

# MATEMATIČKI MODEL APSORBOVANOG SOLARNOG ZRAČENJA DVOSTRUKO OZRAČENOG, RAVNOG, VODENOG SOLARNOG KOLEKTORA

## MATHEMATICAL MODEL OF ABSORBED SOLAR RADIATION OF DOUBLE INSOLATED, FLAT, WATER SOLAR COLLECTOR

N. NIKOLIĆ i N. LUKIĆ,  
Mašinski fakultet, Kragujevac

*Pod pojmom dvostruko ozračenog, ravnog, vodenog solarnog kolektora podrazumeva se solarni kolektor koji može da apsorbira solarno zračenje i sa gornje i sa donje površine sopstvenog apsorbera. Apsorbovanje solarnog zračenja sa njegove donje strane ostvaruje se upotrebom reflektujuće površine postavljene ispod kolektora. U poređenju sa klasičnim ravnim solarnim kolektorom, na analiziranom kolektoru izolacija, smeštena u donjem delu kutije, zamenjena je zastakljenjem. Upravo zbog izuzimanja izolacije, odnosno sa ciljem smanjenja ukupnih toplotnih gubitaka kolektora, njegov apsorber je presvučen selektivnom prevlakom sa obe strane. U ovom radu je prikazan matematički model određivanja apsorbovanog solarnog zračenja pomenutog analiziranog kolektorsko-reflektorskog sistema koji se može upotrebiti za numeričko određivanje optimalnog položaja i dimenzija reflektujuće površine (reflektora) u odnosu na kolektor. Osnova i razlog za buduće sprovođenje numeričke analize leži u činjenici da je posredstvom reflektora moguće poboljšati efikasnost kolektora, konkretno za ispitivani slučaj za 6,52% (10.00 h), 12,53% (12.00 h) i 30,11% (14.00 h).*

*The term double insulated, flat water solar collector refers to a solar collector that may absorb solar radiation on the upper and on the lower surfaces of its own absorber. Solar radiation absorption on the lower surface takes place by using reflecting surfaces installed under the collector. In comparison to the conventional flat collector, this collector's insulation in the lower part of the box is substituted with glazing. Specifically due to lack of insulation, i.e. for the purpose of reducing total heat losses of the collector, the absorber is coated with the selective lining on both sides. The paper presents a mathematical model for determining the absorbed solar radiation of the mentioned collector-reflector system, which may be used for numerical determination of the optimal position and dimensions of the reflector in relation to the collector. The basis of and reason for the future numerical analysis lie in the fact that by using the reflector it is possible to improve the collector's efficiency, for the specific case by 6.52% (10:00 h), 12.53% (12:00 h) and 30.11% (14:00 h).*

**Ključne reči:** dvostruko ozračen; ravan solarni kolektor; apsorbovano zračenje; matematički model

**Key words:** double insulated; flat solar collector; absorbed radiation; mathematical model

## 1. Uvod

Potreba za sve većim korišćenjem obnovljivih izvora energije, konkretno u ovom slučaju solarne energije, zahteva sprovođenje različitih istraživanja sa ciljem povećanja efikasnosti solarnih sistema. Najzastupljeniji sistemi za prihvatanje solarne energije su ravni, vodeni, solarni kolektori koji posredstvom gornje površine sopstvenog apsorbera apsorbuju solarno zračenje. U ovom radu ukazuje se na moguće povećanje količine apsorbovane energije od strane modifikovanog kolektorskog sistema nazvanog dvostruko ozračen ravan vodeni solarni kolektor. Pod pojmom dvostruko ozračen, ravan, vodeni solarni kolektor podrazumeva se solarni kolektor koji ima sposobnost apsorbovanja solarnog zračenja i sa gornje i sa donje površine sopstvenog apsorbera. Apsorbovanje solarnog zračenja sa njegove donje strane ostvaruje se upotrebom reflektujuće površine postavljene ispod kolektora. U poređenju sa klasičnim ravnim solarnim kolektorom, na analiziranom kolektoru izolacija smeštena u donjem delu kutije zamenjena je zastakljenjem. Upravo zbog izuzimanja izolacije, odnosno sa ciljem smanjenja ukupnih toplotnih gubitaka kolektora, njegov apsorber je presvučen selektivnom prevlakom sa obe strane.

Postoji nekoliko istraživanja na temu ovog modifikovanog kolektorsko-reflektorskog sistema [1, 2, 3]. U njima je izvršena optimizacija ugla nagiba kolektora i reflektora, pri čemu nije uzet u obzir uticaj položaja i dimenzija reflektora u odnosu na kolektor na efikasnost sistema. U radu je prikazan matematički model određivanja apsorbovanog solarnog zračenja pomenutog analiziranog kolektorsko-reflektorskog sistema koji se kasnije može upotrebiti za numeričko određivanje optimalnog položaja i dimenzija reflektora u odnosu na kolektor.

## 2. Matematički model

Analiziran dvostruko ozračen ravan vodeni solarni kolektor sastoji se od selektivnog apsorbera i jednostrukog zastakljenja sa svoje gornje i donje strane. Reflektujuća površina (u daljem tekstu: reflektor) postavljena je sa donje strane kolektora i paralelno sa njim (sl. 1). Kolektorsko-reflektorski sistem (u daljem tekstu: KRS) postavljen je pod uglom  $G$  u odnosu na horizontalnu ravan, pri čemu je kolektor fiksiran, dok se reflektor može pomerati u ravni koja je paralelna sa ravnim kolektorom. Pretpostavka usvojena pre sprovođenja analize odnosi se na to da je upadni ugao reflektovanog zraka jednak odbojnom uglu.

Na količinu apsorbovanog zračenja od strane kolektora najvećim delom utiču intenzitet solarnog zračenja, nagib KRS (ugao  $G$ ) kao i međusobni položaj reflektora u odnosu na kolektor.

Intenzitet solarnog zračenja koje dospeva na analizirani solarni kolektor, u horizontalnoj ravni, u ovom radu je predstavljen kao trenutno (časovno) solarno zračenje  $H'$  jednako zbiru direktnog  $H'_{dir}$  i difuznog zračenja  $H'_{dif}$  (jednačine 1 i 2) [4]:









