

ISSN br. 0354-8651



List Saveza energetičara
Broj 2 / Godina XIII / Mart 2011.
UDC 620.9

energija

■ ekonomija ■ ekologija

ENERGETIKA 2011

energija

ekonomija ■ ekologija

Energija/Ekonomija/Ekologija

Broj 2, mart 2011.

Osnivač i izdavač
Savez energetičara

Predsednik SE
Prof. dr Nikola Rajaković

Sekretar SE
Nada Negovanović

Glavni i odgovorni urednik
Prof. dr Nenad Đajić

Adresa redakcije
Savez energetičara
11000 Beograd
Knez Mihailova 33
tel. 011/2183-315
faks 011/2639-368

E-mail: savezenergeticara@EUnet.rs
www.savezenergeticara.org.rs

Kompjuterski prelom EKOMARK
Dragoslav Ješić

Štampa
„Akademska izdanja“,
Beograd

Godišnja pretplata
- 8.000,00 dinara
- za inostranstvo 16.000,00 dinara

Tekući račun SE
broj 355-1006850-61

Radovi su štampani u izvornom obliku uz neophodnu tehničku obradu.

Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovana, presnimavan ili prenošen bez prethodne saglasnosti Izdavača.

IZDAVAČKI SAVET

Milutin Mrkonjić, ministar za infrastrukturu i energetiku
Oliver Dulić, ministar životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja
Žarko Obradović, ministar prosvete i nauke
Nebojša Čirić, ministar ekonomije i regionalnog razvoja
Prof. dr Miloš Nedeljković, državni sekretar
Prof. dr Ivica Radović, državni sekretar
Dušan Mrakić, državni sekretar
Dr Kiril Kravčenko, gen.dir. NIS a.d.
Dragomir Marković, gen.dir. JP EPS
Miloš Bugarin, predsednik PKS
Jakovljević Vadić Vladislavović, predsednik UO NIS a.d.
Aca Marković, predsednik UO JP EPS
Ljubo Mačić, direktor Agencije za energetiku Srbije
Dr Miloš Milanković, gen.dir. JP Elektromreža Srbije
Dušan Bajatović, gen.dir. JP Srbijagas
Srdan Mihajlović, gen.dir. JP Transnafa
Goran Bojić, gen.dir. JP PEU
Dr Tomislav Simović, gen.dir. Montinvest AD
Vlada Milovanović, gen.dir. Energoprojekta
Zoran Predić, gen.dir. JKP Beogradske elektrane;
Dr Bratislav Čeperković, predsednik UO JP Transnafa;
Stevan Milićević, direktor EDB d.o.o.
Petar Knežević, direktor TENT, d.o.o.
Dragan Stanković, direktor HE „Derdap“, d.o.o.
Mijodrag Čitaković, direktor Drinsko-Limske HE d.o.o.
Dragan Jovanović, direktor TE-KO Kostolac
Predrag Radanović, iz. direktor NIS Naftagas
Isidor Popadić, iz. direktor NIS Petrol
Slobodan Mihajlović, direktor Elektrosrbija, d.o.o.
Nebojša Čeran, direktor RB Kolubara d.o.o.
Tihomir Simić, direktor Elektrovojvodina, d.o.o.
Miloš Saramandić, direktor Panonske TE-TO d.o.o.
Vladimir Jelić, direktor JKP Novosadska toplana
Dragoljub Zdravković, direktor Jugoistok, d.o.o.
Boban Milanović, direktor ED Centar, d.o.o.
Dr Svetislav Bulatović, direktor EFT Group
Dr Nenad Popović, ABS Holding
Milorad Marković, predsednik HK Minel
Dr Dragan Kovačević, gen.dir. EI Nikola Tesla
Dr Vladan Batanović, gen.dir. Institut „Mihajlo Pupin“

Dr Zlatko Rakočević, gen.dir. Instituta „Vinča“
Prof. dr Miodrag Popović, dekan ETF Beograd;
Slobodan Babić, Rudnap Group
Prof. dr Miloš Gvozdenac, Tehnički Fakultet Novi Sad
Prof. dr Milun Babić, Mašinski fakultet u Kragujevcu
Dr Vladimir Živanović, SE

REDAKcioni ODBOR

Slobodan Petrović, sekretar Odbora za energetiku PKS
Prof. dr Ozren Očić
Prof. dr Petar Đukić, TMF
Dragan Nedeljković, novinar
Dr Vojislav Vuletić, gen.sek. Udruženje za gas
Radiša Kostić, direktor Elektroistok izgradnja
Savo Mitrović, direktor Sever Subotica
Dr Branislava Lepotić, dir. JP Transnafa
Momčilo Cebalović, dir.za odnose s javnošću EPS
Dr Dušan Unković, NIS a.d.
Jelica Putniković, novinar
Miroslav Sofronić, TENT d.o.o.
Mile Danilović, dir. Termoelektro Enel
Prof. dr Vojin Čokorilo, RGF
Krstajić Sekula, novinar
Roman Mulić, SE
Rade Borojević, Privredna komora Beograda
Nikola Petrović, dir. ENERGETIKA d.o.o.

Sadržaj

- [007] D. Vukotić, B. Todorović, N. Savić
Energetski pokazatelji konzumnog područja PD EDB u periodu 2001 – 2010.
- [016] P. Tasić, S. Međo
Opis stanja mreže 110 kV usled uklapanja novog voda 110 kV Beograd 1 – Beograd 28 i popravke kvara na drugom kraju petlje koja napaja centar Beograda
- [020] M. Vujičić, Z. Radonjić
Tehnički i komercijalni gubici električne energije
- [024] S. M. Stojković
Analiza prelaznih procesa u distributivnoj mreži sa priključenom malom elektranom
- [032] S. Vukosavić, Ž. Despotović, N. Popov
Univerzalni elektronski merni modul za merenje struje i napona elektrostatičkih izdvažača
- [036] M. Nikolić, M. Bošković
Integracija informacionih podsistema sistema daljinskog upravljanja EDB Beograd – integracione tehnologije
- [042] Z. Nikolić, D. Nikolić, V. M. Šiljkut
Ostrvsko napajanje manastira Hilandara korišćenjem dizel agregata i fotonaponskih panela
- [048] S. Damjanović, N. Stevanović
Prelazne pojave kod eksperimentalnih kvarova
- [053] B. P. Brnjada, M. M. Ostojić
Dinamički rad statorskim fluksom vođene asinhronne mašine sa namotanim rotorom
- [059] J. Mandić-Lukić, N. Simić
PLC komunikaciona mreža kao osnova inteligentnog elektrodistributivnog sistema
- [065] N. Popov, D. Mihić, S. N. Vukosavić
Procena temperature rotora velikih asinhronih motora na osnovu merenja statorskih struja i napona
- [069] D. Mihić, N. Popov, M. Terzić, S. N. Vukosavić
Optimizacija rada sinhronih generatora u nekonvencionalnim izvorima

- [073] M. Arsić, Z. Odanović, M. Mladenović, Z. Savić, N. Milovanović, Ž. Šarkočević
Kompleksnost izrade projekta revitalizacije turbinske i hidromehaničke opreme hidroelektrana
- [079] T. Manojlović, M. Bulatović
Reinženjering hidromašinske opreme u HE "Perućica"
- [085] D. Babunski, E. Zaev, A. Tuneski
Design of Robust control law for Hydroturbine and SCADA simulation
- [090] V. Stojkovski, Z. Kostić, A. Nošpal
CFD analiza strujnog prostora u odnosu na kavitacijski režim rada kod Howell Bunger ventila sa ugrađenim deflektorom
- [094] I. Stojković, N. Cvjetičanin, S. Mentus
Vodne litijum-jonske baterije sa anodnim materijalima na bazi oksida vanadijuma i katodom od LiMn_2O
- [097] M. Čalasan, M. Ostojić
Simulacija izbacivanja blok prekidača generatora u HE "Perućica"
- [103] B. Čurčić
Gasna kriza kao upozorenje i mere za povećanje dugurnosti snabdevanja
- [106] V. Ivanović, D. Ivanović, V. Pajković
Trigeneracija sa deponijskim gasom
- [109] O. Ocic, I. Nikolić
Waste Plastics in Oil Derivatives Conversion
- [116] D. Ivanović, V. Ivanović, B. Čipranić
Analiza pada pritiska i temperature pri neizotermnom strujanju nafte u neizolovanim hidraulički glatkim naftovodima pri različitim temperaturama okoline
- [126] M. Brkić, Đ. Dragojević, D. Živković, M. Živanov
Jedno rešenje za realizaciju sonde za merenje temperature i provodnosti fluida u karotažnim bušotinama
- [129] N. Jovičić, G. Bošković, M. Milašinović, G. Vujić
Podizanje energetske efikasnosti procesa sakupljanja komunalnog otpada
- [135] S. Čurčić, S. Milunović, S. Dragičević
Skladištenje i korišćenje biomasa od komunalnih sistema u energetske svrhe
- [140] R. Gligorijević, J. Jevtic, Đ Borak
Dependence of the Diesel Exhaust Emissions on Biodiesel Fuel Properties
- [143] S. Dokić, T. Štula Vukušić
Ekološki aspekti primene prirodnog gasa kao energenta
- [147] M. M. Kuraica, B. M. Obradović, G. B. Sretenović
Koja je bolja tehnologija za odsumporavanje dimnog gasa – ona koja proizvodi gips ili veštačko đubrivo?
- [151] R. Biočanin, M. Badić, A. Isović
Ekspertska ocenjivanje projekata i programa razvoja u sistemu eko-bezbednosti
- [160] B. Leković, V. Karović Maričić, D. Danilović
Korišćenje alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije CO_2

energija

■ ekonomija ■ ekologija

- [165] M. M. Ninković
Renesansa nuklearne energije i zaštita od zračenja
- [174] V. Šušteršič, N. Janković, M. Babić, D. Gordić
Projektovanje grejanja plastenika korišćenjem toplotne pumpe
- [178] R. Vujadinović, U. Karadžić, Lj. Bošković
Obnovljivi izvori energije kao alternativa dizel agregatima u telekomunikacionim kompanijama
- [184] A. Sida Manea, E. Dobanda, D. Catalin Stroita
Wind turbine for individual sites
- [188] S. Subotić, D. Popović-Milovanović, B. Đukić, D. Balkoski
Integracija vetrogeneratora u prenosni sistem
- [194] Đ. Romanić, I. Jovičić
Uticaj dugoročnih promena brzine vetra na proizvodnju električne energije iz vetroelektrana
- [200] M. Čalasan, V. Vujičić
Optimizacija omskog opterećenja elektrostatičkog V-C generatora
- [206] M. Đurin Mančić, M. Kostić, N. Kostić
Energetska konstanta solarne energije u urbanim blokovima (U kontekstu šestog ekoman zakona)
- [208] M. Regodić, V. Tadić
Primena satelitskih snimanja pri praćenju atmosferskih pojava
- [212] D. Kovač
Efikasnost parnog kotla loženog teškim tečnim gorivom
- [222] T. Simović, M. Gvozdenović, B. Jugović, T. Trišović
Sistem za održavanje optimalne koncentracije inhibitora i PH u rashladnim sistemima
- [226] M. Banjac, U. Dekić
Analiza rada vodenog skladišta sunčeve energije kao sezonskog toplotnog rezervoara toplotne pumpe
- [232] Z. Bajić, D. Stublinčević, D. Popović, M. Bajić
Pepeo termoelektrana postaje sekundarna sirovina
- [237] J. Kon, M. Crnčević
Organizazione i projektno-tehničke novine sistema osmatranja i obaveštavanja
- [242] Z. Stojanović, I. Gajić, M. Jovanović, M. Milić
Mogućnosti ušteda energije i vremena startovanja blokova TENT B (2x620MWe)
- [245] S. Cicović, P. Šekeljčić
Imovinsko pravni poslovi gradnje TENT 3

Projektovanje grejanja plastenika korišćenjem toplotne pumpe

1. Uvod

Upotreba tla zemljišta kao izvora toplote za toplotne pumpe omogućava korišćenje obnovljivih izvora energije koji se nalaze u zemlji. U ovom slučaju zemlja služi kao sezonsko skladištenje solarne energije. Na dubini od 0,9-1,5 m amplituda promene temperature usled promene spoljne temperature je veoma mala. To rezultuje izuzetno povoljnim uslovima za rad toplotne pumpe koja izdvaja energiju iz tla. Takođe, u toku letnjih meseci zemlja može dodatno da se koristi za hlađenje [1].

Produkcija poljoprivrednih proizvoda u zaštićenom prostoru spada u najintenzivnije u biljnoj proizvodnji. Zaštićeni prostor obezbeđuje smanjenje rizika usled uticaja nepovoljnih klimatskih uslova tokom jesenjeg, zimskog i prolećnog perioda, ali i vrlo uspešnu zaštitu od visokih temperatura u letnjim mesecima. Rezultat upravljanja mikroklimatskim uslovima tokom čitave godine, shodno biološkim zahtevima gajene biljke, je značajno povećanje prinosa po biljci, samim tim i po jedinici površine.

Najveće površine pod zaštićenim prostorom od 141.200 ha, nalaze se u Aziji, i to uglavnom u Japanu, od čega su 138.200 ha plastenici. U severnoj Evropi od ukupno 42.500 ha, plastenici zauzimaju 16.700 ha. Na Mediteranskom području dominiraju plastenici i visoki tuneli na 67.700 ha. Trenutno u Srbiji registrovano je 64 ha pod staklenicima i 8 ha pod plastenicima. U poslednjih pet godina podignuto je još oko 15 ha pod visokim

Sažetak

Većina zemalja širom sveta suočava se sa ozbiljnim nedostacima energije ili će se suočiti u bliskoj budućnosti. Velika potrošnja energije i porast broja stanovnika u svetu primorava nas da se suočimo sa problemom kritičnog smanjenja zaliha fosilnih energetske izvora, kao i hrane. Trenutna energetska zavisnost od nafte i njenih derivata zahteva i znatne ekonomske izdatke, a u budućnosti nagoveštava negativne efekte na nacionalne ekonomije, kao i na međunarodnu bezbednosnu situaciju.

Takođe, proizvodnja zdrave hrane predstavlja imperativ današnjice. Uzgajanjem u staklenicima i plastenicima, sa poboljšanim uslovima zagrevanja, ne samo da se dobija bolji kvalitet hrane, već se ostvaruju i veći prinosi, bolja zarada, a smanjuju troškovi za energiju koja je neophodna za zagrevanje i klimatizaciju.

U okviru ovog rada izvršen je proračun toplotnih gubitaka u plasteniku na osnovu kog se vrši odabir toplotne pumpe, zatim proračun dubina bušotina, dužina sondi i cevovoda za grejanje plastenika i urađen je 3D virtuelni model plastenika.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije, toplotna pumpa, U-cev, plastenik.

DESIGNING HEATING IN PLASTIC GREENHOUSES USING HEAT PUMPS

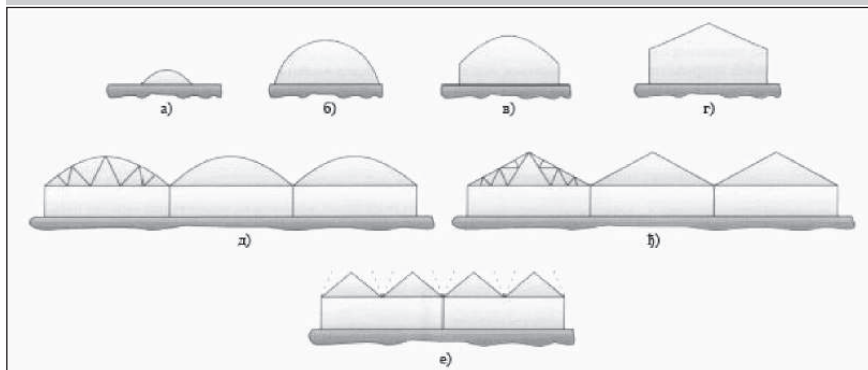
Most countries around the world are faced with a serious lack of energy or will face it in the near future. High energy consumption and an increase in population in the world will force us to face with the problem of critical reduction of domestic supplies of fossil energy sources, as well as food. Current energy dependence on oil and its derivatives requires considerable economic costs, and implies to a negative effect on national economies and the international security situation in the future.

It could be also said that the producing healthy food has big significance in today's world. By growing plants in plastic greenhouses, with improved heating condition, not only the food of better quality is produced, but also bigger amount of yields are obtained, as well as higher profit. Moreover, the expenses of energy producing, that is essential for heating and air conditioning, are reduced.

In this paper the heat loss in a greenhouse, which is a base for selection of the heat pump, is calculated. Furthermore, the calculation of the depth of wells is made, as well as the length of the boreholes, pipes for heating greenhouses, and as an addendum, a 3D virtual model of a greenhouse is made.

Key words: renewable energy sources, heat pump, U-tube, plastic greenhouse.

Slika 1 Tipovi plastenika



A - niski tunel, B - visoki tunel, V - platenik, G - jednobrodni staklenik (plastenik), D - višebrodni platenik, Đ - višebrodni staklenik (plastenik), E - Venlo staklenik

plastenicima. Od ukupne površine više od 70 % je van upotrebe, na 20 % odvija se proizvodnja na rubu ekonomske opravdanosti, a na preostalih 8% (5,2 ha staklenika) u toku je revitalizacija tehnologije proizvodnje i grejanja.

2. Tipovi plastenika

Širom sveta primenjuju se brojni tipovi staklenika/plastenika, različitih formi, materijala, noseće konstrukcije, pokrivki i drugog. Na slici 1. prikazani su tipovi koji su najviše zastupljeni u našoj zemlji. Načelno se za konstrukcije - tipove sa kružnim krovom primenjuju elastični pokrivni materijali, folije. Kao pokrivka za tipove sa ravnim krovovima primenjuju se kruti materijali kao što su paneli polikarbonata ili staklo, ali i folije.

Može se uočiti da postoje konstrukcije sa jednim krovom - jednobrodne (eng. *single span*) i sa više povezanih krovova - višebrodne konstrukcije (eng. *multi span*). Višebrodni se nazivaju i blok staklenici/plastenici. Povezivanje više brodova izvodi se sa pregradom među njima ili bez nje.

Izbor tipa plastenika zavisi od više faktora. Za proizvodne površine od oko 400m² biraju se jednobrodne konstrukcije, a za veće višebrodne. Konstrukcije sa ravnim konturama krova namenjene su za korišćenje stakla i drugih nesavljivih pokrivki, ali može da se koristi i folija. Tipovi sa zaobljenim krovovima prekrivaju se isključivo folijama ili savitljivim panelima. Visina plastenika do nivoa krova bira se na osnovu visine gajenih biljaka, uzimajući u obzir i smeštaj potrebnih instalacija.

Tip grejanja bira se na osnovu željenog perioda grejanja, odnosno proizvodnje u stakleniku/plastniku. Pre odlučivanja o tipu grejanja treba

razmotriti kolika su dodatna ulaganja u sistem za grejanje i gorivo. Tip grejanja utiče i na konstrukciju staklenika/ plastenika.

3. Toplotne pumpe

Toplotna pumpa predstavlja jedno od najefikasnijih tehničkih rešenja za uštedu električne energije pri dobijanju toplote kao finalnog vida energije. Osim dobijanja toplote u grejnoj sezoni, toplotne pumpe služe i kao rashladne mašine u letnjim mesecima kada je potrebno vršiti rashlađivanje prostora. Postoji više različitih tehnoloških sistema za dobijanje toplote koristeći toplotne pumpe. Razlike se odnose uglavnom na izvor niske temperature toplote, njen temperaturni nivo, na vrstu korisnika (industrija, domaćinstva, trgovina) itd. Primena toplotnih pumpi se naročito podstiče. Trenutno se u Evropskoj Uniji koristi 356.000 toplotnih pumpi koje imaju instalisani kapacitet od 2,8 GW. Za instalaciju toplotnih pumpi koje zamenjuju sistem grejanja sa fosilnim gorivom u Švajcarskoj npr. država subvencionise sa 200 €/kWe [2].

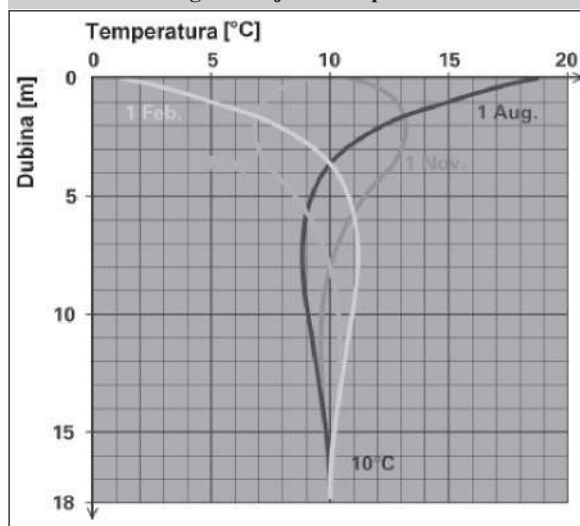
Postoje tri različita izvora toplotne energije - spoljašnji vazduh, zemlja i podzemne vode. Na osnovu toga imamo i tri različita sistema toplotnih pumpi: vazduh-voda, zemlja-voda i voda-voda.

Zemlja je vrlo dobar akumulator Sunčeve toplote budući da su temperature na dubini od 1,2-1,5 metara tokom cele godine relativno stalne i kreću se između 5° i

15°C (slika 2). Putem horizontalnih postavljenih zemljanih kolektora ili putem vertikalno ukopanih dubinskih sonde, akumulirana toplota zemlje se tečnim hemijskim sredstvom (npr. propilen-glikol) prenosi do isparivača toplotne pumpe. Količina akumulirane i predate toplote u najvećoj meri zavise od termofizičkih svojstava tla i od klimatskih uslova (količina Sunčevog zračenja).

- Horizontalni izmenjivači ili kolektorska polja se koriste kada su na raspolaganju veće količine zemljišta ispod kojeg se mogu polagati cevi i na kojima se mogu izvoditi radovi (npr. ruralna područja). Procenjuje se da je za porodičnu kuću potrebno oko 500m² zemljišta, a važi i pravilo da površina zemljišta (kolektorsko polje) mora najmanje da bude duplo veća od površine koju treba grejati. Cevi izmenjivača se izrađuju od polimernih materijala (PE, PP i sl.) i polažu se na dubinu od 1,2 do 1,5 m (ispod granice smrzavanja), paralelno, na udaljenosti od 0,3 do 0,7 m, pri čemu treba znati da za svaki m² prostorije koji treba grejati treba postaviti između 1,5 i 2 m cevi. Količina toplote koja se tako može dobiti zavisi od mnogih činjenica, a među najvažnijim su osunčanost zemljišta i specifični toplotni kapacitet tla, pri čemu se kao najbolje pokazalo glineno tlo. Prosečni godišnji toplotni učinak takvog sistema iznosi od 20 do 40 W/m² kolektorskog polja. Kako se po pravilu ne mogu postići temperature radnog fluida veće od 50 °C, takve toplotne pumpe se koriste samo za nisko-temperaturne sisteme grejanja (podno grejanje),

Slika 2 Porast temperature s dubinom i uticaj Sunčevog zračenja na temperaturu tla



- Vertikalni izmenjivači ili toplotne sonde su naročito prikladni, pa i neophodni u gusto naseljenim područjima gde jednostavno nema raspoloživog zemljišta. Sonde se polažu na dubini od 30 do 60 m, a najviše do 100 m, pri čemu je najčešći materijal izrade polietilen koji garantuje dobru izmenu toplote i jednostavno rukovanje, a otporan je prema uslovima unutar zemlje (vlaga, pritisak, mikroorganizmi).

U zemlju se najčešće polažu četiri sonde, jedna od druge, u dve osnovne konstrukcije: kao dvostruka U cev, pri čemu kroz jedan krak ulazi ohlađeni radni medij, a kroz drugi se u toplotnu pumpu vraća zagrejan, kao koaksijalne cevi, pri čemu je unutrašnja od PE i kroz nju struji hladni radni medij, dok je spoljna metalna i kroz nju prema toplotnoj pumpi struji zagrejan medij.

4. Proračun toplotnih gubitaka, dužina cevi za grejanje i cevne mreže u plasteniku

Ukupni toplotni gubici sastoje se od gubitaka usled odvođenja toplote kroz zidove i krov plastenika i gubitaka usled prodora spoljašnjeg vazduha u plasteni. Krov plastenika izrađen je od dvoslojne plastične mase, a prednji i zadnji zid od pleksiglasa. Pri određivanju osnovnih dimenzija plastenika sa prirodnom ventilacijom treba voditi računa da odnos širine i dužine plastenika ne bude veći od 1 : 6. U suprotnom, ne može se ostvariti potrebna ventilacija. Da bi prirodna ventilacija bila efikasna, površina otvora mora da bude 20 ÷ 30 % od površine osnove objekta.

Potrebe za toplim vazduhom povrća i cveća su dati u tabeli 1.

Plasteni je sačinjen od noseće konstrukcije (izrađene od aluminijumskih cevi prečnika 40 mm), vrata (prednjih i zadnjih) i omotača izrađenog od dvoslojne

plastike. Cevi su raspoređene tako da se prostor u plasteniku maksimalno iskoristi za sadnice, a da opet imaju potrebnu dužinu koja je neophodna za postizanje zadate temperature. Da cevi ne bi odavale toplotu tamo gde to nije potrebno, izolovane su sve do samog ulaska u plasteni.

Dimenzije plastenika su: širina 12 m, visina 6 m i dužina 40 m.

Toplotni gubici usled odvođenja toplote:

$$Q_o = A_1 \cdot k_1 \cdot \Delta t + A_2 \cdot k_1 \cdot \Delta t = 49,797 \text{ kW}$$

gde su: k_1 – koeficijent prolaza toplote za dvoslojnu plastiku pri brini vetra od 5 km/h iznosi 3,38 W/m²·°C, A – površina za razmenu toplote (površina omotača plastenika plus površina vrata $A = A_1 + A_2 = 867 \text{ m}^2$) Δt – srednja razlika temperature unutrašnjosti plasteniku i okoline ($\Delta t = 17^\circ \text{C}$).

Toplotni gubici usled prodiranja spoljašnjeg vazduha su:

$$Q_{sp} = q_{iz} \cdot V \cdot \Delta t \cdot 0,102 = 0,98 \text{ kW}$$

gde su: q_{iz} – broj izmena vazduha po satu u plasteniku (za dvoslojnu plastiku $q_{iz} = 0,25$ izmena/h), V – zapremina plastenika ($V = 2260,8 \text{ m}^3$).

Ukupni gubici su:

$$Q = Q_o + Q_{sp} = 50,777 \text{ kW} = 182,797 \frac{\text{MJ}}{\text{h}}$$

Na osnovu proračunatog toplotnog opterećenja izvršen je odabir toplotne pumpe tipa zemlja/voda (slika 3). Dobijeno je da je $\eta_{COP} = 5,758$. Na našem tržištu zastupljeni su svi svetski proizvođači: Buderus, Bosch, Daikin, Valliant, Rehau, Viessmann i dr. Proizvođač propisuje nominalnu snagu toplotne pumpe, koja varira u zavisnosti od temperature u primaru i temperature zemlje.

Pri proračunu i projektovanju uzeto je da se na dno plastenika postavljaju glatke cevi manjeg prečnika od polietilena ili polibutilena. One se postavljaju direktno na tlo plastenika. Ako su cevi postavljene preblizu jedna drugoj smanjuje se efektivna površina delovanja, što dovodi do smanjenja toplotnog kapaciteta. Potrebna dužina cevi nadzemnog grejanja, da bi se pokrila toplotna potrošnja, računa se kao što je

opisano [6], a može da se dobije se i na osnovu formule [5]:

$$l = \frac{Q}{Q/l} = \left[4,422 \left(\frac{1}{D_c} \right)^{0,2} \cdot \left(\frac{1}{1,8 \cdot t_1 + 32} \right)^{0,181} \cdot \Delta t_1^{1,266} \right] + \left[5,7 \cdot 10^{-10} \cdot \left[(1,8 \cdot t_2 + 32)^4 - (1,8 \cdot t_3 + 32)^4 \right] \right] 11,356 \cdot F$$

gde su:

$\frac{Q}{l} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{h} \cdot \text{m}} \right]$ – prenos toplote po metru dužine,

$D_c [\text{m}]$ – prečnik polibutlenske cevi ($D_c = 25,4 \text{ mm}$),

$t_1, t_2, t_3 [^\circ \text{C}]$ – temperature u stakleniku koje su u funkciji pada temperature, dobavne i srednje temperature u radnom krugu, kao i prosečne temperature negrejanih površina,

$F \left[\frac{\text{m}^2}{\text{m}} \right]$ – spoljašnja površina cevi po jediničnom metru ($F = 0,105 \text{ m}^2/\text{m}$).

Celokupni proračun je urađen u softverskom paketu Mathcad, a da bi se proračun komercijalizovao i približio širem krugu korisnika urađen je i u Excel-u, koji je osnovni deo paketa Microsoft Office i svima je dostupan (slika 4). Jednostavnim unošenjem vrednosti automatski se dobijaju potrebne vrednosti:

- Toplotnih gubitaka (na osnovu čega se bira toplotna pumpa),
- Dužina cevovoda koja je potrebna u plasteniku da bi se dobila zahtevana temperatura i
- Potrebna dužina sonde (U-cevi) tj. broj bušotina.

Potrebna dužina cevovoda dobijena proračunom iznosi 1013 m. Proračunom je dobijena i dužina sonde od 724 m, a kako se ne preporučuje dubina bušotine veća od 100 m, kao najbolje rešenje usvojeno je 8 bušotina dubine 90,6 m. Međutim, iz ovako velike potrebne dužine cevovoda i dužine sonde, ovakav vid grejanje za sada nije ekonomičan ni praktičan za hladnije klimatske uslove [5].

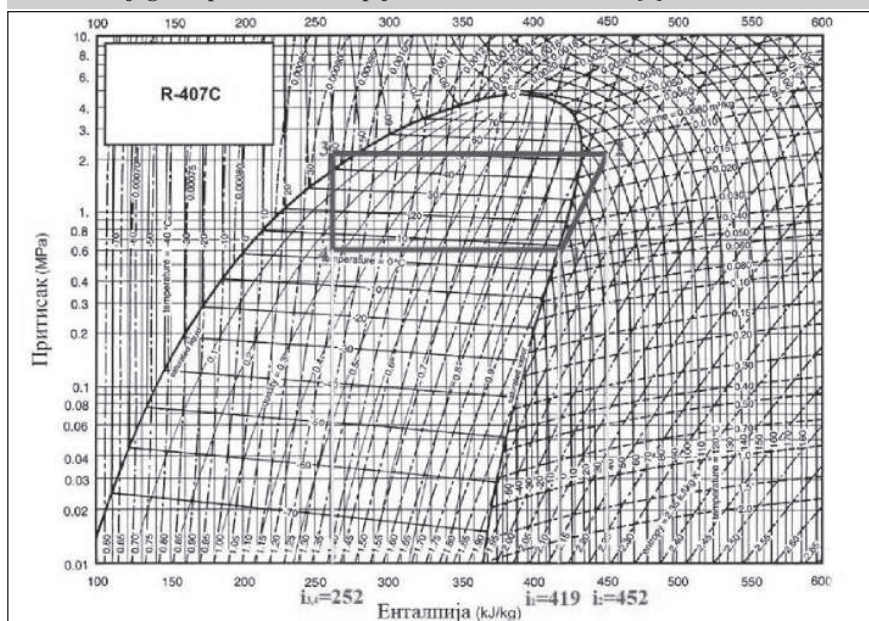
Na osnovu proračuna određene su dužine cevi, potrebna dubina i broj bušotina, posle čega je izrađen 3D model u okviru programskog paketa Dassault Systemes Catia V5R17. 3D model sadrži:

- građevinski objekat za smeštaj toplotne pumpe,
- toplotnu pumpu,
- plasteni,
- sonde (U- cevi sa potrebnom izolacijom i bušotinama),
- cevovod sa propratnom opremom (izolacija, ventili, šahta...).

Tabela 1 Temperaturni zahtevi za pojedine useve u plasticima

Povrće	Dan (°C)	Noć (°C)
Paradajz	21 - 24	17 - 18
Zelena salata	24	18
Krastavac	24 - 25	21
Paprika	18 -29	16 - 18
Cveće	Dan (°C)	Noć (°C)
Ruže	16 -17	17
Karanfil	24	10
Ljiljan	16	16

Slika 3 Dijagram pritisak – entalpija za radni fluid R-407C [5]

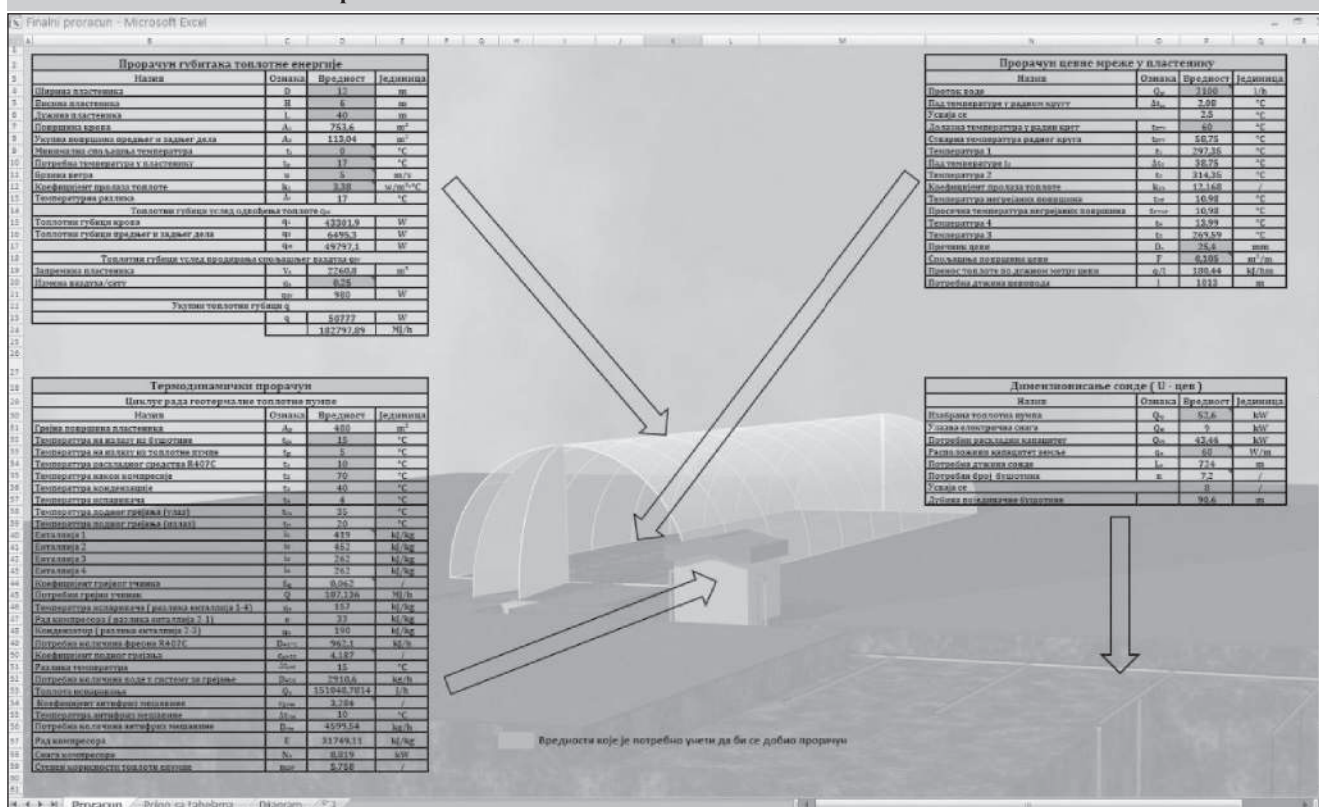


Delovi sonde koji se nalaze bliže površini zemlje su izolovani da ne bi dolazilo do nepotrebnog gubitka toplote zbog manje temperature zemlje na toj dubini. Takođe, prilikom modeliranja građevinskog objekta vodi se računa da objekat svojom visinom ne zaklanja upadne sunčeve zrake. Kako se položaj Sunca razlikuje od godišnjih doba (leto–zima) i doba dana, rastojanje između objekta i plastenika mora biti 1,5 puta veće od visine samog objekta, što je eksperimentalno utvrđeno.

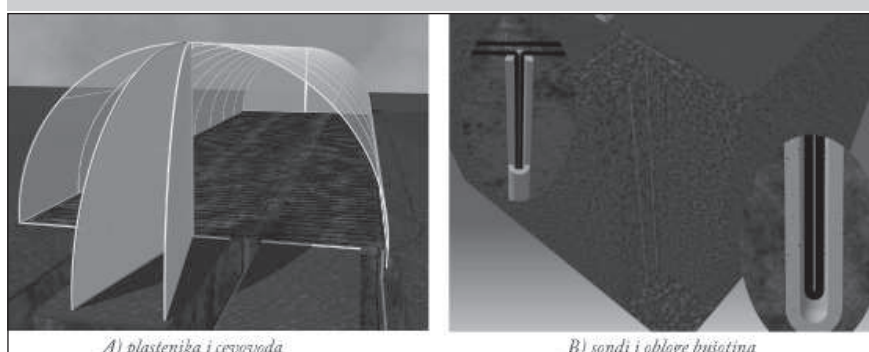
5. Zaključak

Ekonomičnost korišćenja plastenika obzirom na sistem grejanja (toplotna pumpa koja koristi toplotu zemlje) ima prednosti u odnosu na korišćenje konvencionalnih goriva (ugalj,

Slika 4 Worksheet – Proračun plastenika



Slika 5 3D model



mazut). To se ogleda u sledećem: može se koristiti tokom cele godine, poboljšava se prinos, kvalitet i modu se uzgajati više kultura istovremeno. Srbija ima veoma pogodne prirodne uslove za razvoj raznovrsne poljoprivredne proizvodnje. Nalazi se na najpovoljnijem području severne geografske širine, sa četiri godišnja doba i četiri klimatska područja veoma pogodna za poljoprivrednu proizvodnju. Naša zemlja raspolaže sa oko 5.111.000 ha

poljoprivredne površine (0,60 ha po stanovniku), 4.255.000 ha obradive površine (0,50 ha po stanovniku), što je iznad standarda zemalja Evrope. Povećanjem proizvodnje u plastenicima i staklenicima ne samo da bi povećala naš izvoz, već bi smanjila i uvoz u našu zemlju.

Proračun toplotnih gubitaka, dužine cevovoda i potrebne dužine sonde (U-cevi) u plasteniku urađen je u softverskom paketu MathCad, a zatim i u Excel-u. Po proračunu nacrtao je 3D model plastenika, cevi, bušotina, razvodnih ventila i toplotne pumpe. Uz pomoć ovako projektovanog proračuna i 3D modela mogu se na veoma lak način dobiti neophodni podaci za projektovanje grejanja plastenika.

6. Literatura

- [1.] Heat Pumps Technology And Environmental Impact, July 2005: Part 1
- [2.] V. Šušteršič, M. Babić: „Geotermalna energija-energija prirodnih i veštačkih izvora tople vode“, monografija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2009
- [3.] J. Hanova, H. Downlatabadi: „Strategic GHG reduction through the use of ground source heat pump technology“, Environmental Research Letter. 2 (2007) 044001
- [4.] Andrew Chiasson, P.E.: „Greenhouse heating with geothermal heat pump systems“, GHC Bulletin, March 2005
- [5.] T. Kurevija, M. Golub: „Iskorištavanje geotermalnih ležišta“, Rudarsko-geološko naftni fakultet, Zavod za naftno inženjerstvo, Zagreb, 2008
- [6.] M. Barać, N. Vitas: „Proračun razmene toplote geotermalnih voda Jošaničke banje u realizaciji pilot-projekta plastenika“, Institut za istraživanja i projektovanja u privredi, Beograd 2009

Radoje Vujadinović, Uroš Karadžić

Univerzitet Crne Gore-Mašinski fakultet Podgorica, Podgorica, Crna Gora

Ljubiša Bošković

SISTEM d.o.o., Podgorica, Crna Gora

UDC: 662.75:620.9

Obnovljivi izvori energije kao alternativa dizel agregatima u telekomunikacionim kompanijama

Sažetak

Obnovljivi izvori energije su po prirodi neiscrpni, a njihov negativan uticaj na životnu sredinu, je praktično zanemarljiv. U ovom trenutku jedino primjena obnovljivih izvora energije omogućava dalji razvoj energetike uz istovremeno očuvanje životne sredine.

Sagorijevanjem fosilnih goriva, prevashodno uglja, nafte i prirodnog gasa, oslobađaju se u atmosferu velike količine ugljen-dioksida (CO₂) i drugih gasova sa efektom staklene bašte. Pomenuti proces je izmijenio sastav atmosfere, dovodeći do tzv. efekta staklene bašte i globalnog zagrijavanja. U zemljama razvijenog svijeta se sve češće vrši supstitucija električne energije dobijene iz fosilnih goriva energijom dobijenom iz obnovljivih izvora energije. Kako Crna Gora raspolaže značajnim potencijalom sunca i vjetra to je primijenjeno napredno tehnološko rješenje koje koristi energiju sunca i vjetra, kako bi se dobila energija neophodna za snabdijevanje baznih stanica telekomunikacionih kompanija i izbjegla primjena agregata koji sagorijevaju tečna fosilna goriva emitujući CO₂ i druge štetne gasove u atmosferu.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, dizel agregat, fosilna goriva, vjetrogenerator, fotonaponski modul, bazne stanice

RENEWABLE ENERGY SOURCE AS AN ALTERNATIVE TO DIESEL GENERATORS IN TELECOMMUNICATIONS COMPANIES

Renewable energy sources are inexhaustible in nature, and their negative impact on the environment, is practically negligible. At this point, only the application of renewable energy sources allows further energy development while preserving the environment.

Combustion of fossil fuels, primarily coal, oil and natural gas are released into the atmosphere large amounts of carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gases. The process in the altered composition of the atmosphere, leading to the so-called. greenhouse effect and global warming.

In the developed countries are increasingly being substituted is electricity from fossil fuels with energy derived from renewable energy sources. As Montenegro has significant potential for solar and wind power is applied to leading edge technology that uses solar energy and wind power to provide the energy necessary for the supply of base stations and telecommunications companies avoid the application of the generating units that burn liquid fossil fuels are emitting CO₂ and other harmful gases atmosphere.

Key words: renewable energy sources, diesel generator, fossil fuel, wind generator, photovoltaic modules, base stations

1. Uvod

Analiza potencijala obnovljivih izvora energije pokazuje da ovi

izvori energije mogu imati značajnu ulogu u energetsom bilansu Crne Gore. Međutim, postoji niz prepreka koje onemogućavaju širu upotrebu