

I. Gimnazija v Celju

**IZBIRA OBNOVLJIVEGA VIRA ZA OGREVANJE  
STANOVANJSKEGA OBJEKTA**

**AVTOR:**

Domen Kanduti, 1. A

**MENTORJA:**

Goran Kosem, prof. fizike

Damijan Kanduti, univ. dipl. inž. stroj.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2008

## 1. POVZETEK / SUMMARY

Rastoče cene energentov, zelo hiter razvoj ogrevalnih sistemov v smeri varčnega delovanja, onesnaževanje okolja in posledično spreminjanje podnebnih sprememb, me je vzpodbudilo k poglobljenemu razmišljanju o izbiri alternativnega vira za ogrevanje stanovanjske hiše. V nalogi je podan pristop iskanja rešitev zamenjave ogrevalnega sistema na konvencionalni vir z ogrevalnim sistemom na alternativni vir. Pristop je vsestransko uporaben za tiste stanovanjske in poslovne objekte, ki že imajo vgrajen sistem konvencionalnega ogrevanja in razmišljajo o sodobnejših in okolju prijaznejših ogrevalnih sistemih kakor tudi za novogradnje. Raziskovalna naloga za obstoječi stanovanjski objekt podaja konkretno rešitev, ki je podkrepljena z določenimi meritvami in pozitivnimi učinki predvidenega alternativnega vira. Podana rešitev poleg pozitivnega odnosa do okolja in vpliva ogrevalnih sistemov objektov na trajnostni razvoj, nakazuje tudi velike letne prihranke obratovanja izbranega ogrevalnega sistema.

# KAZALO

1. POVZETEK / SUMMARY .....	2
KAZALO.....	3
2.0 UVOD.....	4
2. ALTERNATIVNI VIRI ENERGIJE.....	5
2.1. SONČNA ENERGIJA.....	6
2.1.1. Pasivno izkoriščanje sončne energije - pasivne hiše .....	7
2.1.2. Aktivno izkoriščanje sončne energije - aktivne hiše .....	8
2.2. BIOMASA.....	9
2.3. GEOTRMALNA ENERGIJA .....	11
2.3.1. Geosonda .....	12
2.3.2. Zemeljski kolektor .....	13
2.3.3. Podtalnica kot vir toplote.....	14
2.3.4. Zrak kot vir toplote .....	15
3. OPIS STANOVANJSKEGA OBJEKTA.....	17
3.1. SPLOŠNI PODATKI OBJEKTA.....	17
3.2. TOPLOTNE IN DIFUZIJSKE KARAKTERISTIKE OBJEKTA.....	18
3.2.1. Zunanji zid.....	18
3.2.2. Predelni zid ( notranje predelne in nosilne stene) .....	18
3.2.3. Plavajoči estrih .....	19
3.2.4. Strešna konstrukcija.....	20
3.2.5. Zunanja stena proti terenu .....	20
3.2.6. Steklene površine.....	20
3.3. IZKAZ TOPLOTNIH KARAKTERISTIK OBJEKTA.....	20
3.4. KLASIČNI SISTEM OGREVANJA .....	21
4. ALTERNATIVNI VIR OGREVANJA.....	22
4.1. IZBOR TOPLOTNE ČRPALKE .....	23
4.2. HIDROGEOLOŠKO OSNOVE IN OSNOVE ZA IZDELAVO VRTINE .....	25
4.3. MERITVE NIVOJA PODTALNICE IN TEMPERATURE .....	26
4.4. KAKOVOST VODNEGA VIRA IN ODVZEM VODE .....	27
5. UČINKI NOVEGA SISTEMA OGREVANJA .....	27
6. ZAKLJUČEK.....	30
7. VIRI IN LITERATURA.....	31

## **2.0 UVOD**

Rastoče cene energentov, zelo hiter razvoj ogrevalnih sistemov v smeri varčnega delovanja, pomeni, da bo potrebno vse bolj razmišljati o prenovi ogrevalnega sistema in zamenjavi kotla, čeprav se njegove življenjska doba še ni iztekla.

## 2. ALTERNATIVNI VIRI ENERGIJE

Večina energije, ki jo uporabljamo danes, izvira iz fosilnih goriv, kot so premog, nafta in naravni plini in so nastala pred milijoni let iz izumrlih rastlin in živali. Nahajajo se globoko v zemljini notranjosti. Fosilna goriva nastajajo tudi danes, zaradi podzemne vročine in pritiska a jih zaradi hitrejšega trošenja, ko je obnavljanje štejemo pod neobnovljive vire, ki jih bomo čez čas iztrošili. To pa ni edina negativna lastnost fosilnih goriv. Kurjenje teh virov namreč povzroča onesnaženost in emisije CO<sub>2</sub> in ima druge negativne okoljske, ekonomske in socialne učinka. Ko pri proizvodnji energije razmišljamo o ublažitvi teh učinkov govorimo o drugih virih, katerih posebnost je njihova stalnost. Pravimo jim obnovljivi oz. alternativni viri energije, saj se v naravi obnavljajo, njihovo trajanje pa je za časovna merila človeštva praktično neomejeno. Čeprav med njimi prevladuje energija sonca pa to ni edini naravni vir.

Obnovljive vire tako glede na izvor delimo na:

- **sončno sevanje**, ki ga oddaja Sonce in ga lahko spremenimo v toploto ali elektriko, v naravi pa povzroča nastanek vetra, valov, vodne energije in biomase,
- **težnostno silo** Lune in Sonca skupaj s kinetično energijo Zemlje povzroča periodično nastajanje plime in oseke in
- **toploto**, ki iz notranjosti Zemlje, kjer nastaja z radioaktivnim razpadom snovi v jedru, prehaja proti površju in jo imenujemo geotermalna energija.

Obnovljive vire z napravami pretvorimo v druge oblike energije, ki jih potrebujemo v vsakdanjem življenju - toploto, svetlobo, električno energijo, mehansko delo in podobno.

Sončno sevanje lahko spremenimo v toploto za ogrevanje stavb s pasivnimi solarnimi sistemi, to je z elementi, ki so integrirani v konstrukcijski ovoj stavbe. Najbolj poznani elementi so okna, sončni zidovi in steklenjaki. Razviti so tudi aktivnimi solarnimi sistemi. To so naprave, ki s sprejemniki sončne energije absorbirajo sončno obsevanje, in ga v obliki toplote oddajo krožeči tekočini. Običajno se razpoložljiva energija sončnega obsevanja časovno ne pokriva s potrošnjo zato se pridobljena toplota shranjujemo v hranilnike toplote.

Biomasa je trenutno najbolj izkoriščani obnovljivi vir. Sodobna uporaba biomase pa vključuje poleg sežiga v prilagojenih napravah tudi uplinjanje in izdelavo tekočih goriv na primer etanola, metanola in biodiesla. Biomasa je sicer obnovljiv vir, vendar je poraba v mnogih nerazvitih deželah, kjer je les osnovni vir energije tako velika, da je že trajno prizadeta narava in so tako tudi že ogrožena življenja ljudi.

Proizvodnja procesne toplote in elektrike iz sončnega sevanja je mogoča le z visoko koncentracijo sončnega sevanja. Za to uporabljamo velika in optično kvalitetna, a draga zrcala. Teoretično lahko dosežemo temperaturo, ki je enaka temperaturi površine Sonca (~5780K). Električno energijo lahko brez toplotne pretvorbe sončnega obsevanja proizvajamo s sončnimi celicami. To so polprevodniške naprave najpogosteje narejene iz silicija. Uvrščamo jih med najprimernejše tehnologije za oskrbo manjših naprav v oddaljenih in neelektrificiranih krajih. Zaradi povečevanja učinkovitosti in zniževanja cene pa sončne celice vse bolj uporabljamo tudi v urbaniziranih naseljih in stavbah tako, da oddajajo električno energijo v javno omrežje.

Električno energijo lahko proizvajamo še z dvema obnovljivima viroma, ki sta posledica sončnega obsevanja:

- z napravami, ki pretvarjajo kinetično energijo vetra in jih imenujemo vetrnice ter
- z vodnimi elektrarnami, ki izkoriščajo kroženje vode v naravi.

Čeprav vse vodne elektrarne izkoriščajo ta obnovljiv vir, pa velja dogovor, da pri oceni rabe obnovljivih virov upoštevamo le elektrarne manjših moči (do ~ 100 kW). Imenujemo jih male vodne elektrarne.

Tudi oceani so veliki hranilniki energije v obliki toplote, potencialne in kinetične energije valov in bibavice. Potencialno in kinetično energijo valov pretvorimo v električno energijo z različnimi pnevmatskimi in mehanskimi napravami, energijo bibavice pa z pretočnimi vodnimi elektrarnami z zbiralnim jezerom, ki se napolni ob plimi. Toplota je v oceanih shranjena na dveh temperaturnih nivojih - v od sonca segretem površinskem sloju (globokem do 100m) in v hladnem v večjih globinah; ta naravni pojav lahko izkoristimo v oceanskih toplotnih elektrarnah.

Toploto, ki nastaja in je shranjena v notranjosti Zemlje imenujemo geotermalna energija; izkoriščamo jo lahko neposredno z zajemom pare ali vroče vode, ki iz naravnih vrelic ali izdelanih vrtin prihaja na površje ali tako, da hladimo segrete kamenine globoko pod površjem; geotermalno energijo lahko uporabljamo v prilagojenih geotermalnih toplotnih elektrarnah ali z njo ogrevamo naselja, rastlinjake, zdravilišča,...

Pogosto med tehnologije, ki uporabljajo obnovljive vire energije uvrščajo tudi energetske izrabo industrijskih in komunalnih odpadkov ter tehnologije za uporabo vodika, saj z njimi nadomeščamo fosilna goriva.

## **2.1. SONČNA ENERGIJA**

Predstavljajo jo elektromagnetna valovanja, ki dnevno prehajajo na zemljo (približno 47% te energije predstavlja svetloba, 46% infrardeče sevanje in 7% ultravijolični (UV) žarki). Zaradi tega lahko sonce poimenujemo tudi kot večni jedrski reaktor ( slika1). To energijo lahko izkoriščamo posredno ali neposredno. Kadar toploto žarkov izkoriščamo s sončnimi kolektorji in sončnimi celicami govorimo o neposrednem izkoriščanju, o posrednem pa kadar s toplotnimi črpalkami. Sončni kolektorji, povezani z akumulatorji in opremljeni s primerno regulacijo so sestavni deli načina ogrevanja objekta ali sanitarne vode s pomočjo sončne energije, ki je 15.000 krat večja od energije, ki jo predstavljajo človeške potrebe. To je energija, ki se obnavlja, ne onesnažuje okolja in je hkrati brezplačna. Zato, mora biti cilj izkoriščati to energijo v največjem možnem obsegu.

Sončno energijo lahko za ogrevanje izkoriščamo na dva načina:

- pasivnimi solarnimi zgradbami in
- aktivno, s sončnimi kolektorji in sončnimi celicami.

Prednosti izkoriščanja sončne energije:

- izkoriščanje ne onesnažuje okolja,
- proizvodnja in poraba sta na istem mestu in
- brezplačnost in neomejenost vira.

Slabosti izkoriščanja sončne energije:

- težave pri izkoriščanju sončne energije zaradi različnega sončnega obsevanja lokacij in
- dnevno omejeno izkoriščanje;



Slika 1: Sonce, večni jedrski reaktor.

### 2.1.1. Pasivno izkoriščanje sončne energije - pasivne hiše

Pasivno izkoriščanje ima pomembno vlogo pri današnjih zgradbah. Izkoriščanje energije običajno poteka preko zidov, oken (slika 2), tal in strehe z dodajanjem elementov in površin s katerimi reguliramo ogrevanje, ki ga povzročajo sončni žarki. Za hlajenje pri tem načinu pa ponavadi uporabimo senčila, s katerimi zmanjšamo vpliv žarkov ali pa ventilacijo. Pasivno ogrevanje deluje na naslednji način. Sončna energija pri prehodu skozi okna zadane ob določene predmete (tla, zidove, okna...) v katere se absorbira in pretvori v toploto.



Slika 2: Pasivno izkoriščanje sončne energije preko oken.

Maksimalne toplote izgube pri pasivni hiši (PH) znašajo glede na nizkoenergijske standarde (transmisijske + prezračevalne)  $10 \text{ W/m}^2$ . Vendar pa transmisijske izgube predstavljajo le del izgub, ki jih zmanjšamo s povečanjem izolacije. Na sliki 3 je prikazan termografski posnetek toplote pasivne hiše (na desni) v primerjavi z navadno hišo (na levi).



Slika 3: Termografski posnetek pasivne hiše.

Drugi del izgub pa predstavlja prezračevanje. Da zmanjšamo te izgube je potrebno izrabiti toplotno energijo, ki jo vsebuje že segreti zrak v prostoru, katerega moramo zaradi izrabljenosti odvajati. Z realizacijo kontroliranega prezračevanja dovajamo v prostor sveži zrak, ki ga pred vstopom v bivalni prostor segrejemo s toploto izrabljenega zraka in ga nato segretega dovajamo nazaj v prostor. Že ohlajen izrabljen zrak pa odvajamo iz objekta. Enodružinska hiša stanovanjske ogrevalne površine  $100 \text{ m}^2$  potrebuje toplotni vir moči le  $1 \text{ kW}$ . To pomeni, da klasična kotlovnica za tako malo toplotno moč ni več potrebna. Pasivne hiše imajo posebno arhitekturo, ki v čim večji meri omogoča izkoriščanje sončne energije za ogrevanje v zimskem času. Z uporabo solarne energije (SSE) lahko pokrijemo 40 do 60% potreb po energiji za pripravo tople sanitarne vode. Toplotno črpalko zrak/voda ali zemlja/voda koristimo za ogrevanje in prezračevanje. Vgradnja toplotne črpalke pa poleg ogrevanja omogoča tudi hlajenje prostorov predvsem v letnem času.

### 2.1.2. Aktivno izkoriščanje sončne energije - aktivne hiše

Kadar pa pasivni hiši dodamo nek stalen vir ogrevanja, običajno sistem solarne energije (SSE) ali toplotna črpalka; pa govorimo o aktivni solarni hiši. Ogrevalni sistem aktivne hiše prikazuje slika 5.

Sončni kolektor zbira sončno energijo (sončno sevanje) in prenašajo prejeta energijo na prenosni medij. Prikazan je na sliki 4. Prenosni medij je običajno voda ali mešanica vode in sredstva proti zmrzovanju. S cevno povezavo so povezani na sprejemnik oziroma hranilnik toplote. Najpogosteje jih uporabljamo za segrevanje sanitarne vode, kjer je potrebna površina kolektorja na osebo, ki dnevno porabi cca 50 litrov tople vode, približno  $1.5 \text{ m}^2$ . Kadar je zbiralnik toplote na nižjem mestu kot so sončni kolektorji je potrebna prisilna cirkulacija s obtočno črpalko.



Slika 4: Sončni kolektor.



Pri postavitvi sončnih kolektorjev moramo upoštevati namen njihove uporabe: ogrevanje sanitarne vode ali ogrevanje objekta. Ogrevanje sanitarne vode je potrebno vse leto, medtem ko je ogrevanje objekta potrebno predvsem v jesenskih, zimskih in spomladanskih mesecih.



Slika 5: Ogrevalni sistem aktivne hiše.

Glede na namen uporabe pa moramo določimo tudi usmeritev in kot postavitve kolektorjev. Nagibni kot sončnih kolektorjev glede na površino zemlje je pomemben za najvišji možni sprejem energije. Optimalni nagibni kot je odvisen od časa koriščenja kolektorjev, ker se položaj sonca preko leta spreminja. Za Slovenijo je, glede na čas koriščenja, nagibni kot med 35-45° idealen kompromis med najvišjim položajem sonca poleti (nagibni kot 30°) in najnižjim položajem sonca pozimi (nagibni kot 60°).

## 2.2. BIOMASA

Ob podražitvah nafte vse pogosteje slišimo, da je ogrevanje z lesno biomaso eden najcenejših načinov ogrevanja. Z besedo biomasa označujemo obnovljive vire energije, ki so predvsem rastlinskega izvora. Sem prištevamo les kot najbolj razširjen vir za pridobivanje energije, slamo, hitro rastoče energijske rastline in tudi bio-plin ter bio-diesel gorivo. Nekaj surovin biomase prikazuje slika 6. Pri tem obnovljivem viru energije, je potrebno posvečati veliko pozornost prijaznosti do okolja in z sodobnimi uplinjevalnimi kotli in ne uporabljati zastarelih kombiniranih peči na trdna in tekoča goriva. Zastareli kotli ne omogočajo popolnega zgorevanja, imajo slab izkoristek in za katere je značilno bistveno več okolju škodljivih izpustov. Kakovostno zgorevanje lesa v energetske namene mora izpolnjevati posebne pogoje, ki so jim kos le sodobne kurilne naprave, prilagojene naravnim lastnostim uplinjanja in zgorevanja lesa.

V nadaljevanju si podrobneje ogledamo biomaso les. Gorenje lesa je ravno obraten postopek od rasti drevesa in ga delimo v tri faze:

- segrevanje in sušenje je faza, ki poteka v območju do 100°C. Les z določeno stopnjo vlage se pri teh temperaturah bolj ali manj le suši, medtem ko se mehansko ne spreminja.
- uplinjanje in termični razpad lesa (piroliza). V lesu je med 70 in 80% plinastih sestavin. S povišanjem temperature se izločijo najprej plini (kisik, vodik), katerih

vnetišče je pri 270 do 300°C. V primarnem delu poteka proces ob pomanjkanju zraka. Pravo in kakovostno gorenje, oksidacija, pa se začne šele pri višjih temperaturah, ko se uplini in zgori tudi lesno oglje, za kar je potreben dodaten zrak.

- zgorevanje lesnega oglja nastopa kot končna faza zgorevanja lesa. Lesno oglje dogori z mirnim svetlim plamenom. Minerali, ki jih vsebuje les, ostanejo po gorenju v obliki pepela, ki ga lahko uporabimo kot naravno gnojilo.



Slika 6: Osnovne surovine biomase.

Vse tri faze potekajo v posebnih zgorevalnih komorah ( slika 7), ki so sestavni del peči za biomaso.



Slika 7: Zgorevalna komora peči za biomaso.

Za zadosten odjem toplote moramo k kakovostni kurilni napravi, da lahko gorenje poteka nemoteno, prigraditi še ustrezen hranilnik toplote (običajno 1000 do 2000 litrov), ki prevzema toploto, katere v času, ko jo kotel proizvaja, hiša ne more porabiti. Kotlovnica s kotlom na biomaso in hranilnikom toplote je prikazana na sliki 9. Kot gorivo lahko uporabljamo polena, lesne sekance ali pelete. Vrste goriv so prikazane na sliki 8. Ko uporabljamo les v obliki polen je hranilnik nujno potreben, saj so polena robustna in je za to fino odmerjanje goriva v kurišče, ki bi ustrezalo le vsakokratni sprotni potrebi po toploti, nemogoče. Kadar pa uporabljamo lesne sekance ali pelete pa je odmerjanje goriva avtomatsko, regulacija moči pa lažja. Kljub temu pa je hranilnik tudi pri teh dveh oblikah koristen, saj lahko z njim pokrivamo konične obremenitve ogrevalnega sistema, kar pripomore k optimalnejšemu delovanju kotla. V praksi pa bi to pomenilo, da lahko hišo, ki ima npr 18kW toplotnih izgub, tudi v najhujšem mrazu ogrevati s kotlom, ki premore le 15kW toplotne moči in ustreznim hranilnikom toplote, ki bi pomagal premostiti jutranjo konico.



Slika 8: Vrste goriv biomase: peleti, sekanci in polena.



Slika 9: Kotlovnica s kotlom in htranilnikom toplote.Kotel.

### **2.3. GEOTRMALNA ENERGIJA**

Geotermalna energija je toplota, ki nastaja in je shranjena v notranjosti Zemlje. Izkoriščamo jo lahko neposredno z zajemom toplih vodnih ali parnih vrelcev oziroma s hlajenjem vročih kamenin. Pri tej energiji ločimo več vrst virov. Visokotemperaturne in nizkotemperaturne geotermalne vire. Neposredno za ogrevanje izrabljamo nizkotemperaturne vire, kjer temperatura vode znaša pod 150°C.

Geotermalno energijo opredeljujeta dve naravni lastnosti: stalnost in zanesljivost. Na področju Slovenije zaradi raznolike geološke sestave tal različna. Geotermalno najbogatejša in tudi najbolj raziskana so naslednja območja: Panonska nižina, Krško-Brežiško polje, Rogaško-Celjsko območje, Ljubljanska kotlina, slovenska Istra in območje zahodne Slovenije. V Murski Soboti npr. termalno vodo uporabljajo za ogrevanje in pripravo sanitarne vode in letno prihranijo do 2000 ton kurilnega olja.

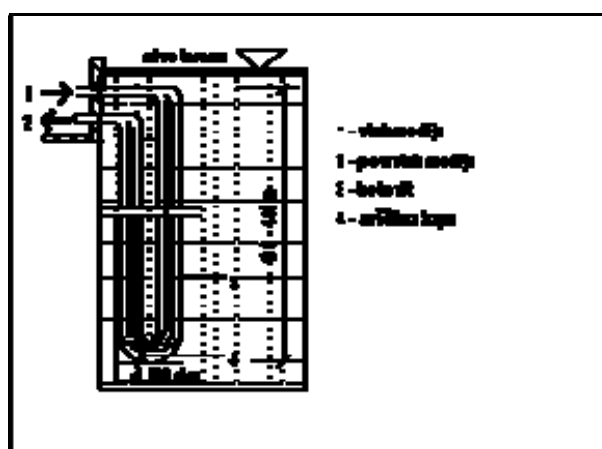
Glede na pojavnost in možnost praktičnega izkoriščanja, to energijo delimo na hidrogeotermalno (energijo tekočih in plinastih snovi) in petrogeotermalno (energija mase kamnin).

Najpogostejši načini izkoriščanja geotermalne energije za ogrevanje objekta ali sanitarne vode so: geosonda, zemeljski kolektor in podtalnica.

### 2.3.1. Geosonda

Za odzemanje manjše količine toplote kameninam, kjer ni vodonosnikov lahko uporabimo geosonde. Geotermalne meritve kažejo, da se temperatura na prvih 10 -20 m pod zemeljsko površino med letom zaradi atmosferskih vplivov spreminja, v večjih globinah pa je stalna in se povišuje za približno 3 stopinje na vsakih 100 m globine. Za izrabo teh trajnih toplotnih zemeljskih virov vgrajujemo v vrtino globoko 60 do 140 m vertikalne sonde v obliki U cevi. V izvrtino približno 100 mm se potisneta dve U cevi iz plastike (PE, polietilena). Prazen prostor med njima se zapolni s snovjo, ki ima dobro toplotno prevodnost. Po izkušnjah znaša toplotni odzem so toplotni odvzemi različni in odvisni od suhih in vlažnih peščenih tal in tal s podtalnico in se gibljejo od 20-100W/m.

Geosondo predstavlja sistem štirih cevi, od katerih sta po dve povezani v zanko (dovodna in odvodna). V sistemu je še peta cev, ki služi za to, da vrtino zapolnimo s posebno cementno maso, ki ima dobro toplotno prevodnost. Sistem vertikalne geosonde je prikazan na sliki 10. V povprečju je po enem metru geosonde mogoče pridobiti okoli 55 W, kar pomeni, da je za zadovoljitev toplotnih potreb dobro izolirane individualne hiše pri srednjem geotermičnem potencialu kamnin potrebna ena 100-metrška vrtina.



Slika 10: Sistem vertikalne geosonde.

V ceveh kroži tekočina (zaprt krožni sistem), ki zemlji odvzame toploto in jo prenese do toplotne črpalke. Toplotna črpalka vodo v ogrevalnem sistemu dogreva do želene temperature (na primer do 55 °C) oziroma jo poleti ohladi. Najboljši izkoristek ima sistem v kombinaciji z nizkotemperaturnim ogrevanjem (talnim ali stenskim gretjem). Za obratovanje toplotne črpalke potrebujemo električno energijo. Grelno število toplotne črpalke znaša 3 do 6 (z 1 kW porabljenе električne energije pridobimo 3 do 6 kW toplotne energije).

### 2.3.2. Zemeljski kolektor

Kot vir toplote se koristi toplota zemlje in v zemljo položen vodoravni zemeljski kolektor iz polietilenaskih cevi. Sistem ogrevanja z zemeljskim kolektorjem zajema toplotno črpalko in ustrezen zemeljski kolektor in je namenjen za ogrevanje stanovanjskih in poslovnih objektov.



Slika 11: Klasični horizontalni kolektor.

Zemeljske kolektorje razdelimo na:

- klasični horizontalni zemeljski kolektor, slika11,
- kompaktni horizontalni zemeljski kolektor, slika12 in
- kompaktni kolektor VBX, slika13.



Slika 12. Kompaktni kolektor.



Slika 13: Kompaktni kolektor VBX.

Pri postavitvi zemeljskega kolektorja moramo upoštevati tudi globino polaganja. Temperatura zemlje na globini 1 m lahko doseže točko zamrznitve tudi brez odvzema toplote. Na globini 2m je minimalna temperatura nekje + 5°C . Z naraščanjem globine narašča tudi temperatura zemlje, vendar pa se zmanjšuje toplotni tok iz površine zemlje (sončna energija in toplota padavin). Priporoča se torej globina za vgradnjo kolektorja pod zamrzovalno cono in ne globlje od 1,75m.

Po ceveh se pretaka mešanica vode in sredstva proti zmrzovanju. Za potreben pretok mešanice skrbi obtočna črpalka. Odlika tovrstnih toplotnih črpalk je možnost uporabe skozi vso leto brez pomoči kotla. Toplotna črpalka dosega zelo visok izkoristek (grelno število 3,5 do 4,5). Na razpolago moramo imeti dovolj veliko površino ob objektu (od 1,5 do 2 x ogrevalna površina objekta) in ustrezno sestavo tal od katere je odvisen odzem energije W/m<sup>2</sup>. Odvisnost sestave

tal in odvzema toplote je prikazana v tabeli 1. Primerjava med različnimi sistemi zemeljskih kolektorjev pokaže, da pri določeni hladilni moči toplotne črpalke potrebujemo pri klasično položenem kolektorju 500 m<sup>2</sup>, pri kompaktnem 200 m<sup>2</sup> in pri »VBX« kolektorjih 30 m<sup>2</sup> površin.

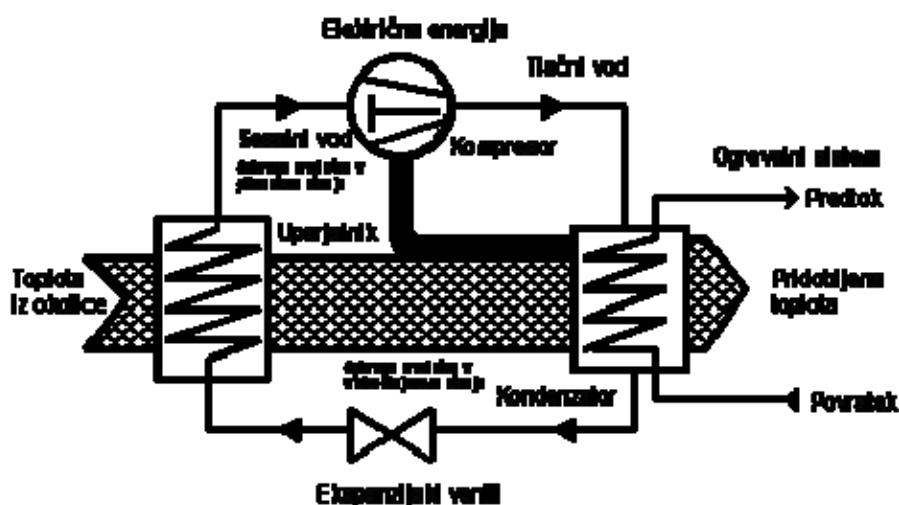
Vrsta zemlje/ sestava tal	Odvzem energije W/m <sup>2</sup>
suha, peščena tla	10 - 15
vlažna, peščena tla	15 - 20
suha, ilovnata tla	20 - 25
vlažna, ilovnata tla	25 - 30
zelo mokra ilovnata tla, z vodo prepojen pesek/prod	30 - 40

Tabela 1: Odvisnost sestave tal in odvzema toplote.

Kolektor je potrebno dimenzionirati glede na moč toplotne črpalke, sestavo tal in način ogrevanja objekta. Ogrevalni sistem v objektu naj bo nizkotemperaturni, izveden kot talno, stensko ali zračno ogrevanje. Razlog za takšno ogrevanje je višje grelno število. Poleg ogrevanja je možno tudi pasivno hlajenje objekta preko vmesnega toplotnega prenosnika. Priporočen način hlajenja je stensko ali zračno hlajenje preko konvektorjev. Toplotna črpalka se namesti v kotlovnico, kjer se poveže z ogrevalnim sistemom. Poleg objekta je mogoče ogrevati tudi sanitarno vodo.

### 2.3.3. Podtalnica kot vir toplote

Sistemi s podtalnico so odprti sistemi, zato je najnižja temperatura vode, ki jo še lahko uporabljamo +3°C. Tudi v najhladnejši zimi je njena temperatura nekje med 8 in 12°C. Toplotna kapaciteta vira pa znaša približno 6,5 kW/m<sup>3</sup>. Za izkoriščanje toplote vira uporabimo toplotno črpalko, katere delovanje lahko primerjamo s hladilnikom.

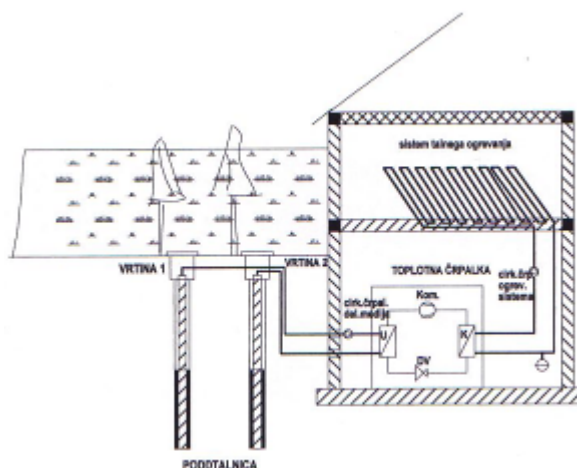


Slika 14: Princip delovanja toplotne črpalke

Toplotna črpalka je sestavljena iz uparjalnika, ki odvzema toploto okolice, v tem primeru podtalnice. V njem se pri nizki temperaturi uplani delovna snov (hladivo), ki nato potuje v kompresor. Ta paro stisne in jo dvigne na višji tlačni in temperaturni nivo. Vroča para v kondenzatorju kondenzira pri višji temperaturi in pri tem odda kondenzacijsko toploto ogrevalnemu mediju. Delovna snov nato potuje preko ekspanzijskega ventila, kjer se ji zniža tlak nazaj v uparjalnik in proces se ponovi. Princip delovanja toplotne črpalke je prikazan na sliki 14. Pomembno pa je da pred vstopom vode v sistem, vodo prečistimo oz. filtriramo.

V tem primeru sta uporabljena 2 do 50 mikronska filtra, ki zaustavljata delce velike do 50 mikronov, ki jih podtalnica prenaša s sabo skozi vrtino do toplotne črpalke. Da lahko koristimo podtalnico, moramo ob zgradbi izvrtati v zemljo dve vrtini (zadostuje tudi opuščeni vodnjak) za črpanje in vračanje podtalnice. Talna voda mora imeti pretok vsaj 2 m<sup>3</sup>/h. To je lahko že na globini 5 metrov ali več. V vrtino potisnemo cev, v katero vgradimo potopno črpalko, ki jo povežemo s toplotno črpalko. Med obratovanjem potopna črpalka potiska vodo v toplotno črpalko, ki je odvzame toplotno energijo in jo ohlajeno za nekaj °C spusti po drugi, ponorni vrtini, ki mora biti na razdalji vsaj 15 m za sesalno vrtino, gledano v smeri toka vode. Shema ogrevanja s podtalnico prikazuje slika 15.

Podtalnica je torej zaradi relativno visoke temperature idealen vir toplote, saj z njo dosegamo visoka grelna števila. Problem je pomanjkanje čiste pitne vode, s katerim se v razvitem svetu vse pogosteje soočajo. Tako je npr. v Skandinaviji že pred leti prišlo do o stroge zaščite podtalnice. Podtalnice žal pri nas ni povsod v zadostni količini in kvaliteti. Od pristojnih organov je potrebno pridobiti dovoljenje za uporabo in izkoriščanje podtalnice. Razen podtalnice se lahko izkorišča tudi morska ali rečna voda.



Slika 15: Shema ogrevanja s podtalnico.

### 2.3.4. Zrak kot vir toplote

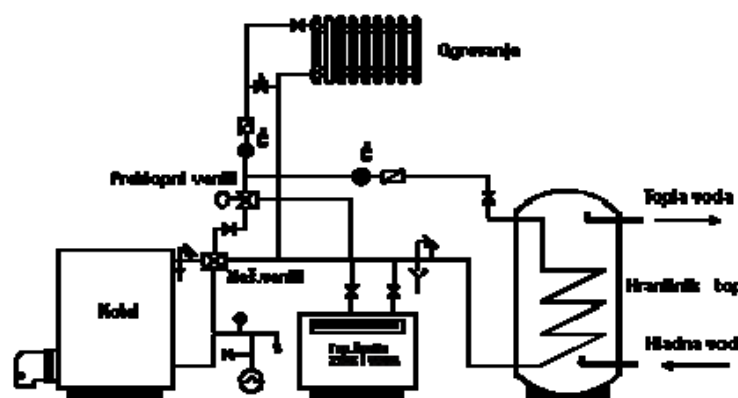
Marsikdo se je že vprašal, če se da tudi zrak izkoriščati kot vir toplote za ogrevanje objekta. Zrak je neizčrpen in je povsod na voljo, vendar je potrebno upoštevati, da se moč toplotne črpalke

kljub razvojnim dosežkom, z upadanjem temperature zunanjega zraka znižuje. Pri zelo nizkih temperaturah, je bilo pri klasičnih toplotnih črpalkah »stare generacije« zrak/voda potrebno zagotoviti dodaten vir ogrevanja. Zaradi nizkih temperatur uparjalnika se na uparjalnikih kondenzira vlaga, ki zamrzne v plast sreža. Nastali srež prepreči pretok zraka skozi uparjalnik in s tem dotok novega zraka, zato je delovni proces toplotne črpalke v takem primeru moten, ali pa v določenih primerih nemogoč. Odmrznitev z vročimi parami ali električnim grelcem je rešitev, vendar se učinkovitost toplotne črpalke zaradi tega zniža.



Slika 16: Sistem ogrevanja tč zrak/voda.

Toplotna črpalka zrak - voda v povezavi s hidravličnim setom, se lahko koristi za radiatorsko in talno ogrevanje stanovanj in nizkoenergijskih hiš. Toplotne moči so od 4 do 9,5 KW, grelna števila od 4 do 4,5 (za parametre zrak + 7 °C, predtok + 35 °C). Maksimalna temperatura ogrevne vode za centralno ogrevanje do 55 °C. Področje delovanja TČ je do zunanje temperature – 20 °C. Reverzibilna izvedba TČ omogoča tudi hlajenje. Način delovanja je lahko monovalenten za področja z milo klimo, medtem ko za osrednjo Slovenijo pride v poštev monoenergetski ali bivalentni način (slika 17). Za pripravo tople sanitarne vode lahko priključimo hranilnik s prostornino 150 do 300 litrov. Vgrajen ima dodatni elektro grelnik moči 3 kW, ki omogoča v zelo hitro času segretje sanitarne vode do 70 °C.



Slika 17: Bivalenten sistem ogrevanja s toplotno črpalko zrak/voda



Zunanja stenska enota, črpa toploto iz zunanjega zraka in jo v notranji enoti (hidravlični set) preko prenaša na ogrevno vodo sistema centralnega ogrevanja. Kompaktna notranja enota ne potrebuje posebnega prostora, namestimo jo na steno in vsebuje vse potrebne elemente za upravljanje in povezavo na ogrevalni sistem. Na sliki 16 je prikazana osnovna izvedba ogrevanja s toplotno črpalke zrak - voda. Razdalja - cevna poveza med notranjo in zunanjo enoto znaša minimalno 3 m in maksimalno 30 m (višinska razlika med zunanjo in notranjo enoto znaša lahko maksimalno 20 m). Vodna poveza - razdalja med hranilnikom za sanitarno vodo in notranjo enoto je lahko maksimalno 10 m. Regulacija ogrevanja (temperature dovoda ogrevne vode) se vrši v odvisnosti od temperature v prostoru.

Poleg črpalk, ki izkoriščajo toploto zunanjega zraka, lahko koristimo tudi toploto notranjega zraka. Primerna mesta s npr. v kleti, kjer želimo vzdrževati stalno temperaturo + 3 °C, ali podstrešje, kjer redko pade temperatura zraka pod 0 °C.

Za ogrevanje sanitarne vode se uporabljajo toplotne črpalke zrak/voda ogrevalne moči od 2 do 3 kW. Zmogljivost ogrevanja je do 1400 litrov vode na dan. Toplotna črpalka je izvedena tako, da je nameščena na grelnik vode. Če je črpalka v ločeni izvedbi se hranilnik vode in črpalka samo povežeta z vodovodnimi cevmi. Za cirkulacijo vode je potrebno vgraditi obtočno črpalčko, ki jo upravlja termostat vgrajen v hranilnik vode. Glavna prednost toplotne črpalke je v tem, da ima trikrat manjšo porabo električne energije kot klasični elektro grelec. Vodo segrevamo maksimalno na 55 °C, kar pomeni manjše toplotne izgube v hranilniku vode in na ceveh, prav tako pa manjše nalaganje vodnega kamna na ogrevalne površine. Velik volumen hranilnika energije omogoča delovanje toplotne črpalke na cenejši tarifi električne energije.

### **3. OPIS STANOVANJSKEGA OBJEKTA**

#### **3.1. SPLOŠNI PODATKI OBJEKTA**

Objekt je enodružinska hiša sodobne gradnje in zgrajena v letu 2005. Etažnost enodružinske hiše predstavljajo kletni prostori, pritlični prostori in mansardni prostori.

Lastnosti stanovanjskega objekta so naslednje:

- dobra toplotna izoliranost zunanjih površin objekta (zunanji zidovi, streha, tla) v smislu zahtev in priporočil pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah;
- vsi gradbeni elementi (okna, vrata, zasteklitve...) imajo dobre prehodne koeficiente;
- pri vrsti in debelini izolacije so upoštevani optimalni parametri;
- upoštevana je lega objekta in pravilna prostorska razporeditev,
- izbran in izveden je nizko-temperaturni način ogrevanja ( talno gretje v celoti),
- izdelan je natančen izračun toplotnih izgub objekta.

Prostornina in površna površina hiše:

- |  |             |
|--|-------------|
| - celotna zunanja površina stavbe $A(m^2)$ : | 693,5 $m^2$ |
| - ogrevana prostornina stavbe $V_e(m^3)$ :   | 1300 $m^3$  |
| - neto ogrevana prostornina:                 | 1100 $m^3$  |

- neto uporabna površina stavbe  $A_u$  ( $m^2$ ): 480  $m^2$
- oblikovni faktor  $f_0=A/V_e(m^{-1})$ : 0.53  $m^{-1}$

Klimatski podatki:

- projektna temperatura: 13°C
- trajanje ogrevalne sezone: 265 dni
- temperaturni primanjkljaj DD (Kdni): 3300 Kdni
- notranja temperatura: 20°C
- zunanja temperatura: -5°C
- notranja relativna vlažnost: 65%
- zunanja relativna vlažnost: 90%
- faktor prekinitve ogrevanja 1.00

## 3.2. TOPLOTNE IN DIFUZIJSKE KARAKTERISTIKE OBJEKTA

### 3.2.1. Zunanji zid

Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom (slika 18) so sestavljene iz opeke 29 cm, 8cm izolativne fasade in 2,5 cm ometa na notranji strani.

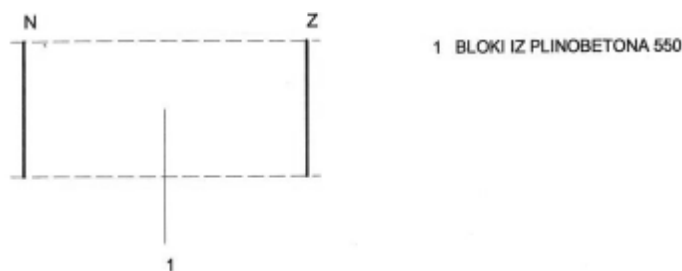


Slika 18: Zunanji zid.

Toplotna prehodnost konstrukcije je 0.337  $W/m^2K$  in je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, i znaša 0.600  $W/m^2K$ . Difuzija nastane v ravnini 4. Izračunana vsebnost vlage je 10,4% in je manjša od največje dovoljene 16,7%.

### 3.2.2. Predelni zid ( notranje predelne in nosilne stene)

Predelne stene med enotami ( slika 19) so grajene iz blokov plinobetna 550.



Slika 19: Notranje stene.

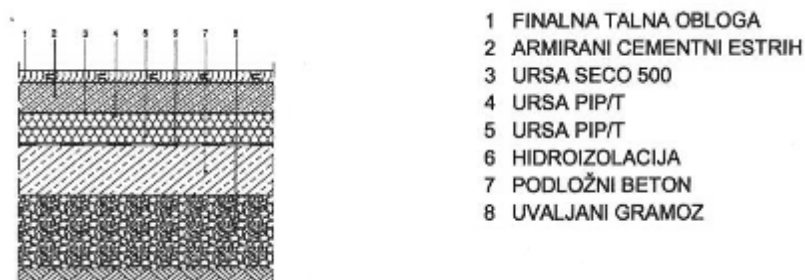
Toplotna prehodnost konstrukcije je  $1.143 \text{ W/m}^2\text{K}$  (največja dovoljena toplotna prehodnost je  $1.600 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) in ustreza zahtevam pravilnika.

Notranji nosilni zidovi so grajeni iz mrežaste in votle opeke 1200.

Toplotna prehodnost konstrukcije znaša  $1.576 \text{ W/m}^2\text{K}$  (največja dovoljena znaša  $1.600 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) in ustreza zahtevam pravilnika

### 3.2.3. Plavajoči estrih

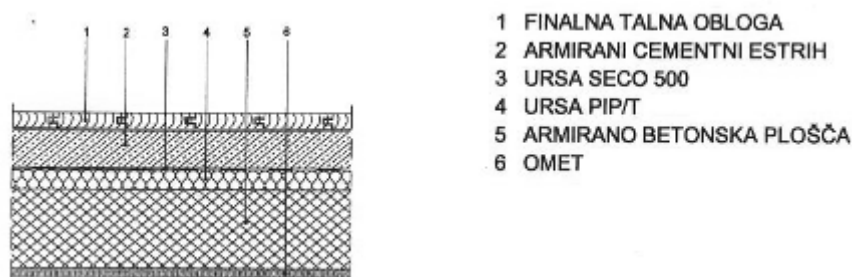
Plavajoči estrih kletnih prostorov je predstavljen na sliki 20.



Slika 20: plavajoči estrih-kletni prostori.

Toplotna prehodnost konstrukcije znaša  $0.425 \text{ W/m}^2\text{K}$  (največja dovoljena znaša  $0.450 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) in ustreza zahtevam pravilnika.

Plavajoči estrih stropne konstrukcije med ogrevanimi prostori prikazuje slika 21.



Slika 21: Plavajoči estrih stropne konstrukcije.

Toplotna prehodnost konstrukcije znaša  $0.623 \text{ W/m}^2\text{K}$  (največja dovoljena znaša  $1.350 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) in ustreza zahtevam pravilnika.

### 3.2.4. Strešna konstrukcija

Strešno konstrukcijo poševne strehe nad ogrevanim podstrešjem prikazuje slika 22.

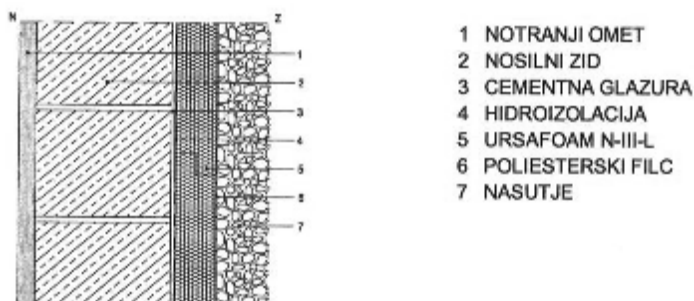


Slika 22: Strešna konstrukcija poševne strehe.

Toplotna prehodnost konstrukcije znaša  $0.199 \text{ W/m}^2\text{K}$  (največja dovoljena znaša  $0.250 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) in ustreza zahtevam pravilnika.

### 3.2.5. Zunanja stena proti terenu

Zunanjo steno proti terenu prikazuje slika 23.



Slika 23: Zunanja stena v zemlji.

Toplotna prehodnost konstrukcije znaša  $0.402 \text{ W/m}^2\text{K}$  (največja dovoljena znaša  $0.700 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) in ustreza zahtevam pravilnika

### 3.2.6. Steklene površine

Vsi elementi zasteklitev so v skupni površini  $50 \text{ m}^2$  s toplotno prehodnostjo  $0.9-1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 3.3. IZKAZ TOPLOTNIH KARAKTERISTIK OBJEKTA

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub objekta  $Ht'$  ( $W/m^2K$ ) :

$$Ht' = 0,573 W/m^2K \quad (Ht'_{max} = 0,581 W/m^2K)$$

Predvidena izmenjava zraka pri naravnem prezračevanju  $n(50h^{-1})$ :

$$n = 0,50 h^{-1}$$

Letna potrebna toplota za ogrevanje  $Q_h(Wh)$ :

$$Q_h = 25,546 kWh$$

Specifična letna izračunana toplota za ogrevanje  $Q_h/ A_u$  ( $kWh/m^2a$ ):

$$Q_h/ A_u = 53,22 kWh/m^2a \quad ((Q_h/ A_u)_{max} = 66,34 kWh/m^2a)$$

### **3.4. KLASIČNI SISTEM OGREVANJA**

Stanovanjski objekt ima izveden nizko-temperaturni način ogrevanja. Vse etaže imajo talno gretje. Razdelilne omarice za regulacijo zank talnega ogrevanja so v vsaki etaži. Kotlovnica se nahaja v kletnem prostoru.

Kot sistem ogrevanja upoštevam klasični toplotni vir sistema ogrevanja in kot primarni vir energije kurilno olje.

Pri sistemu ogrevanja upoštevam sodoben kotel na kurilno olje in sicer nizkotemperaturni in kondenzacijski kotel.



Slika 24: Nizkotemperaturni kotel

Hranilnik kurilnega olja (ELKO-ekstra lahko kurilno olje) v dveh cisternah po 1000 l.

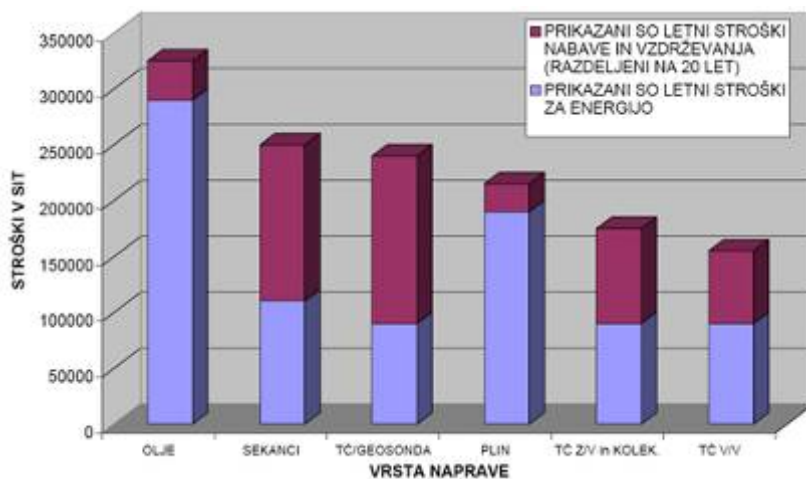
Litoželezni ogrevalni kotel tip Buderus Logano G 125 BE (slika 24) nizkotemperaturni oljni ogrevalni kotle s serijsko vgrajenimi Buderusovim gorilnikom Logatop. Kotel dosega normne izkoristke 96% in povzroča nizke emisije škodljivih snovi ( $NO_x$  in  $CO$ ), v zrak.

## 4. ALTERNATIVNI VIR OGREVANJA

Pri načrtovanju možnosti uporabe alternativnega vira upoštevam naslednje izhodišča:

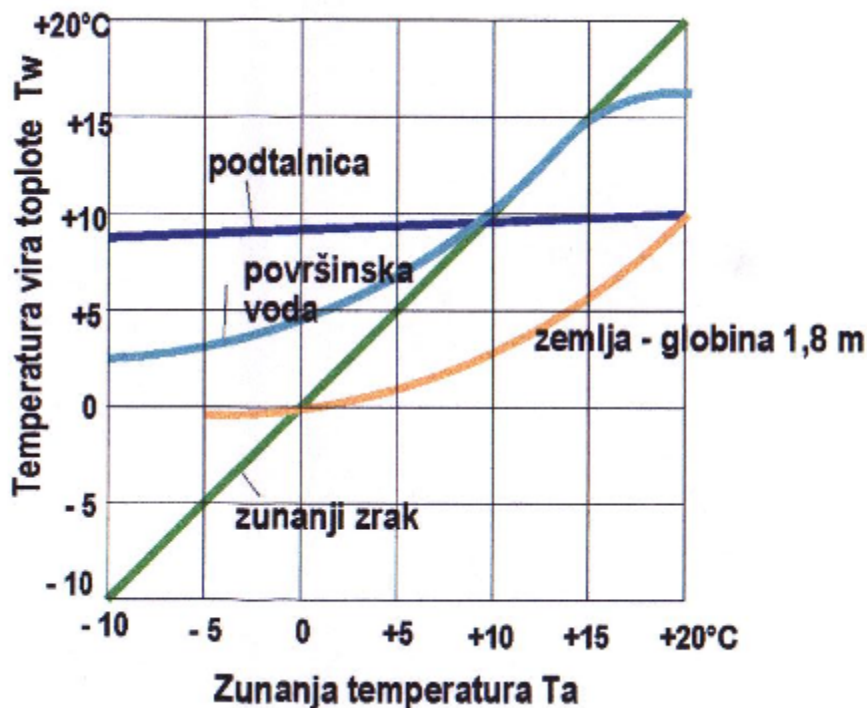
- lego objekta in možnosti izkoriščanja podtalnice;
- nizkotemperaturni sistem ( objekt ima talno ogrevanje);
- sisteme z najvišjim skupnim izkoristkom;
- kvalitetno grajen in ustrezno izoliran objekt;
- en sistem zaradi nižjih investicijskih stroškov;
- zadostno razpoložljivost vira;
- manj zahtevno vzdrževanja;
- nizki stroški obratovanja sistema;

Glede na najvišje izkoristke se osredotočim na alternativni vir podtalnice in sistem toplotne črpalke voda-voda. Takšen sistem omogoča tudi nizke stroške obratovanja. Stroške investicije, vzdrževanja in potrebne energije za obratovanje sistema ogrevanja prikazuje graf 1. Čeprav so podatki nekoliko zastareli in tudi stroški v stari denarni enoti še vedno velja dejstvo da so stroški najnižji med v grafu prikazanimi sistemi.



Graf 1: Stroški investicije, vzdrževanja in potrebne energije za obratovanje sistema ogrevanja.

Podtalnica je kot alternativni vir izredno kvaliteten in stabilen vir. Iz grafa2 je razvidno, da je temperatura vira toplote podtalnice skozi vse leto približno enaka, in zunanje temperatura bistveno ne vpliva na vir, kar omogoča nemoteno delovanje sistema ogrevanja.



Graf 2: Odvisnost temperature vira toplote od zunanje temperature.

Tudi moje meritve prikazane v tabeli 2 ( poglavje 4.3) potrjujejo, da je podtalnica kvaliteten in konstanten vir, ki lahko omogoča nemoteno obratovanje ogrevanja s toplotno črpalko.

#### 4.1. IZBOR TOPLOTNE ČRPALKE

Izbor toplotne črpalke je odvisen od energijskih potreb objekta, razpoložljivega vira toplote ter od odločitve, kolikšen odstotek letnih energetskih potreb objekta naj bi pokrila toplotna črpalka. V mojem primeru bom uporabili toplotno črpalko, kot osnovni izvor toplote za ogrevanje.

Prav tako iščemo najracionalnejši sistem, ki ga je mogoče uporabiti. Glede na graf 3 je to sistem toplotne črpalke voda/voda in seveda z izkoriščanjem podtalnice. Temperatura podtalne vode je minimalno  $8^{\circ}\text{C}$ . Pretok vode mora biti za takšen sistem konstanten.

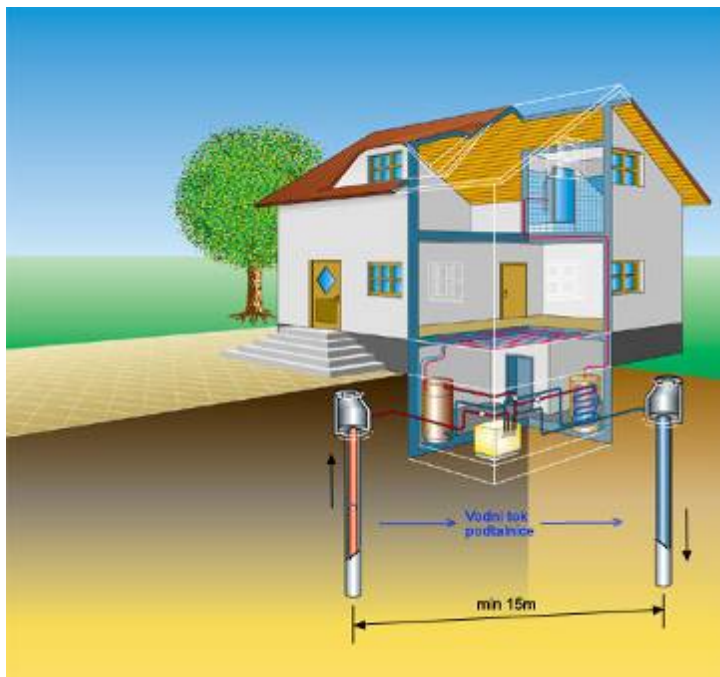
Izberem toplotno črpalko voda/voda toplotne moči 20KW. Za prečrpavanje podtalne vode skozi uparjalnik toplotne črpalke bi se uporabila potopna črpalka cevne izvedbe. V uparjalniku bi podtalna voda oddala toploto in bi jo ohlajeno za cca. 2 do  $4^{\circ}\text{C}$  vračali nazaj v zemljo. Za vračanje vode izdelamo ponorno vrtino ali plitvejšo ponikovalnico. Toplotna črpalka dosega zelo visok izkoristek (grelno število 4,0 do 5,2). Za optimalno delovanje bi potrebovali 3,5 m<sup>3</sup>/h podtalne vode.

Ogrevalni sistem v objektu je nizkotemperaturni, izveden kot talno ogrevanje. Tako bomo dosegali višje grelno število in s tem visok izkoristek sistema.

Toplotna črpalka se namesti v kotlovnico, kjer se poveže z ogrevalnim sistemom.

Izvedli bi dve vrtini in sicer sesalno in ponorno. Razdalja med njima mora znašati min. 15 m. Upoštevati bo potrebno tokove podtalne vode, da ne bo prihajalo pri obratovanju črpalke do stalnega ohlajanja iste vod.

Vrtine bi se izdelale do 8m in jih ustrezno zacevili in aktivirali. V dovodno vrtino bi vstavili ustrezen PTE ali Alkaten, ki bi bil do višine 4 m ustrezno perforiran. Premer te cevi bi izbrali 110 mm, kar bi omogočalo vgradnjo cevnih potopnih črpalk DN100mm. Odvodna vrtina bi bila enake dolžine in tudi izvedbe. Sistem je ponazorjen na sliki 25

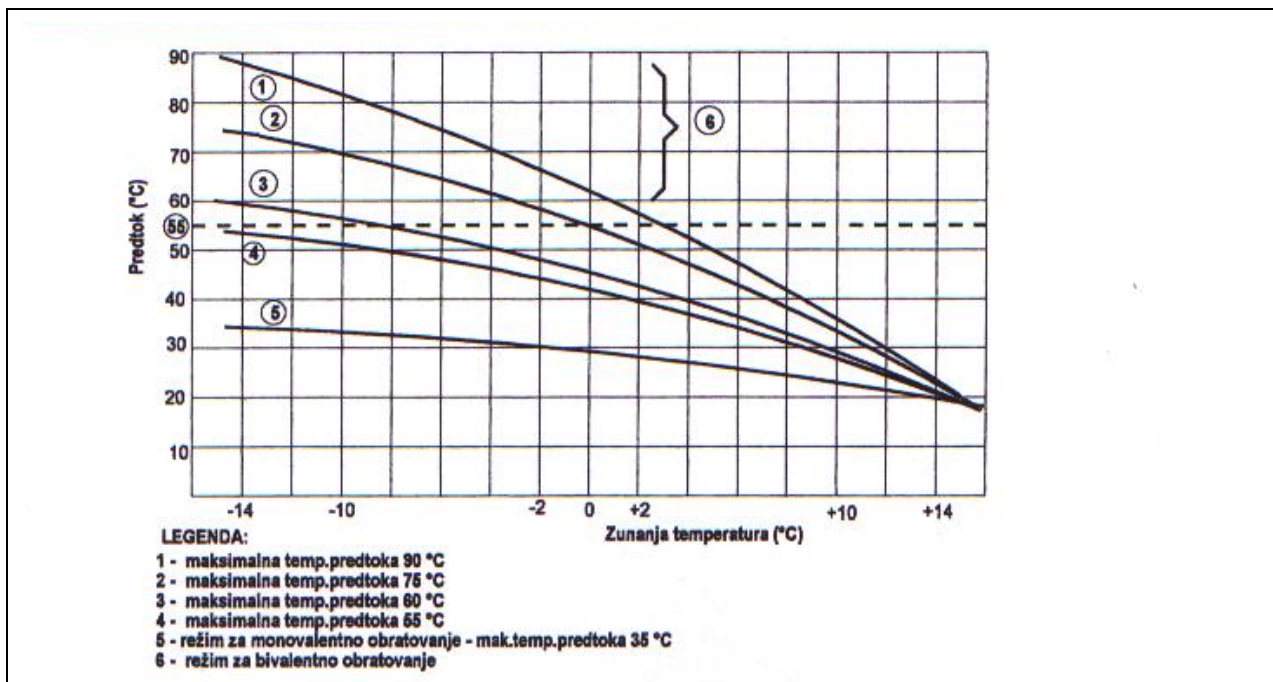


Slika 25: sistem ogrevanja s TC voda/voda

Toplotna črpalka lahko zagotovi temperaturo do + 55°C. Ker toplotna črpalka pokrije vse potrebe po toploti, ima monovalentno obratovanje. V našem primeru gre za ogrevalni sistem s temperaturnim režimom < 55°C (talno ogrevanje max 35°C), kar prikazuje graf 3. Z nižjo maksimalno temperaturo predtoka dosegamo višj grelno število in s tem visok izkoristek sistema.

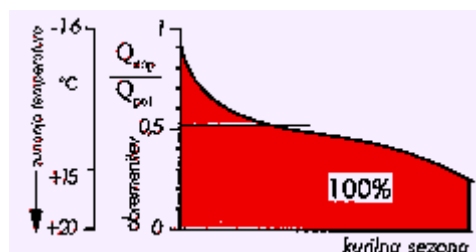
Grelno število je razmerje med koristno toplotno energijo in za to porabljeno električno pogonsko energijo. Giblje se od 4-6 (po podatkih proizvajalca TČ). Grelno število je odvisno od temperature vira toplote, katerega izkoriščamo, ter od temperature medija, s katerim ogrevamo objekt. Grelno število je tem višje, če ima vir toplote sorazmerno visoko temperaturo ter, če je temperatura ogrevalnega medija nizka. Pri nizkotemperaturnih sistemih dosegamo visoko grelno število.





Graf 3: Temperatura predtoka za ogrevalni sistem v odvisnosti od zunanje temperature in različnih temperaturnih režimov.

V našem primeru predvidimo monovalentno obratovanje (slika 26); toplotna črpalka deluje samostojno. Pokriva celotne toplotne izgube zgradbe skozi celo ogrevalno sezono.



Slika 26 : Monovalentno obratovanje TČ.

Investicijske stroške je mogoče znižati z pridobitvijo subvencij, ki se razpisujejo za spodbujanje alternativnih virov v EU oz na preko Ministrstva za okolje in prostor v Sloveniji.

Za izkoriščanja sistema voda/voda je potrebno pridobiti dovoljenje za raziskavo podzemnih voda in dovoljenje za rabo vode za pridobivanje toplote.

## 4.2. HIDROGEOLOŠKO OSNOVE IN OSNOVE ZA IZDELAVO VRTINE

Vir vode je podtalnica Spodnje Savinjske doline, ki se napaja predvsem iz padavin in površinskih vodotokov – Podvinska struga, Savinja in delno tudi Ložnica. Odvzem vode iz vodonosnika je kratkotrajen. Po pretoku skozi toplotno črpalko se ista voda vrača v vodonosnik na skoraj isti lokaciji ( 15 m). Razlika v temperaturi odvzete vode in vode, ki jo vračamo v vodonosnik je zanemarljivo majhna.

Po osnovni geološki karti pripada širše območje Celjski udorini, ki je tektonskega porekla. Ožje območje se nahaja na levem bregu Savinje, kjer so pleistocenski sedimenti odloženi v nekaj prodno peščenih terasah. V zgornjem delu, ki je dobro prepusten, sta karbonatni prod in pesek v nevezanem stanju. Hidrogeološke obravnavamo prodno peščene zasipe kot vodonosnike. Ključno vlogo pri napajanju vodonosnika imajo padavine in površinski vodotoki.

Zaledje ki napaja vodonosnik je ocenjeno na približno 4 km<sup>2</sup> brez upoštevanja hribovij. Ocena izdatnosti vodonosnika je za Spodnjo Savinjsko dolino dostopna v literaturi je približno 0.40 m<sup>3</sup>/s do 0.44 m<sup>3</sup>/s. V našem primeru gre za bistveno manjše območje in ocenjujemo, da bi lahko dosegali konstanten odvzem vodev dovodni vrtini s pretokom 3,5 m<sup>3</sup>/h.

### **4.3. MERITVE NIVOJA PODTALNICE IN TEMPERATURE**

Meritve je bilo mogoče izvesti na klasičnem vodnjaku. Izvedba se je uporabljala tokom gradnje objekta in ni več v uporabi. Vodnjak je bil izveden z DN 40 cevjo v globino 6m, v kateri je bilo mogoče izvajati meritve nivoja podtalnice in meritve temperature le te.

Rezultati meritve so prikazani v tabeli 2. Meritve so pokazale, da se nivo podtalnice bistveno ne spreminja. Spremembe je zaznati le ob močnih padavinah z ustrežno časovno zakasnitvijo. Nivo podtalnice je na globini cca. 4m od nivoja tal. Prav tako temperature v poletnih mesecih narastejo do cca. 13°C. temperatura se pozimi postopno znižuje in najverjetneje spomladi dosega cca.8°C.

ŠT.	DATUM	NIVO ( od nivoja tal v m)	TEMPERATURA(°C)
1.	20.05.2007	4,3	11.9
2.	18.06.2007	4.2	12
3.	25.07.2007	4	12.3
4.	15.08.2007	3,5	12.5
5.	20.09.2007	4	12.8
6.	20.10.2007	4,1	12.5
7.	18.11.2007	3,8	12
8.	25.12.2007	4,2	11
9.	15.01.2008	4,1	9,3
10.	20.02.2008	4	9

Tabela 2: rezultati meritev nivoja podtalnice in njene temperature.

## 4.4 KAKOVOST VODNEGA VIRA IN ODVZEM VODE

V našem primeru gre za vrtino, ki je izvrtana v vodonosnik in se konča malo nad stikom s podlago, torej za točkovno zajetje vode iz peščeno prodnega vodonosnika. Smer toka podzemne vode je od severnega obrobja proti Savinji in ponekod vzporedno z njo. Potencial vodnih virov v tako prepustnih vodonosnikih so mnogo večji od v našem primeru načrtovane porabe. Upoštevamo moramo tudi to, da kompletno količino vračamo v vodonosnik na skoraj istem območju in tako tvorimo zaključen cikel.

Nihanje nivoja podzemne vode v vodonosniku je odvisna predvsem od količine padavin in stanja vodotokov. Po izvedbi vrtine in preizkusov bomo ugotovili, kako obratovanje potopne črpalke vpliva na nivo vode v vrtini. Tako bo znano kakšen depresijski lijak se s tem ustvarja. Tako bo mogoče tudi preveriti, da se depresijski lijak ne pokriva z območjem napajanja ponikalne vrtine, saj bi v tem primeru črpali že izrabljeno (delno ohlajeno) vodo, učinek sistema pa bi se zmanjšal.

## 5. UČINKI NOVEGA SISTEMA OGREVANJA

Pri primerjalnem izračunu klasičnega sistema ogrevanja na kurilno olje (ELKO) in predvidenega novega sistema z alternativnim virom uporabimo primerjalne izračune proizvajalcev toplotnih črpalk. V našem primeru je uporabljen primerjalni izračun proizvajalca Termo-tehnika d.o.o., [www.termotehnika.com](http://www.termotehnika.com).

### RIMERJALNI IZRAČUN STROŠKOV ZA OGREVANJE S TOPLOTNO ČRPALKO IN DRUGIMI OGREVALNIMI NAPRAVAMI

#### PODATKI O OBJEKTU

Ogrevalna površina: <b>480 m<sup>2</sup></b>	Specifične toplotne izgube: <b>25 W/m<sup>2</sup></b>
Max toplotne izgube: <b>12 kW</b>	število ur delovanja: <b>1900</b>
Ogrevalni sistem: <b>TALNO GRETJE</b>	Toplotni vir: <b>PODTALNICA</b>

#### IZBRANA TOPLOTNA ČRPALKA

TIP: **TČ VV 12/13**

Toplotna moč: **13.1 kW**

Priključna moč: **2.55 kW**

Grelno število glede na toplotni vir in ogrevalni sistem: **5.14**



Letna poraba energije: **4.845,00 kWh/a**

Cena elektrike: **0,10 €/kWh(ET)**

Letni strošek ogrevanja: **485,00 €**

### **DODATNI STROŠKI IN ZAHTEVE**

#### **TOPLITNI VIR**

#### **PODTALNA VODA**

Zahteve: Podtalna voda na globini do 30 m, temp. min 5°C.

Minimalni pretok: **2.25 m<sup>3</sup>/h**

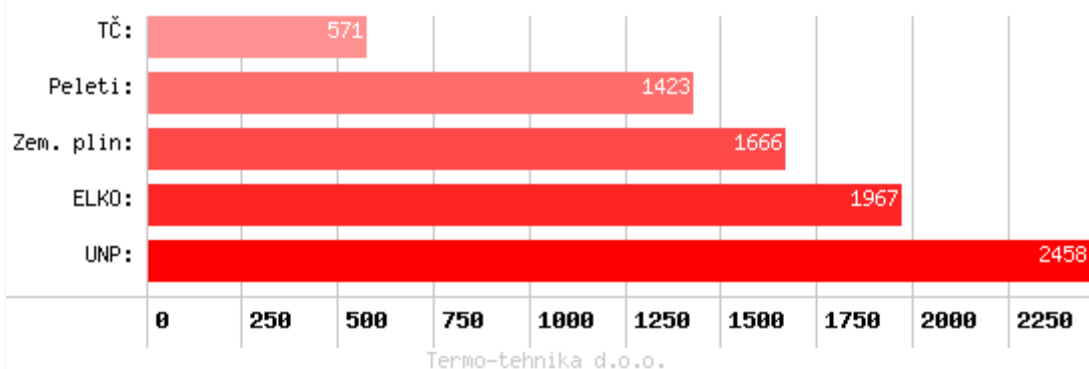
Strošek delovanja: **86,00**



**CELOTNI LETNI STROŠEK:**

**571,00 €**

#### **Letni stroški različnih OG sistemov v**



#### **EKSTRA LAHKO KURILNO OLJE (ELKO)**

Cena: **0,74 €/l**

Kurilna vrednost: **10.08 kWh/l**

Letna poraba energije: **22.800,00 kWh/a**

Količina olja: **2661.06 l**

Letni strošek ogrevanja: **1.967,00 €**

Celotni letni strošek: **1.967,00 €**

**Letni prihranek ogrevanja s toplotno črpalko glede na olje:**

**1.396,00 €**

#### **UTEKOČINJEN NAFTNI PLIN (UNP)**

Cena: <b>0,68 €/l</b>	Kurilna vrednost: <b>7.4 kwh/l</b>
Letna poraba energije: <b>22.800,00 kWh/a</b>	Količina : <b>3624.8 l / 906,20 m<sup>3</sup></b>
Letni strošek ogrevanja: <b>2.458,00 €</b>	
Celotni letni strošek: <b>2.458,00 €</b>	
<b>Letni prihranek ogrevanja s toplotno črpalko glede na UNP:</b>	<b>1.887,00 €</b>

#### ZEMELJSKI PLIN

Cena: <b>0,59 €/m<sup>3</sup></b>	Kurilna vrednost: <b>9.5 kwh/m<sup>3</sup></b>
Letna poraba energije: <b>22.800,00 kWh/a</b>	Količina: <b>2823.53 m<sup>3</sup></b>
Letni strošek ogrevanja: <b>1.665,88 €</b>	
Celotni letni strošek: <b>1.665,88 €</b>	
<b>Letni prihranek ogrevanja s toplotno črpalko glede na zemeljski plin:</b>	<b>1.094,88 €</b>

#### PELETI

Cena: <b>0,26 €/kg</b>	Kurilna vrednost: <b>4.9 kwh/kg</b>
Letna poraba energije: <b>22.800,00 kWh/a</b>	Količina: <b>5474.19 kg</b>
Letni strošek ogrevanja: <b>1.423,29 €</b>	
Celotni letni strošek: <b>1.423,29 €</b>	
<b>Letni prihranek ogrevanja s toplotno črpalko glede na pelete:</b>	<b>852,29 €</b>

Opomba: izračun je narejen pri izkoristku kotla POLETI / POZIMI: 0.46 / 0.85 za segrevanje sanitarne vode.

Termo-tehnika d.o.o., [www.termotehnika.com](http://www.termotehnika.com)



Garancija kvalitete in varnosti



## 6. ZAKLJUČEK

**Toplotna črpalka** je ogrevalni sistem prihodnosti

Nakup **toplotne črpalke** je priporočen in delno subvencioniran s strani države

**Toplotna črpalka** deluje brez nevarnih goriv

**Toplotna črpalka** drastično zniža stroške ogrevanja (od 35% do 60%)

**Toplotna črpalka** zmanjša emisije CO<sub>2</sub> od 31% do 59%

**Toplotna črpalka** uporablja električno energijo, ki je stabilnejša tako po ceni kot po zalogi kakor fosilna goriva

**Toplotna črpalka** ne emitira ozračju škodljivih plinov

**Toplotna črpalka** ne potrebuje dodatnega prostora za zalogo goriva ali plinskega priključka

**Toplotna črpalka** se amortizira v nekaj letih

**Toplotna črpalka** uporablja obnovljive vire toplote (toploto zemlje ali okoliskega zraka)

**Toplotna črpalka** deluje zelo tiho

**Toplotna črpalka** se lahko postavi izven hiše

**Toplotna črpalka** zasede malo prostora

**Toplotna črpalka** ne potrebuje skoraj nobenega vzdrževanja

**Toplotna črpalka** omogoča poleti hlajenje hiše

**Toplotna črpalka** je enostavna za upravljanje in uporabo

DSFD

AsADHFČAĆD

## 7. VIRI IN LITERATURA

- Cveto Fendre in Simon Konečnik 2003. UČINKOVITA RABA ENERGIJE. Velenje, seminarsko gradivo
- Matjaž Šalej. 2005. SONARAVNI IN TRAJNOSTNI RAZVOJ. Velenje
- Gregor Vozlič in Žiga Žibert, 2005, ALTERNATIVNI VIRI ENERGIJE, Celje, Poklicna in tehniška elektro in kemijska šola: raziskovalna naloga: 78 str.
- Steve Parker. 2005. ENERGIJA ZA PRIHODNOST. Murska Sobota, Pomurska založba. Monografska publikacija: 32 str.
- Bojc Jermanj. 1990. OGREVANJE Z ALTERNATIVNIMI VIRI ENERGIJE. Ljubljana. Monografska publikacija: 32 str.
- Sašo Medved. 2000. VARSTVO OKOLJA IN OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE. Ljubljana. Monografska publikacija: 231 str.
- <http://www.aure.si/index.php?MenuID=112&MenuType=C&lang=SLO&navigacija=on>
- <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT223.htm>
- <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT240.htm>
- <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT17.htm>
- <http://www.termotehnika.com/>
- [http://www.viessmann.si/web/slovenia/si\\_publish.nsf/Content/Waermepumpen\\_slovena](http://www.viessmann.si/web/slovenia/si_publish.nsf/Content/Waermepumpen_slovena)
- <http://www.biomasa.zgs.gov.si/index.php>
- [http://www.tiktak.si/geslo/soncna\\_energija](http://www.tiktak.si/geslo/soncna_energija)
- <http://www.energetika.net>
- [http://www2.arnes.si/~osngso3s/eno\\_project/energija\\_viri.htm](http://www2.arnes.si/~osngso3s/eno_project/energija_viri.htm)
- <http://www.ee.uni-lj.si/Predmeti/VOOVE.htm>
- <http://www.focus.si/ove/index.php?l1=vrste>