

UDK: 631.23; 634.344

## POTROŠNJA ENERGIJE U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA RAZLIČITE KONSTRUKCIJE

Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Obzirom da je proizvodnja u zaštićenom prostoru grana poljoprivrede sa najvećom potrošnjom energije i najvišim godišnjim troškovima, proizvođačima se na tržištu nude različiti oblici konstrukcije, pre svega konstrukcije tunel tipa u varijantama sa jednostrukom i dvostrukom folijom, kao ekonomski i energetske najefikasniji. U radu su analizirani, sa aspekta potrošnje energije, najčešće korišćeni oblici konstrukcije objekata zaštićenog prostora na teritoriji Srbije. Dva objekta tunel tipa, 9 x 58 m i 8 x 25 m pokriveni dvostrukom 180 $\mu$ m PE UV IR folijom, i blok objekat sa dva broda 14 x 39 m pokriven dvostrukom folijom (unutrašnja 50 $\mu$ m, spoljašnja 180 $\mu$ m). Rezultati pokazuju da je najniža specifična potrošnja energije ostvarena u blok objektu. Stepen iskorišćenja energije je takođe bio viši kod blok objekta. Najviša specifična potrošnja energije ostvarena je u objektu tunel tipa 8 x 25 m.

**Ključne reči:** *plastenici, konstrukcija, salata, energija, energetska efikasnost.*

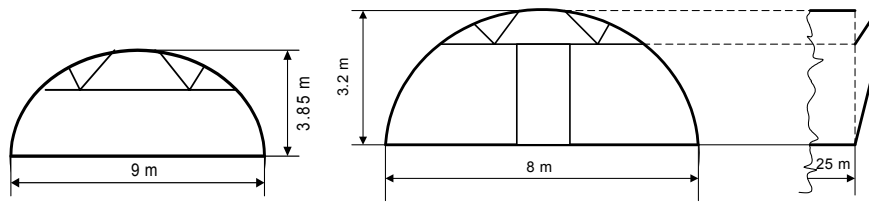
### UVOD

Proizvodnja u zaštićenom prostoru predstavlja najintenzivniju granu poljoprivredne proizvodnje. Intenzivnost se ogleda u ostvarenom prinosu po jedinici površine ali i u potrošnji energije, troškovima i početnim investicijama. Ovo su neki od razloga zašto je potrebno naći optimalnu kombinaciju energetske inputa koja bi omogućila da ovaj vid proizvodnje bude energetski efikasniji. Na tržištu su u ponudi različiti tipovi konstrukcije objekata zaštićenog prostora kao i različiti pokriveni materijali čijim se pravilnim izborom može uticati na potrošnju energije i energetske efikasnost proizvodnje. Uslovi koji se trebaju uzeti u obzir prilikom izbora materijala i oblika konstrukcije su biljna vrsta, period godine u kome se proizvodnja planira i klimatski uslovi regiona.

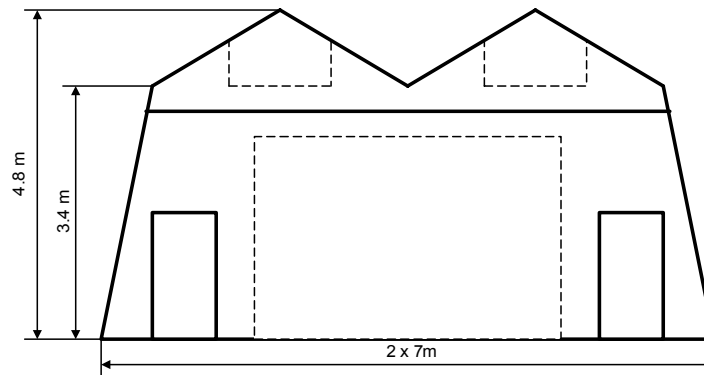
Cilj istraživanja je analiza potrošnje energije za različite tipove konstrukcije objekata zaštićenog prostora u zimskoj proizvodnji salate.

## MATERIJAL I METOD

Proizvodnja salate praćena je sa aspekta potrošnje energije i energetske efikasnosti za tri različita tipa konstrukcije (slika 1, slika 2) u periodu jesen/zima 2003/04. godine. Tunel plastenici su dužine 58 m i 25 m, pokriveni su dvostrukom 180  $\mu\text{m}$  PE UV IR folijom. Blok plastenik, dužine 39 m, pokriven je unutrašnjom 50  $\mu\text{m}$  folijom i 180  $\mu\text{m}$  spoljašnjom folijom (slika 2).



Sl. 1 Tunel plastenici



Sl. 2 Blok objekat

Korišćeni metod baziran je na analizi energetske inputa (direktnih i indirektnih), energetskeg outputa i energetske efikasnosti. Za proizvodnju salate u svim objektima određeni su energetske input po kilogramu proizvoda, energetske output, specifična potrošnja energije, stepen iskorišćenja energije i energetske produktivnost [2]. Kao parametar koji opisuje konstrukciju uzeta je zapremina objekta po dužnom metru, [ $\text{m}^3/\text{m}$ ] koja adekvatno prikazuje razlike u konstrukciji tunela i blok objekta.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Tehnologija proizvodnje salate data je u tabeli 1. Salata je gajena na belo / crnoj malč foliji debljine 25  $\mu\text{m}$ , širine 2 m sa prethodno napravljenim otvorima za sadnice. Gustuna sadnje je bila 20 biljaka /  $\text{m}^2$ .

Tab. 1 Tehnologija proizvodnje salate

Radna operacija	Materijal ili tehničko sredstvo
Predsetvena priprema	Jednoosovinski traktor Traktor 4 x 2 + rotaciona sitnilica, 2 prolaza
Prihrana	Startno, 500–700 kg/ha NPK Prihrana, 2 x 100 kg azotnog đubriva
Postavljanje folije	Ručno, 3 radnika / dan / 1000 m <sup>2</sup>
Sadnja	Ručno, 5 radnika / dan / 1000 m <sup>2</sup>
Navodnjavanje	Mikrokišenje, rasprskivači 3,33 l/min
Zaštita bilja	Quadris, Sumilex
Ubiranje	Ručno, 6 radnika / 2h / 50 kutija

### Direktni energetske inputi

Od direktnih energetske inputa praćena je energija utrošena za zagrevanje objekata i energija koja je utrošena za pogon pojedinih mašina i tehničkih sistema (tabela 2).

Tab. 2 Direktni energetske inputi

	Direktni energetske input [MJ]		
	Tunel 9 x 58 m	Tunel 8 x 25 m	Blok objekat 14 x 39 m
Zagrevanje objekta	3338,82	1117,32	3235,51
Gorivo za pogon tehničkih sistema	165,75	55,56	164,37

### Indirektni energetske inputi

Od indirektnih energetske inputa praćeno je časovno angažovanje tehničkih sistema, utrošak hemijskih sredstava, vode, ljudskog rada i ambalaže za pakovanje salate (tabela 3). U tabeli 4 data su ukupna i specifićna potrošnja energije za date objekte.

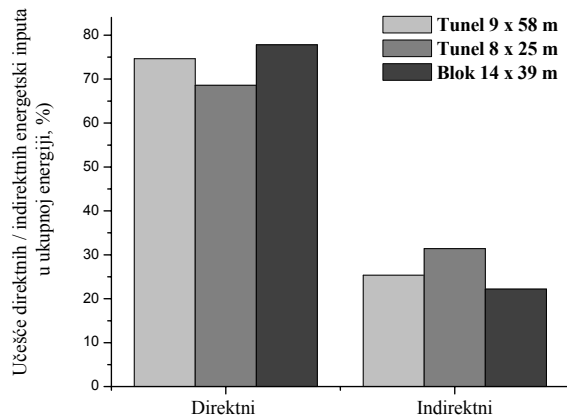
Tab. 3 Indirektni energetske inputi

	Direktni energetske input [MJ]		
	Tunel 9 x 58 m	Tunel 8 x 25 m	Blok objekat 14 x 39 m
Hraniva	385,44	--	421,02
Fungicidi, pesticidi	15,12	3,36	13,44
Tehnički sistemi	4,04	4,04	4,04
Voda za navodnjavanje	268,53	115,08	16,18
Kutije za pakovanje	141,90	39,30	140,70
Ljudski rad	375,00	375,00	375,00

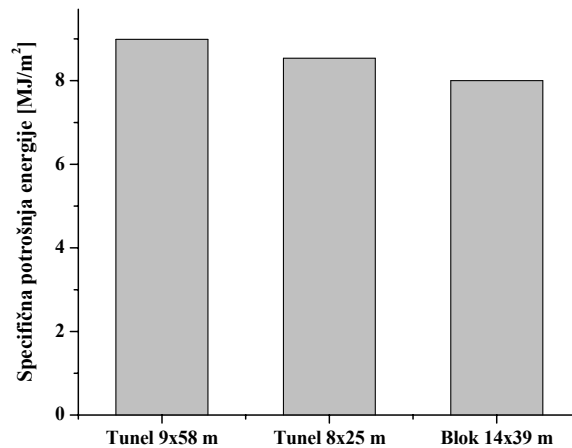
Ukoliko se posmatra struktura indirektno utrošene energije najveće ućešće ima energija utrošena putem ljudskog rada (preko 30%), zatim putem aplikacije đubriva (preko 30%) i putem pakovanja salate u gajbice (do 15%). Ućešće energije utrošene putem tehničkih sistema je relativno nisko, što se moglo predvideti na osnovu tehnološke šeme proizvodnje i dimenzija objekata, i iznosi do 5% (u blok objektu).

Tab. 4 Ukupna i specifična potrošnja energije

	Tunel 9 x 58 m	Tunel 8 x 25 m	Blok objekat 14 x 39 m
Direktni energetski input [MJ]	3504,57	1172,88	3399,88
Indirektni energetski input [MJ]	1190,03	536,78	970,38
Ukupna potrošnja energije [MJ]	4694,60	1709,66	4370,26
Specifična potrošnja energije [MJ/m <sup>2</sup> ]	8,99	8,55	8,00



Sl. 3 Učešće direktnih i indirektnih energetskih inputa u ukupnoj potrošnji energije



Sl. 4 Specifična potrošnja energije

Rezultati pokazuju da tunel objekti imaju veću specifičnu potrošnju energije u odnosu na blok objekat. Ovo je u skladu sa literaturom [1, 4] u kojoj se navodi da razloge višje potrošnje energije kod manjih objekata treba tražiti u odnosu proizvodnog prostora i površine krova i zidova. U slučaju blok objekata ovaj odnos je relativno visok u poredenju sa pojedinačnim objektima tunel tipa.

### Energetski output

Energetski output se definiše preko ostvarenog prinosa i toplotne vrednosti proizvoda. Za navedene objekte, na osnovu utvrđenog prinosa i toplotne vrednosti salate od 0,46 MJ/kg, izračunat energetski output (tabela 5).

Tab. 5 Prinos salate i energetski output u objektima

	Prinos [kg]	Energetski output [MJ]	Energetski output [MJ/m <sup>2</sup> ]
Tunel 9 x 58 m	2753,60	1266,66	2,43
Tunel 8 x 25 m	808,00	371,68	1,86
Blok 14 x 39 m	2968,80	1365,65	2,50

Najveći energetski output utvrđen je za blok objekat a najniži za tunele 8 x 25 m. Razlog se može tražiti u uniformnijim mikroklimatskim uslovima unutar većih objekata. Ukoliko se uporede tuneli, veći energetski output je ostvaren u tunelu 9 x 58 m čija je specifična zapremina veća.

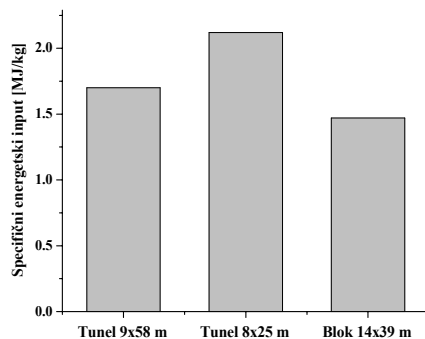
### Energetska analiza

Na osnovu energetskih inputa i ostvarenog energetskog outputa određeni su i osnovni parametri sa energetske analizu proizvodnje u datim objektima (tabela 6).

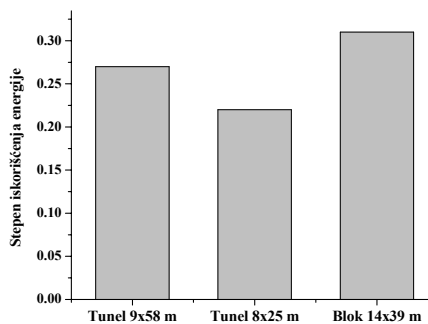
Tab. 6 Parametri za energetske analizu

Energetski parametar	Tunel 9 x 58 m	Tunel 8 x 25 m	Blok objekat 14 x 39 m
Specifični energetski input [MJ/kg]	1,70	2,12	1,47
Stepen iskorišćenja energije (ER)	0,27	0,22	0,31
Energetska produktivnost (EP) [kg/MJ]	0,59	0,47	0,68

Prilikom određivanja specifičnog energetskog inputa (slika 5) utvrđeno je da je najvišu vrednost ovog parametra imao tunel najmanje specifične zapremine. Najpovoljniji odnos energetskog inputa i ostvarenog prinosa utvrđen je za blok objekat (slika 6). Istovremeno, u blok objektu su zabeležena manja oštećenja salate i samim tim nešto viši prinosi.

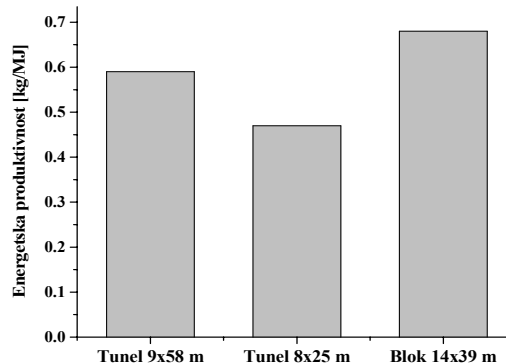


Sl. 5 Specifični energetski input



Sl. 6 Stepen iskorišćenja energije

Niža specifična potrošnja energije i viši energetska input doveli su do toga da blok objekat ima najvišu energetska efikasnost (slika 7). Dobile vrednosti ukazuju da je područje Srbije, sa aspekta potrošnje energije i energetska efikasnosti, pogodno za proizvodnju u zaštićenom prostoru [3].



Sl. 7 Energetska produktivnost

## ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazuju da 2/3 ukupno utrošene energije čini direktno utrošena energija preko goriva za zagrevanje objekata i goriva za pogon tehničkih sistema. Od indirektnih energetska inputa najznačajnija je energija utrošena preko hraniva (30%) zatim energija uložena putem ljudskog rada (30%) i energija uložena u gajbice za pakovanje (15%).

Specifična potrošnja energije pokazuje različite vrednosti za različite oblike konstrukcije. Najniže vrednosti dobijene su za blok objekat (8,00 MJ/m<sup>2</sup>) dok je najviša vrednost dobijena za tunel 8 x 25 m (8,99 MJ/m<sup>2</sup>). Kod blok objekta je takođe utvrđena najviša energetska produktivnost.

Vrednosti dobijene za energetska efikasnost variraju od 0,47 do 0,68 što ukazuje da je region Srbije, sa aspekta potrošnje energije i energetska efikasnosti, pogodan za proizvodnju u zaštićenom prostoru.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

## LITERATURA

- [1] Dimitrijević, M., Đević, M., Boretos, M., Miodragović, R. (1999): Design and Control Systems in Greenhouses, Technique Towards the 3<sup>rd</sup> Milenium; Haifa, Israel.
- [2] Đević, M., Dimitrijević Aleksandra (2004): Greenhouse energy consumption and energy efficiency, Energy efficiency and agricultural engineering 2005, International conference, Russe, Bulgaria <http://www.ru.acad.bg/baer/BugGHRad.pdf>
- [3] Enoch, H.Z. (1978): A theory for optimalization of primary production in protected cultivation, I Influence of aerial environment upon primary plant production, Symposium on More Profitable use of Energy in Protected Cultivation, Sweden.
- [4] Hanan, J.J. (1998): Greenhouses. Advanced Technology for Protected Cultivation, CRC Press.
- [5] Nelson, P. (2003): Greehhouse Operation and Management, 6<sup>th</sup> edition.

## ENERGY CONSUMPTION FOR PLASTIC COVERED GREENHOUSE STRUCTURES

Milan Đević, Aleksandra Dimitrijević

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** In this paper different greenhouse structures were analyzed regarding energy consumption and energy productivity in winter lettuce production. Greenhouse production is still among most energy consuming branches in agriculture with very high investments and annually costs. This is the reason why plastic covering are introduced as mean of making this kind of plant production more efficient. Also, as a mean of lowering energy consumption, tunnel structures are proposed. Three different double plastic covered greenhouses were used for energy analysis. Two tunnel types, 9x 58m and 8 x 25m covered with double 180 $\mu$ m PE UV IR folia, and one gutter connected plastic covered greenhouse 7 x 39m. Inner folia was 50 $\mu$ m and outside folia was 180 $\mu$ m. Results show lowest energy consumption for gutter connected greenhouse. Energy out/in ration was also higher in gutter connected greenhouse. Highest energy consumptions was obtained in tunnel 8 x 25m.

**Key words:** *plastic covered greenhouse, tunnels, gutter connected structures, lettuce, energy, energy productivity.*