

Avtomatizacija ogrevanja hiše

**Urban Petelin, Janez Matija, Matej Rajh, Hugo Tomada
Univerza v Mariboru, FERI, Smetanova 17, Maribor**

Automation of house heating

For our comfort, in our house we must take care of, because we spend a lot of time there. This is possible with modern heating systems with minimal expenses for energy and money, since these systems utilize solar and earth energy. Solar panels heat the water, which is then stored in the hopper. Similar to the system with solar collectors, the heat pumps use the earth energy. Induced collector under the surface allows us to extract energy from the earth to heat water which is draining through the heat pump in the hopper. Modern control allows automatic switching between systems. Since we have many temperature sensors we can review all temperatures and compare them. If the water temperature in the panels is less than in the hopper we don't use it because it's unreasonable. However, in these systems, we have more expenses in the investment, which are repaid over time of use.

Kratek pregled prispevka

Za udobje, v svojih bivalnih prostorih je potrebno poskrbeti, saj tam preživimo veliko časa. To nam omogočajo sodobni sistemi gretja z minimalnimi stroški porabe energije in denarja, ker pri teh sistemih izkoriščamo sončno in zemeljsko energijo. Sončna energija nam preko kolektorjev segreje vodo, ki jo prečrpavamo v zalogovnik. Podobno kot pri sistemu z sončnimi kolektorji, tako pri toplotni črpalki izkoriščamo energijo zemlje. Napeljan kolektor pod površjem zemlje nam omogoča črpanje energije iz zemlje za gretje vode, ki jo preko toplotne črpalke prečrpavamo v zalogovnik. Sodobna regulacija omogoča avtomatske preklope med sistemi. Ker imamo več temperaturnih senzorjev oziroma stikal omogoča pregled nad vsemi stanji temperatur sistema in omogoča njihovo primerjavo. Če je temperatura vode manjša v kolektorjih kot pa v zalogovniku je ne prečrpavamo, ker bi bilo to ne smiselno. Vendar pri teh sistemih imamo več stroškov pri investiciji, ki se nam čez čas povrnejo.

1 Uvod

Ogrevalni sistem zagotavlja primerne temperature v bivalnih in delovnih prostorih v obdobju nizkih zunanjih temperatur. Njegovo delovanje mora biti prilagojeno zunanjim pogojem in zahtevam uporabnikov prostorov, pri tem pa mora biti energijsko čim bolj učinkovito. Kar omogoča več sistemov gretja, kot so centralno gretje, kolektorski sistemi ali toplotne črpalke in kakovostna regulacija ogrevalnega sistema.

Od pravilne izbire opreme in vrste regulacije je v veliki meri odvisno, kako bo energijsko učinkovito obratovalo ogrevanje v stanovanjski hiši ali stanovanju. Že tako dobra toplotna zaščita objekta in sodobna izvedba kotla za centralno ogrevanje nedosežejo pravih učinkov, če potrebne toplote za ogrevanje ne moremo prilagoditi trenutnim potrebam v prostorih, kjer prebivamo.

Vendar če bi takemu sistemu dodali še kolektorje ali toplotno črpalko in pravilno izbran način regulacije med sistemi bi izboljšali izkoristek ogrevalnega sistema. S tem bi zagotavljali vzdrževanje bivalnega ugodja v prostorih in preprečevanje pregrevanja in s tem tudi zmanjšali toplotne izgube.

Saj nekdanje, zastarele, večinoma ročne načine regulacije v enostanovanjskih hišah, so v zadnjem času zamenjali sodobni, popolnoma avtomatski načini regulacije, ki poleg primernih pogojev bivanja zagotavljajo tudi opazne prihranke energije oz. avtomatski preklop med sistemi. Saj če nam kolektorji oz. sončne celice ne zagotavljajo več dovolj visok nivo gretja, nam regulacija omogoča avtomatski preklop na drugi sistem. Kot so na primer, toplotna črpalka ali centralno gretje.

Naše varčno ogrevanje omogoča, da se nakopičena energija Sonca v okolici - vodi, zemlji in zraku, z učinkovitim ogrevalnim sistemom prelije v stanovanje in ga ogreje tudi v najhujši zimi. Če izhajamo iz dejstva, da v hiši preživimo veliko svojega časa, potem je zelo pomembno, kako se v njej počutimo. Poglavitna naloga pri izvedbi sistema

ogrevanja je na eni strani zagotoviti mehko in zmerno občutenje toplote brez agresivne konvekcije in produkcijo ogrevalne energije z uporabo sončne energije. Naš sistem bo kombinacija talnega gretja ter toplotne črpalke, ki jorazbremenimo s sončnimi kolektorji. Celoten proces pridobivanja energije in gretja hiše se izvaja v zelo velikem zalogovniku.

2 Raziskava področja obstoječih sistemov

2.1 Toplotna črpalka

- Zrak/voda

Kot vir toplote uporablja okoliški zrak. Od vseh načinov je ta najcenejši, vendar deluje z dobrim izkoristkom samo do temperatur +5°C.

- Zemlja/voda

Vir toplote je zemlja okoli zgradbe, ki jo izrablja na dva načina:

- Z globinsko sondo - je najdražji način ampak tudi zelo učinkovit način, primeren za lokacije z zelo malo okoliškega prostora.

- Z zemeljskim kolektorjem – cenovno cenejša in prav tako zelo učinkovita rešitev, vendar pa moramo imeti na razpolago dosti veliko okoliškega prostora (2x površina ogrevalnega prostora)

- Voda/voda

Kot vir toplote uporablja podtalnico ali bližnje vodno zajetje. Podoben način kakor pri črpalkah z globinsko sondo.

2.2 Sončni kolektorji

Sončni kolektorji so ekonomičen in okolju prijazen način pridobivanja energije. Uporabljamo jih za segrevanje prostorov in sanitarne vode. Postaviti jih moramo namesta, kjer je na razpolago veliko sončnih ur, ter obrniti proti jugu.

Vrste kolektorjev:

- ravni kolektorji (najugodnejše razmerje med ceno in učinkovitostjo)

- vakuumski cevni
- vakuumski cevni z direktnim prenosom
- vakuumski heat-pipe kolektorji (najboljši izkoristek, vendar še vedno zelo dragi)

2.3 Peči na trdo in tekoče gorivo

- Kotel na biomaso (polena, pelete) – velika investicija, vendar cenejše gorivo
- Kotel na plin (zemeljski plin, utekočinjen naftni plin)- poceni peči, vendar je potrebno imeti priključek zemeljskega plina ali pa cisterno za hranjenje utekočinjenega naftnega plina. Stroški gretja so malenkost dražji kot pri peči na kurilno olje, odvisno od nihanja cen goriv.
- Kotel na kurilno olje – stroški gradnje so nekje vmes med vsemi. Cena nafte pa na žalost vsako leto raste.

2.4 Primerjava sistemov

Na prvi pogled je videti, da je cena toplotne črpalke višja od cene oljnega ali plinskega kotla za ogrevanje. Pri natančnejšem pregledu boste ugotovili, da so nabavni stroški sicer višji, vendar pri novogradnji odpadejo stroški za izdelavo prostora za skladiščenje energije, stroški za izvedbo dimnika, plinskega priključka, stroški zavarovanja in vzdrževanja, ki ga opravi dimnikar. Pri sanaciji pridobite dodaten prostor. Potrebno je vedeti tudi, da je življenjska doba toplotne črpalke daljša od peči na fosilna goriva ali biomaso.

V naslednjih dveh tabelah so izračunani približni stroški s posameznim sistemom, ter v koliko časa se stroški toplotne črpalke in kolektorjev povrnejo v primerjavi s sistemom na kurilno olje ali plin (UNP-utekočinjen naftni plin; ZP-zemeljski plin) in na trda goriva. Vse cene so poiskane na internetu in so zgolj informativne narave, da se pokaže približna razlika med posameznimi sistemi.

| | moč [kW] | cena (cca.) |
|---|----------|-------------|
| TČ (zemlja/voda) - TČ SV 6/7 E1 (termotehnika) - grelno število 4,3 | 7,00 | 4.000,00 |
| zemeljski vodoravni kolektor (300m), zagon, dostava, nastavitve | | 6.000,00 |
| Subvencija EKO sklad | | -2.000,00 |
| | | 8.000,00 |
| 2 vakuumski kolektorja Ritter Solar CPC 18 OEM (6,8 m2) | | |
| raztezna posoda, solarni medij, povezovalne cevi | | 4.500,00 |
| regulacija ogrevanja | | -1.360,00 |
| Subvencija EKO sklad (200€/m2) | | 3.140,00 |
| | | |
| Kotel na olje (FERROLI SIRIUS 1) | 24,00 | 900,00 |
| Kotel na plin (VAILLANT VUW SOE 200-5 H) | 7,7-20 | 1.300,00 |
| Kotel na polena (ATMOS DC 25S) | 25,00 | 2.000,00 |
| Kotel na pelete (Biomatik 26/6P VHU) | 24,00 | 3.100,00 |
| ostali stroški za plin in olje | | 2.000,00 |

Slika 1: Približen prikaz investicije za posamezen sistem

Stroški obratovanja so izračunani na dobo 15let, zraven je vključena tudi začetna investicija. TČ dan (dnevna tarifa elektrike), TČ noč (nočna tarifa elektrike). Kot vidimo če bi toplotna črpalka grela zalogovnik ponoči se stroški gretja razpolovijo.

| Stroški obratovanja | 15,00 let |
|---------------------|-------------|
| TČ dan | 13.826,12 € |
| TČ noč | 10.936,33 € |
| Kolektor | 3.226,77 € |
| Kotel na olje | 31.224,50 € |
| Zemeljski plin | 33.198,00 € |
| UNP | 33.000,00 € |
| Polena | 14.600,00 € |
| Peleti | 19.300,00 € |
| Peleti | 0,22 €/kg |

Slika 3: Stroški s posameznim sistemom v dobi 15 let, skupaj z investicijo.

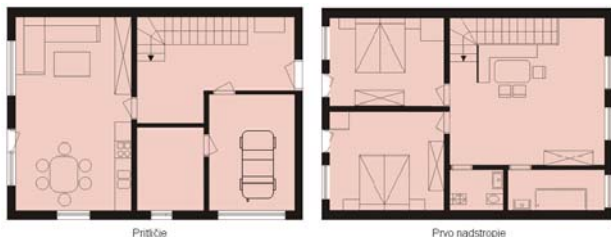
| Povrnitev stroškov | let |
|----------------------|-------|
| x--y (x proti y) | |
| TČ -- K(olje) | 8,73 |
| Kolektor-- K(olje) | 1,80 |
| TČ+Kolektor--K(olje) | 12,97 |
| TČ -- Zem. Plin | 7,91 |
| TČ -- UNP | 7,98 |
| TČ+Kolektor--K(ZP) | 11,87 |
| TČ+Kolektor--K(UNP) | 11,97 |
| TČ -- polena | 31,00 |
| TČ -- peleti | 18,65 |

Slika 4: Izračun povrnitve stroškov

3 Izvedba našega sistema

Za primer smo si izbrali nizko energijsko hišo, z ogrevalno površino $OP=200\text{ m}^2$. Specifična poraba energije Q_s za nizko energijsko hišo je 25 W/m^2 . Po priporočilih smo z temi podatki lahko izračunali potrebno toplotno moč ogrevalne naprave Q .

$$Q = OP * Q_s = 200 * 25 = 5\text{ kW}$$



Slika 5: Tloris hiše

Z tem podatkom smo lahko izbrali toplotno črpalko. Po priporočilih, naj bi bil zalogovnik toplote velik vsaj 30 l na 1 kW toplotne moči vira. Torej v našem primeru vsaj 150 l. Odločili smo se za 500 l zalogovnik, saj ni nič narobe če je večji, saj lahko shranimo več energije. Za segrevanje 500 l vode z toplotno črpalko iz 30°C na 90°C je potrebno približno 32 kW toplotne moči, torej bi potrebovali malo več kot 6 ur, da bi vodo segreti na to temperaturo. Za segrevanje sanitarne vode poleti, in ogrevanje pomladi in pozimi smo v sistem vključili sončne kolektorje, ki bi nam kot vir toplote lahko služili $\frac{3}{4}$ leta.

Prav tako je bilo potrebno upoštevati potrebo po sanitarni vodi. Povprečno porabi oseba 40 l tople vode na dan. V primeru štiri članske družine je to 160 l. Za izračun, koliko energije je potrebno za segretje te vode smo izbrali porabo $V=200\text{ l}$. Energija, ki je potrebna za segretje 1 l vode za 1°C je 1 kcal oz. 0,00116 kWh. Energija, potrebna za segretje 1 l vode z 10°C (hladna vodovodna voda) na 50°C (temperatura tople vode) torej znaša $Q_l=0,0464\text{ kWh/liter}$ vode.

Energija, potrebna za celodnevno oskrbo 4 članske družine z sanitarno vodo je $Q_v = 9,28\text{ kW/dan}$.

$$Q_v = V * Q_l = 200 * 0,0464 = 9,28\text{ kW}$$

Zalogovnik bi to temperaturo zagotovo vzdrževal čez cel dan, saj se bi ta potrebna energija porazdelila čez cel dan.

Pri izbiri sončnega kolektorja je bilo potrebno upoštevati moč, ki jo zagotovi kvadratni meter površine sončnega kolektorja, ki znaša $Q = 0,13\text{ kW/m}^2$. V našem primeru imamo $6,8\text{ m}^2$ površine, kar znaša:

$$Q_{sk} = Q * S_{sk} * 24 = 0,13 * 6,8 * 24 = 21,22\text{ kW/dan}$$

Za segrevanje 500l vode za 1°C porabimo 0,58 kWh energije. Na dan imamo iz sončnega kolektorja na razpolago 21,22 kW toplotne energije.

$$dT = \frac{Q_{sk}}{0,58} = 36,58^\circ\text{C}$$

To pomeni, da bi v enem dnevu lahko segreti vodo v zalogovniku iz 30°C na skoraj 67°C .

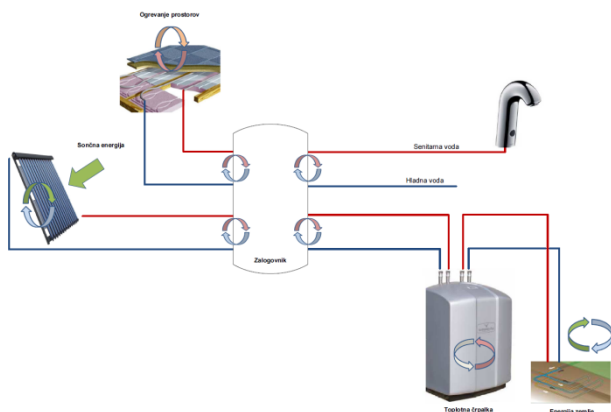
Za naš primer smo izbrali naslednje sisteme:

- Toplotna črpalka TČ SV 6/7 E1, toplotna moč 6,3-7 kW
- 2 vakuumski kolektorja Ritter Solar CPC 18 OEM (6,8 m²)
- Sistem talnega ogrevanja 200 m²
- Zalogovnik 500l po naročilu (tri toplotne izmenjevalce za kolektorje, en toplotni izmenjevalec za sanitarno vodo, tirje priklopi za toplotno črpalko povratni vod, en priklop za toplotno črpalko dovodni vod, ter dva priklopa za talno gretje)

3.1 Energijska shema

Kot vir toplote smo uporabili sončne kolektorje in toplotno črpalko. Sončni kolektor pretvori energijo sonca v toplotno energijo, ki se preko toplotnega izmenjevalca izmenja z vodo v zalogovniku (voda v zalogovniku in voda v ceveh sončnega kolektorja morata biti ločeni zaradi primesi vode v kolektoru). Energija zemlje se z toplotno črpalko pretvori v toplotno energijo. Ta energija se izmenja v zalogovniku. Iz zalogovnika črpamo vodo za talno gretje, ta toplotna energija se izmenja v prostoru. Hladnejša voda se vrne v zalogovnik in nato

segreje. Prav tako se v zalogovniku segreje sanitarna voda. V zalogovnik priteka hladna voda, ki se skozi toplotni izmenjevalec segreje (sanitarna voda mora biti ločena od vode v zalogovniku).



Slika 6: Energijska shema sistema.

3.2 Regulacija posameznih sistemov

Segrevanje vode zalogovnika z sončnimi kolektorji

Črpalka Č1 zagotavlja stalni pretok vode. Temperaturno tipalo TT4 meri temperaturo vode na kolektorju. V primeru da je višja od temperature zalogovnika se vklopi črpalka Č1. Glede na temperaturo se odpre pripadajoči ventil. V zalogovniku je najnižja temperatura na dnu, najvišja pa na vrhu. Zaradi tega razloga so v zalogovniku nameščena tri temperaturna tipala. Pogram v krmilniku primerja posamezne temperature, in odpre posamezni ventil. V primeru da je temperatura na kolektorju višja kot temperatura na najvišjem tipalu TT1 (najtoplejša voda), se odpre ventil V1. Če je temperatura na kolektorju manjša od temperature na vrhu zalogovnika in višja od temperature na sredini zalogovnika (TT2) se odpre ventil V2. Če je temperatura nižja od temperature na sredini se odpre ventil V3 in greje vodo na dnu. S tem sistemom zagotavljamo najmanjše izgube v zalogovniku.

Segrevanje vode zalogovnika z toplotno črpalko

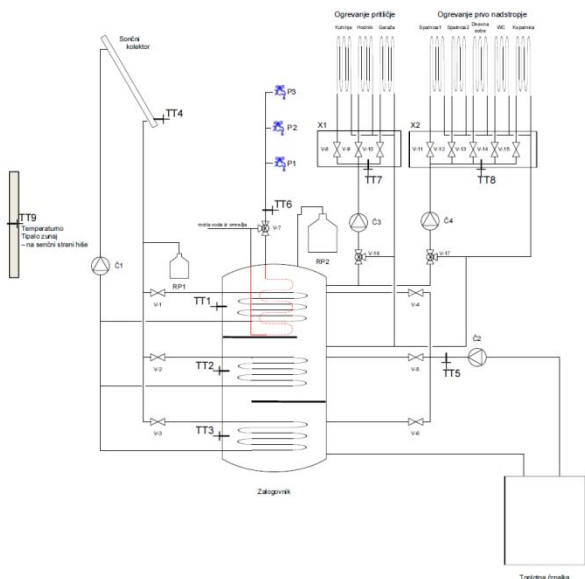
Podobno kot pri sistemu z sončnimi kolektorji, prav tako pri toplotni črpalki nastavljammo kateri predel zalogovnika grejemo. V ta namen imamo ventile V4, V5 in V6. Stalni pretok vode zagotavlja črpalka Č2.

Odvzem sanitarne vode

Odvzem sanitarne vode je zagotovljen na vrhu zalogovnika, kjer je najtoplejša voda. Mrzla voda priteka v toplotni izmenjevalec v zalogovniku, kjer se voda segreje. Na izhodu mešalnega ventila V-7 merimo temperaturo tople vode z temperaturnim tipalom TT9. Da voda ni prevroča, ji z mešalnim ventilom primešavamo mrzlo vodo, da zagotavljamo neko konstantno temperaturo vode. S tem prav tako zmanjšamo izgube v zalogovniku, saj v zalogovnik priteče manj mrzle vode.

Krmilni krog ogrevanja prostorov

Za ogrevanje prostorov smo izbrali talno gretje. Iz zdravstvenih razlogov je potrebno temperaturo tal omejiti na 30°C. Ker želimo imeti kontrolo nad temperaturo v vsakem prostoru, potrebujemo za ta namen v vsaki sobi termostat, s katerim nastavimo željeno temperaturo, in merimo dejansko (temperaturna tipala TT10 – TT17). V zbiralkah za talno gretje v vsakem nadstropju so nameščeni on/off ventili (V-8 – V-15), s katerimi reguliramo temperaturo talnega gretja. Črpalke Č3 in Č4 nam zagotavljata pretok vode. Z mešalnima ventiloma V-16 in V-17 posebej reguliramo temperaturo talnega gretja za vsako nadstropje. Če je temperatura povratnega voda dovolj visoka, to vodo primešavamo topli iz zalogovnika.



Slika 7: Strojna avtomatizacijska shema.

3.3 Režimi delovanja sistema

V sistem bomo vključili več režimov delovanja, da lahko čimbolj ekonomično nadziramo ogrevanje. Imeli bi nočni, ter dnevni režim za zimsko obdobje. Ker je električna energija ponoči znatno cenejša, bi takrat polnili zalogovnik z energijo, ki bi jo potem čez dan porabljali za ogrevanje ter sanitarno vodo. Ogrevanje čez noč bi bilo tudi manjše, temperature prostorov bi bile okoli 18 °C, čez dan pa bi ogrevali na 20-22 °C. Prav tako bi lahko zalogovnik v toplejših zimskih dneh dogrevali z sončnimi kolektorji. Ko bi se temperature dvignile, bi lahko ogrevali zalogovnik z samo sončnimi kolektorji, tako da toplotna črpalka nebi obratovala nekje 3/4 leta, kar bi se zelo poznalo na stroških električne energije. Poleti ko bi bilo vroče bi lahko izkoristili toplotno črpalko za hlajenje. Potrebno bi bilo samo preklopiti napeljavo na klimatski sistem.

3.4 Krmilje in uporabniški vmesnik

Zaradi lažjega nadzora nad sistemom smo vse sisteme povezali v eno samostojno enoto. Kot krmilnik smo izbrali CPU Siemens serije 1200 CPU 1214C. Ker želimo v vsakem prostoru nastavljanje, smo v sistem vključili termostate TR60 RS-485, ki imajo možnost RS485 komunikacije.

CPU Siemens serije 1200 CPU 1214C

- Napajanje 24 VDC
- DI 14x24 V DC
- DQ 10xRLY 30 V DC/250 V AC 2 A
- AI 2x10 Bit 0–10 V DC

Ker imamo veliko število ventilov in mešalnih ventilov, smo morali krmilniku dodati dodatno digitalno izhodno kartico SM 1222 DC:

- Napajanje 24 VDC
- DQ 16x24 VDC 0.5 A

Za merjenje posameznih temperatur v sistemu bomo uporabili Pt1000 temperaturne sonde proizvajalca Seltron. Uporabili bomo naslednje tipe temperaturnih tipal:

- Temperaturno zunanje tipalo AF/Pt za merjenje zunanje temperature
- Potopno tipalo Seltron VF2 Pt40 l=40mm 1/4" /7 za merjenje temperature v zalogovniku in tolih vejah sistema
- Tipalo potopno Seltron - TF/Pt 5m za merjenje temperature na kolektorju

Za priključitev teh tipal smo krmilniku, ki ima samo dva analogna vhoda dodali še dva analogno vhodna/izhodna modula SM 1234 AI/AQ:

- Napajanje 24 V DC
- AI 4x13 Bit ±10 V DC / 0–20 mA
- AQ 2x14 Bit ±10 V DC / 0–20 mA

Kot uporabniški vmesnik bo v kurilnici nameščen operacijski panel Siemens SIMATIC MP 177 6" TOUCH. Na njem bo možno upravljati celoten sistem - nastavljanje vse temperature prostorov, nastavitve parametrov regulatorjev, ročno ter avtomatsko delovanje. Omogočena bo tudi povezava krmilnika na Ethernet, kar nam omogoča dostop do našega sistema povsod kjer je omogočen dostop do internetnega omrežja.

4 Pregled stroškov

Stroški ogrevalnih sistemov z zalogovnikom (15.500 €), talno gretje (6.400 €), regulacijski material (3.659 €), tako pridejo stroški skupaj približno 25.559 €. Če upoštevamo subvencijo za kolektorje in toplotno črpalko (3.360 €) se stroški spustijo na 22.199 €. Cene del in stroški izkopa kolektorja so že zajeti v ceno, prav tako je v ceni vključena priključitev in vezava toplotne črpalke in kolektorjev.

Da pa imamo boljši občutek samo o stroških avtomatizacije in izdelave kolektorjev v povezavi z toplotno črpalko pa lahko upoštevamo ceno brez talnega gretja, ki znaša 15.699 €.

Primerjava našega sistema z sistemom na olje:

Če upoštevamo celotno ceno z stroški avtomatizacije in upoštevamo da bi imeli v primeru sistema na olje enako regulacijo:

Investicija 1 : Naš sistem : 15.699 €

Stroški 1 : Stroški ogrevanja letno: 200 €

Investicija 2 : Sistem na olje z enako regulacijo ogrevanja: 9.570 €

Stroški 2 : Stroški ogrevanja letno: 1888 €

Povrnitev stroškov:

$$\text{št. let} = \frac{2 * \text{investicija 1} - \text{investicija 2}}{\text{stroški 2} - \text{stroški 1}} = 12,85 \text{ let}$$

Ker so cene poiskane pri različnih trgovinah in forumih na internetu so vse cene informativne narave in je to le približna ocena vseh stroškov.

5 Zaključek

Iz prejšnjih izračunov vidimo da je investicija v gradnjo ogrevalnega sistema s toplotno črpalko v povezavi s kolektorji kar velika, vendar pa se nam to v veliki meri obrestuje že čez nekaj let saj so stroški ogrevanja izdatno nižji kot pri ogrevanju na olje ali plin. Ampak če zraven ostalih peči upoštevamo stroške gradnje kurilnice in dimnika, katera v našem sistemu nista potrebna,

se cene stroškov lahko zelo približajo. Stroške izgradnje našega sistema nam še nekoliko olajša EKO sklad ki nudi subvencije na obnovljive vire energije in bi tako bil sistem za našo denarnico lažji za približno 3300€, kar pa je relativno veliko. Po naših izračunih bi se sistem glede na ostale povrnil v približno 12 letih, življenjske dobe kolektorjev in toplotnih črpalk so pa vsaj 20 let. Tako smo označili naš projekt kot dobra investicija.

Več kot polovico leta bi uporabljali samo kolektorje saj bi le ti bili sami zmožni za pripravo tople sanitarne vode, tako bi bili stroški minimalni. Med zimo pa bi na pomoč priskočila toplotna črpalka ali pa bi le ta delovala sama. Ker nam 500l zalogovnik zagotavlja energijo čez cel dan, bi TČ večino časa ali pa zmeraj delovala ponoči in bi tako še dodatno prihranili pri stroških ogrevanja za skoraj polovico.

Veliko investicijo nam pomeni tudi nakup vseh potrebnih komponent za avtomatizacijo in komunikacijo med sistemom in uporabnikom. Tukaj je povsem odvisno od uporabnika kakšen sistem želi. Mi smo izbrali termostat za nastavljanje temperature v vsaki sobi kar nam pripomore k večjemu udobju. Za boljšo komunikacijo sistema pa imamo ekran na dotik na katerem bi bila SCADA in bi lahko uporabnik enostavno upravljal z vsemi spremenljivkami sistema.

6 Literatura

- [1] http://eshop.technoline.cz/stahuj/part_number_S7_1200_en.pdf
- [2] <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT133.htm>
- [3] http://www.termotecnika.com/nasveti_priporocila_tc.php
- [4] http://www.vitaterm.si/Izracuni_priporocila.html
- [5] https://securedb.fsec.ucf.edu/src/collector_search?action=SEARCH&id=64&Itemid=76
- [6] http://www.zeussolar.si/toplotna_crpalka_ogrevalni_sistem.htm
- [7] http://www.zeussolar.si/soncni_kolektorji.htm
- [8] http://www.zeussolar.si/toplotne_crpalko.htm
- [9] http://www.etiks.si/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=76
- [10] http://www.termotecnika.com/primerjava_strokov_ogrevanja.php
- [11] http://www.ekosen.si/primerjava_sistemov_ogrevanja.php
- [12] http://www.geosonda.com/primerjava_sistemov_ogrevanja.php?rubrika=stranke
- [13] <http://www.ekovit.si/Ceniki/PaketniCenik.pdf>