

POVOLJNA MIKROKLIMA U GREJANOM PLASTENIKU KAO USLOV KVALITETNE PROIZVODNJE

MICROCLIMA MODELLING IN HEATED GREENHOUSE FOR QUALITY PLANT PRODUCTION

Dr Mirko BABIĆ, dr Ljiljana BABIĆ, mr Branislav KARADŽIĆ, Ivan PAVKOV, dipl.ing, Ondrej PONJIČAN, dipl.ing.
Poljoprivredni fakultet, 21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8

REZIME

Položaj grejnih cevi bitno utiče na temperaturno polje vazduha u zaštićenom prostoru. Istraživan je model zagrevanja plastenika pomoću tople vode. Fleksibilne plastične cevi za grejanje postavljene su na zemljište između biljaka. Fiksirane čelične cevi postavljene su uz granice plastenika, neposredno iznad zemlje (sl. 1). Merenjem temperatura vazduha u različitim tačkama tokom vremena (sl. 2) i analizom rezultata zaključeno je da je projektovani model položaja grejnih cevi prihvatljiv. Taj model potrebno je korigovati u smislu povećanja grejne površine fiksnih cevi uz granice plastenika.

Ključne reči: grejanje plastenika, temperaturno polje vazduha, plastenik.

SUMMARY

Heating pipes position in greenhouse space has an influence onto air temperature distribution. So, pipes composition for heating was studied, especially flexible plastic ones, which cover the ground in the rows between plants. Stationary steel pipes in the plane of lateral sides of greenhouse were incorporated into heating system (Fig.1). Inside air temperature distribution were measured in different points of space during time (Fig. 2). The final analyse of obtained values indicate that heating pipes composition is acceptable, but with update in the sense of heating pipes surface increasment near the border of greenhouse.

Key words: Greenhouse heating, inside air temperature distribution, greenhouse.

Oznake – Simbols

t (°C) - temperatura – temperature,
t_{w1} (°C) - temperatura polazne vode – inlet water temperature,
t_{w2} (°C) - temperatura povratne vode – outlet water temperature,
t_o (°C) - temperatura okolnog vazduha – outside air temperature,
R (W/m²) - zračenje Sunca – solar radiation,
A, B, C, - vertikalna pozicija – vertical position,
1, 2, 3, 4, 5 - horizontalna pozicija – horizontal position.

UVOD

Mikroklima u zaštićenom prostoru definisana je veličinama temperature i vlažnosti vazduha u funkciji prostornih koordinata i vremena. Naravno, ove veličine stanja vazduha nisu jedini parametri mikroklimе, ali sa aspekta tehnike grejanja i provetravanja oni su najvažniji. Spoljni klimatski parametri, koji dominantno utiču na stanje vazduha u zaštićenom prostoru, su temperatura vazduha, vetar i zračenje Sunca. Ovi spoljni faktori izazivaju promene u zaštićenom prostoru, koje je potrebno adekvatnom termoenergetskom i termotehničkom opremom korigovati u cilju postizanja zahtevanih uslova proizvodnje za pojedine vrste biljaka. Vrsta i položaj izvora toplote za grejanje i efikasnost provetravanja bitno utiču na temperaturno polje i polje vlažnosti. Biljkama najviše odgovara ravnomerna temperatura vazduha po celoj visini. Različiti sistemi grejanja mogu uzrokovati netolerantne razlike temperatura vazduha u zoni rasta biljke, što ima za posledicu negativni uticaj na razvoj biljke. Česta je pojava visokih temperatura vazduha u gornjem delu zaštićenog prostora, zbog lošeg pozicioniranja grejnih tela ili izvora toplote i prirodnog uzgona zagrejanog vazduha. Ovakvi slučajevi uzrokuju povišene energetske troškove uz neadekvatno formiranje mikroklimе.

MATERIJAL I METOD

Različiti pristupi u postavljanju grejnih tela ili izvora toplote potiču od različitih klimatskih uslova, ponuđenih

tehničkih rešenja i investicionih mogućnosti (Fowler P. A. et al, 1997, Latimer J. G, 2001) . Izraelski stručnjaci (Teitel, M. at all, 2004) navode da je za evropske uslove (Holandija) postavljanje vodogrejnih cevi adekvatno rešenje, dok za je za Izrael prihvatljivije razvođenje zagrejanog vazduha perforiranim cevima. Zadatak projekatnata grejanja i provetravanja zaštićenog prostora je da na osnovu postavljenih kalendarskih zahteva za temperaturom vazduha u zaštićenom prostoru (Babić Ljiljana i Babić M, 1984, Babić M. i Babić Ljiljana, 2002-1) proračuna energetske bilans. Naredni zadatak je projektovanje grejnog sistema koji će obezbediti ravnomerno temperaturno polje vazduha. To se postiže različitim koncepcijama grejnih sistema.

Analiza različitih grejnih sistema (Babić, M, Babić, Ljiljana, 2002-2) pokazuje da je, sa spektra ravnomernosti temperaturnog polja vazduha, najpovoljniji slučaj upotreba vodogrejnih cevi i njihovo postavljanje na ili u zemljište. Uz ovo je potrebno obezbediti dodatne grejne površine uz bočne granice zaštićenog prostora. Takav model zagrevanja realizovan je u proizvodnji u zaštićenom prostoru privatnog proizvođača Lazara Đukića iz Gospodinaca (opština Žabalj). Plastenik koji je korišćen za ispitivanje modela je veličine 50x100 m. Grejni sistem je izgrađen na bazi biomase kao goriva (Babić, M. i sar. 2001, Babić M i Babić Ljiljana, 2002-1). Kao gorivo za zagrevanje vode u toplodvodnim kotlovima koristi se balirana sojina slama. Svrishodnost i ekonomičnost korišćenja ove vrste goriva obrazlagana je i dokazivana u mnogim sopstvenim radovima (Babić M, Babić Ljiljana, 1984, Babić M. i sar, 1994, Babić M. i sar, 1996, Babić M. i sar, 2002). Fleksibilne toplodvodne cevi od tvrde plastike postavljene su na površinu zemljišta između redova biljki. Pored toga, postavljene su fiksne cevi uz bočne granice plastenika radi obezbeđivanja ravnomernosti temperatura vazduha u blizini bočnih strana (sl. 1).

Na pomenutom lokalitetu postavljen je računarski akvizicioni sistem (sl. 2) sa ciljem da se u dužem vremenskom periodu registruju promene i razlike temperatura i vlažnosti vazduha. Utvrđivanje stanja mikroklimе u plasteniku zasnovano je na potrebi da se dozna temperaturno polje vazduha i vlažnost vazduha u karakterističnim tačkama.

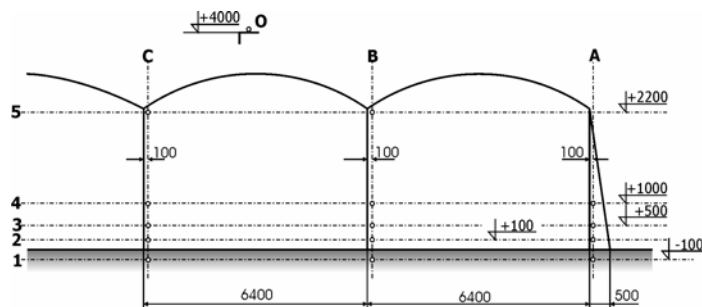


Sl. 1. Položaj grejnih cevi
Fig. 1. Heating tubes position

Pri planiranju merenja pošlo se od toga da treba utvrditi neravnomernost temperaturnog polja vazduha i zemljišta u zoni rasta biljaka i u zoni uz spoljne granice plastenika. Zbog toga je postavljena merna mreža definisana korodinatama A, B i C (vertikalni pravac) i 1, 2, 3, 4 i 5 (horizontalni pravac) (sl. 3). Osim toga, iznad plastenika postavljena je merna tačka O radi merenja stanja okolnog vazduha i intenziteta zračenja Sunca. U tabeli (tab. 1) predstavljene su vrste merenja koje se izvode saglasno sa šemom merenja (sl. 2). Iz tabele proističu i indeksi uz oznake. Na primer, temperatura u preseku pravi 2 i B nosi oznaku t_{2B} . Frekvencija očitavanja merenih veličina bila je svakih 60 s. Merenja su planirana i realizovana tokom proizvodnje zelene salate u zimskom periodu 2004. Vlažnost vazduha merena je vlnim i suvim termonaponskim sensorima sa prinudnim strujanjem vazduha (sl. 4). Mernje temeapature vode obavljeno je na polaznoj i povratnoj fleksibilnoj cevi termonaponskim sensorima (sl. 5). Za sva merenja temperatura vazduha i vode korišćeni su termonaponski senzori tip K.



Sl. 2. Računarska akvizicija smeštena je u kamp prikolicu
Fig. 2. Position of computer data aquizition



Sl. 3. Šema merenja u plasteniku
Fig. 3. The measurement scheme in greenhouse

Tabela 1. Merne veličine (u skladu sa sl. 3)
Table 1. Measured values (consistent fig. 3)

Merene koordinate Measured co-ordinate	1 (zemlja- soil)	2	3	4	5
A	T	T	T	T	T
B	T	T	T	T	T
C	T	T, MD	T	T	T, MD
O	T, MD, R				

Legenda: T – temperatura vazduha/zemlje, MD – vlažnost vazduha, R – direktno zračenje Sunca

Legend: T – temperature of air/soil, MD – moisture of air, R – direct solar radiation



Sl. 4. Merenje temperature suvog i vlažnog termometra
Fig. 4. Measurement with dry and wet thermometer



Sl. 5. Merenje temperature polazne i povratne vode za grejanje
Fig. 5. Measurement temperature of inlet and outlet heating water

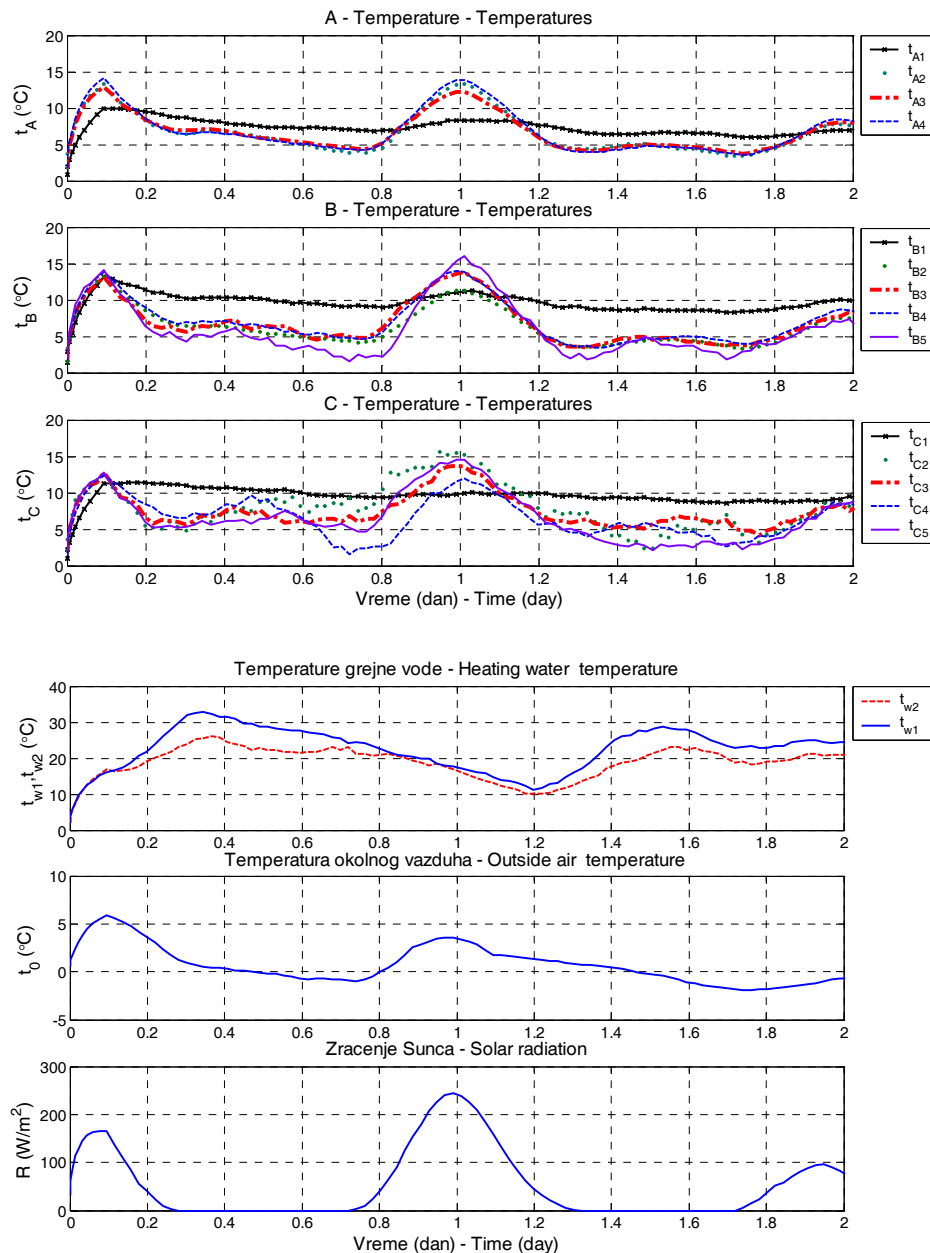
REZULTATI I DISKUSIJA

Planirana mernja trajala su od kraja decembra 2003. do početka februara 2004. Za analizu je uzet period od dva dana (21.12.-23.12.2003). Zbog sporih promena parametara broj mernih podataka redukovano je na vrednosti koje su očitane svakih 10 min. Na dijagramima (sl. 6) prikazane su promene izmerenih veličina tokom navedenog vremena. Kao što se i očekivalo, promene temperature zemljišta bile su mnogo manje izražene u odnosu na promene temperatura vazduha. Tokom noći, kada je funkcionisalo grejanje, razlike temperatura vazduha po visini bile se veoma male, što se može oceniti kao povoljnost postavljenog modela grejanja.

Tokom dana, razlike temperatura vazduha u različitim tačkama su nešto izraženije. Naročito se ističu «pikovi» u koordinatama 5 (neposredno ispod gornje površine folije). Može se uočiti da su ti maksimumi u korelaciji sa zračenjem Sunca. S obzirom na činjenicu da je u tim periodima grejanje bilo isključeno, može se konstatovati da povišene temperature vazduha u gornjim zonama plastenika nisu posledica nepovoljnog položaja grejnih cevi, već normalna prirodna pojava nastala zbog samouzgona vazduha. Ova anomalija se, u slučaju previsokih temperatura vazduha, neutrališe provetravanjem plastenika (sl. 7). Temperature zemljišta u zoni koja je bliska bočnoj stranici plastenika, ipak su bile nešto niže, što je posledica nedovoljne grejne površine fiksnih cevi i njihovog položaja. U korekciji modela potrebno je povećati te površine. To povećanje treba realizovati na taj način što bi se ukopala dodatna grejna cev u zemljište na dubini 10-20 cm, kako bi se otvorila toplotna barijera i u samom zemljištu.

Sa dijagrama se može videti da temeprture polazne i povratne vode za grejanje nisu u odgovarajućoj korelaciji sa spoljnom temperaturom vazduha. Ova pojava je posledica manuelnog upravljanja kotlovnicom, što je podložno subjektivnoj grešci. Mada ovim greškama proizvodnja nije bila ugrožena, u budućnosti treba posvetiti pažnju automatizovanju kontrole temperature grejne vode u polaznim i povratnim vodovima u plasteniku. Kvalitetna i relativno jeftina automatizacija može se ostvariti dodavanjem “akumulatora toplote” u kotlovnici i ugradnjom trokrakih mešnih ventila u svakom plasteniku (Babić, M., Babić, Ljiljana, 2002-1).

S obzirom na domaće potencijale biomase (Nenić N. i sar, 1996) i pozitivna iskustva modela proizvodnje, koji je delimično prikazan u ovom radu, može se očekivati povećanje proizvodnje u zaštićenom prostoru na bazi biomase kao energenta.



Sl.6. Vrednosti merenih parametara tokom 2 dana
Fig. 6. Measured values during 2 days



Sl. 7. Sistem provetravanja
Fig. 7. Ventilation system

ZAKLJUČAK

1. Merenjema temperatura vazduha u različitim tačkama (sl. 2) tokom vremena i analizom rezultata (sl. 6) zaključeno je da je projektovani model položaja grejnih cevi prihvatljiv. Taj model potrebno je korigovati u smislu povećanja grejne površine fiksnih cevi uz granice plastenika. To povećanje treba realizovati na taj način što bi se ukopala grejna cev u zemljište na dubini 10-20 cm, kako bi se ostvarila toplotna barijera i u samom zemljištu.

2. Povišene dnevne temperature vazduha u zoni ispod gornje površine folije koriguju su efikasnim provetravanjem.

3. U budućnosti treba posvetiti pažnju automatizovanju kontrole temperature grejne vode u polaznim i povratnim vodovima u plasteniku. Kvalitetna i relativno jeftina automatizacija može se ostvariti dodavanjem "akumulatora toplote" u kotlovnici i ugradnjom trokrakih mešnih ventila u svakom plasteniku.

NAPOMENA: Ovaj rad je deo istraživanja na projektu "Revitalizacija proizvodnje u zaštićenom prostoru korišćenjem alternativnih izvora energije" (projekt broj BTR.5.03.0413.B), koje finansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Babić, Ljiljana, Babić, M: Objedinjavanje relevantnih faktora na energetski bilans zaštićenog prostora zagrevanog niskopotencijalnim radnim fluidom. 5. Jugoslovensko savetovanje *Pla - Sta 84*, Zbornik radova, 1984, 140-147.
- [2] Babić, M, Babić, Ljiljana: Energetske pretpostavke povećanja proizvodnje u zaštićenom prostoru individualnog sektora. 5. Jugoslovensko savetovanje *Pla - Sta 84*, Zbornik radova, 1984, 148-155.
- [3] Babić, M. i sar: Stanje i mogućnosti korišćenja biomase kao goriva u poljoprivredi. *Savremena poljoprivredna tehnika*, Vol. XX, 4, 1994, 171-178.
- [4] Babić, M. i sar: Pravci razvoja procesne tehnike i energetike Jugoslavije, *TOSS 06* Jugoslovensko društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, 1996, 13.
- [5] Babić, M. i sar: Program korišćenja biomase kao goriva u Vojvodini, *PTEP - časopis za procesnu tehniku i enregetiku u poljoprivredi*, Novi Sad, Vol. V, 3, 2001, 57-61.
- [6] Babić, M, Babić, Ljiljana: Energetski bilans zaštićenog prostora na bazi zagrevanja biomasom, *PTEP -časopis za procesnu tehniku i enregetiku u poljoprivredi*, Novi Sad, Vol. VI, 1-2, 2002, 11-14.
- [7] Babić, M, Babić, Ljiljana: Uticaj mikroklimatskih i klimatskih uslova na projektovanje kotlovnice na biomasu za zagrevanja zaštićenog prostora, *PTEP - časopis za procesnu tehniku i enregetiku u poljoprivredi*, Novi Sad, Vol. VI, 3-4, 2002, 80-83.
- [8] Babić M, Babić Ljiljana, Novković N: Greenhouses energetic balance the base of biomass burning process for heating, *Agrotech Nitra 2002*, proceedings of the International Conference, Nitra, Slovakia, 17-22, 2002.
- [9] Babić, M, Babić, Ljiljana: Proizvodnja u zaštićenom prostoru na bazi biomase kao energenta, *Savremena poljoprivredna tehnika*, Vol. XXIX, 3, 2003, 97-105.
- [10] Babić, M, Babić, Ljiljana: Proizvodnja u zaštićenom prostoru na bazi biomase kao energenta; *Savremena poljoprivredna tehnika*; Vol. 29; No 3; (2003); 97 – 105.
- [11] Fowler, P. A. et al: Comparison of energy needed to heat and insulated frame buildings used in agriculture. *University of Florida, Cooperative Extension service*, CIR 1198, 1997, 4.
- [12] Latimer, J. G: Dealing with the High Cost of energy for greenhouse operations, *Virginia cooperative extension*, publication 430-101, 2001, 8.
- [13] Nenić, N. i sar: Energetski potencijal biljnih ostataka u Srbiji. *Jugoslovensko društvo termičara*, Beograd, 1994. 55.
- [14] Teitel, M, Segal, Y, Barak, M, Shklyar, A: Greenhouse Heating, The Agricultural organization of Israel, Institute of agricultural engineering, <http://www.agri.gov.il/AGEN/Reports/Teitel001.html>, 2004.

Primljeno: 01.04.2004

Prihvaćeno: 05.04.2004.