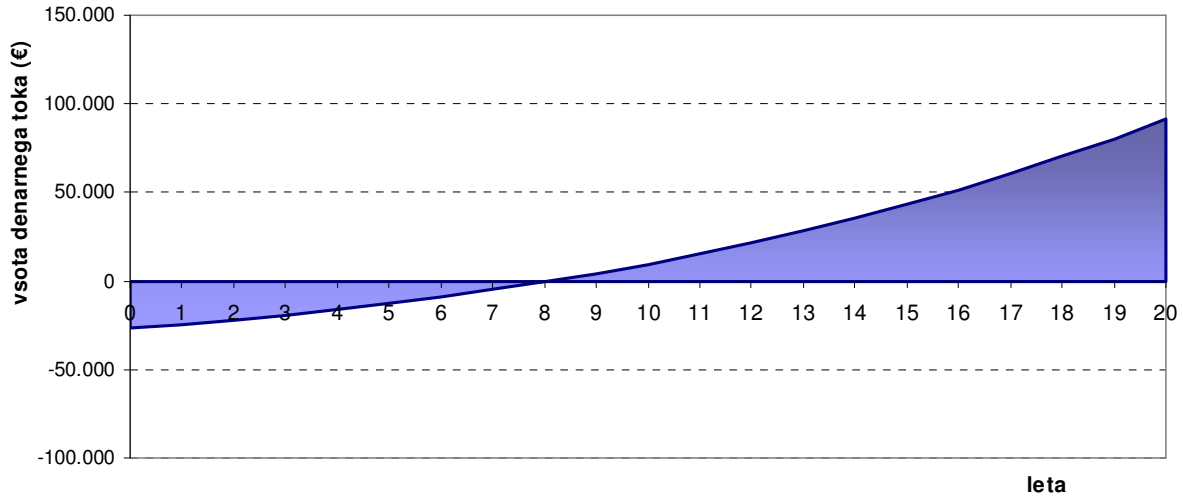
Absorpcijska hladilna naprava	35.000 EUR
Hladilni stolp	10.000 EUR
Sprejemniki sončne energije s konstrukcijo	60.000 EUR
Hranilniki toplote, prenosniki toplote, montaža…	35.000 EUR
Regulacijska enota, nadzorni sistem	5.000 EUR
Inženiring, zagon sistema	5.000 EUR
Vrednost z DDV	180.000 EUR

Pri izračunu vračilne dobe omenjene investicije smo upoštevali naslednje parametre:

- Obratovalni in vzdrževalni stroški sistema 1.000 EUR/leto
- Obrestna mera najema kredita 3,0 %
- Cena energije (elektrika, plin) 0,1 EUR/kWh
- Letna rast cen fosilnih goriv in el. energije 4,5 %

Ob upoštevanju navedenih parametrov v izračunu vračilne dobe investicije v solarni hladilni sistem znaša vračilna doba 38 let.

Vsekakor pa je pri omenjeni investiciji potrebno upoštevati, da bodo dejanski investicijski stroški nižji, zaradi 85 % sofinanciranja iz sredstev Kohezijskega sklada. V tem primeru znaša investicija le 27.000 EUR, vračilna doba te investicije pa 8 let.



Slika 16: Izračun vračilne dobe investicije v solarni hladilni sistem ob upoštevanju sofinanciranja iz sredstev Kohezijskega sklada

Pri oceni ekonomske upravičenosti vgradnje solarnega hladilnega sistema je smiselno izhajati iz predpostavke, da v izračunu vračilne dobe investicije upoštevamo le tisti del investicije, ki je dejansko posledica odločitve za solarni hladilni sistem. To pomeni, da pri investiciji ne upoštevamo stroške za vgradnjo solarnega sistema, v kolikor je ta že vgrajen ali, kot je to v konkretnem primeru Bolnišnice Kranj, je njegova vgradnja že predvidena za potrebe ogrevanja sanitarne vode. Strošek za vgradnjo solarnega ogrevalnega sistema je tedaj le razlika v ceni zaradi večje vgrajene površine SSE. Ravno tako je običajno investicija nižja za vrednost, ki jo predstavlja investicija v kompresorsko hladilno napravo, ki jo nadomesti solarni hladilni sistem. Ob upoštevanju navedenih predpostavk znaša vračilna doba investicije v solarni hladilni sistem v Bolnišnici Kranj manj kot 5 let.

7 Zaključki

Študija je nedvomno pokazala, da je izvedba solarnega hladilnega sistema smiselna, v kolikor bo projekt dejansko sofinanciran s sredstvi Kohezijskega sklada. S solarnim hladilnim sistemom lahko pokrijemo preko 90% potreb po hlajenju stavbe, privarčujemo do 4.000 m^3 plina in 5.000 kWh električne energije ter zmanjšamo emisije CO_2 za več kot 11 ton na leto.

Pred samo izvedbo sistema, bi bilo smiselno preveriti dejansko rabo tople sanitarne vode v Bolnišnici Kranj, z vgradnjo vodnega števca ali kalorimetra na dovod sanitarne vode, ki jo ogrevamo. Izmerjena poraba tople sanitarne vode bi nam omogočila ponovno optimiranje zasnove in delovanja solarnega ogrevalnega in solarnega hladilnega sistema.

Priloge

SOLAIR

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

Intelligent Energy Europe

Vprašalnik za

SOLARNO HLAJENJE STAVB

Namen tega vprašalnika je, da se pridobijo osnovne informacije, ki bodo služile pri načelni oceni izvedljivosti sistema solarnega hlajenja v vaši stavbi. Prosimo vas da zberete in nam posredujete čim več podatkov. V primeru, da želen podatek ni dostopen, vas prosimo, da podate vsaj približne, okvirne vrednosti.

0 Osebni podatki

0.1 Ta vprašalnik je izpolnil-a:

Ime in Priimek	**Aljoša Pajk**
Funkcija	**direktor**
Podjetje	**PSP d.o.o.**
Naslov	**Jeranova 12, Ljubljana**
Telefon	
Telefax	
e-mail	

0.2 Prosimo opišite razlog za izpolnjevanje tega vprašalnika:

Študija izvedljivosti solarnega hladilnega sistema Bolnišnice za ginekologijo in porodništvo Kranj

1 Stavba

1.1 Tip stavbe, ki bo klimatizirana (pisarniško poslopje, industrijska hala, šola, muzej, hotel,...)

Bolnišnica.....

.....

1.2 Starost stavbe: ..... let

1.3 Skupna površina tal prostorov, ki bodo klimatizirani: 3878 m^2

1.4 Parametri za načrtovanje klimatizacijskega sistema. Prosimo vpišite vrednosti.

	parameter	**enota**	**vrednost**
notranji zrak	temperatura	°C	26
	vlažnost	% rel. vlažnosti	50
	volumski pretok (svež zrak)	m^3/h	10.000
zunanji zrak	temperatura	°C	32
	vlažnost	% rel. vlažnosti	
statične hladilne obremenitve	razsvetljava	kW	14
	računalniki	kW	
	ljudje	kW (senzibilna)	12
	ostala oprema	kW	9
	solarni dobitki skozi okna	kW	80

1.5 Zasedenost stavbe:

Zasedenost :

Sezonsko zapiranje stavbe:

☒ ne

☐ da -> datumi:.....

Tedenska zasedenost:

☒ 7 dni

☐ zaprto čez vikend

☐ drugo: (prosimo navedite).....

1.6 Potrebna moč ogrevalnega sistema: 60 kW
pri temperaturi zunanjega zraka: -14 °C.

1.7 Potreba po sanitarni topli vodi: 3.000 l/dan,
temperature 60 °C.

1.8 Konstrukcijska izvedba stavbe: ☒ masivne konstrukcije

☐ srednje težke konstrukcije

☐ lahke gradbene konstrukcije

1.9 Drugi podatki o stavbi in rabi energije v njej (trenutni stroški energije/mesec ali na leto; raba primarne energije, delitev teh stroškov na različne področja rabe; ogrevanje, hlajenje, priprava sanitarne tople vode, drugo)

2 Meteorološki podatki (2.1 obvezno, 2.2 – 2.5 neobvezno)

2.1 Kraj:. Kranj

Zemljepisna dolžina: -21,7 °

Zemljepisna širina: 14,6 °

2.2 Temperatura okolice (°C).

Mesec	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Leto**
Min.													
Maks.													
Povprečna	-1,8	0,6	5,3	8,9	14,1	18,0	19,1	18,7	14,0	9,8	3,9	0,0	9,2

2.3 Vlažnost okoliškega zraka (% rel. vlažnost)

Mesec	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Leto**
Min.													
Maks.													
Povprečna	90	85	77	75	69	71	77	79	82	88	88	93	81

2.4 Vsota sončnega obsevanja na horizontalno ploskev (kWh)

Mesec	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Leto**
Globalno	36,0	59,5	91,1	130	175	180	173	142	103	61,1	30,2	24,3	1205
Difuzno													

2.5 Prosimo označite (x) vašo subjektivno oceno klimatskih razmer na lokaciji, kjer se nahaja stavba:

<u>temperatura →</u> vlažnost ↓	**visoka**	**zmerna**	**nizka**
visoka			
zmerna		**x**	
nizka			

3 Klimatizacijski sistem

3.1 Ali je v stavbi vgrajen klimatizacijski sistem? Če je, potem navedite podrobnosti (centralna enota, split sistem, zračni/vodni sistem, zmogljivost hladilnega agregata itn.):

3.2 Prosimo navedite želeni sistem klimatizacije:

☒ zračni sistem

Če da, ☒ klasično prezračevanje

☐ izpodrivno prezračevanje

☐ vodni sistem

Če da, ☐ konvektorji

☐ stropno hlajenje

☐ drugo, prosimo navedite: .....

☐ kombiniran sistem (zrak in voda). Če da, potem prosimo navedite podrobnosti v točkah 3.1 in 3.2.

4 Površine za sprejemnike sončne energije (SSE)

Prosimo navedite površine, ki so na voljo za postavitev polja SSE.

površina	**Naklonski kot (°)**	**orientacija (vzhod-jug-zahod-sever)**	**Prosta površina (m^2)**
Vodoravna streha			
Streha z naklonom	**15°**	**jug**	**500**
Fasada			

5 Površine namenjene strojnim instalacijam (kotlovnica)

Prosimo navedite površine, ki so na voljo za postavitev naprav za solarno hlajenje

☐ prosta površina v obstoječi kotlovnici

* površina: .....m² (d x š)

* višina stropa: 3,0 m

* oddaljenost od strehe (polja SSE): 20 m

☐ površina, na voljo za izgradnjo kotlovnice

* površina: ..... m² (d x š)

* povprečna oddaljenost od strehe (polja SSE): ..... m

6 Dodatno razpoložljivo gradivo

Prosimo vas, da izpolnjenemu vprašalniku priložite tudi razpoložljivo tehnično dokumentacijo ter fotografije.

SOLAIR finančno podpira Intelligent Energy Europe

Avtorji so v celoti odgovorni za vsebino vprašalnika. Stališča niso nujno enaka stališčem Evropske skupnosti. Evropska Komisija ni odgovorna za uporabo informacij iz tega vprašalnika.