

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU**  
**MAŠINSKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U NIŠU**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Mašinskog fakulteta u Nišu br. 612-400-6/2010 od 10.9.2010. god. imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu magistarske teze kandidata Nenada Apostolovića, dipl. inž. maš., pod nazivom:

**„ ISTRAŽIVANJE I OPTIMIZACIJA KONCENTRIŠUĆIH SOLARNIH  
PRIJEMNIKA ZA OBLAST SREDNJE TEMPERATURNE  
KONVERZIJE SUNČEVOG ZRAČENJA U TOPLOTU “**

Nakon pregleda magistarske teze članovi Komisije podnose sledeći:

**I Z V E Š T A J**

Magistarska teza kandidata Nenada Apostolovića, dipl. maš. inž., izložena je na 114 strana formata A4. Celokupna materija magistarskog rada sistematizovana je u 10 celina – 8 poglavlja, literatura i prilog. Naslovi poglavlja su sledeći:

1. Uvod
  2. Pregled stanja istraživanja u ovoj oblasti
  3. Podela prijemnika prema geometriji i karakteristikama
  4. Uporedna analiza raznih tipova koncentrišućih solarnih prijemnika
  5. Postavljanje fizičkog i matematičkog modela odabranih koncentrišućih prijemnika i analiza uticajnih parametra
  6. Eksperimentalna provera relevantnih karakteristika odabranih koncentrišućih prijemnika i obrada i analiza rezultata merenja
  7. Izrada numeričkog modela i verifikacija predloženog modela upoređenjem sa eksperimentalnim rezultatima
  8. Zaključak
- Literatura  
Prilog

U radu je prikazano 84 slika, 5 tabela i 181 jednačina. Magistarska teza sadrži još i tri strane sadržaja, spisak korišćene literature sa 60 bibliografskih jedinica i na kraju rada 6 strana priloga.

U **uvodnom delu** ukazano je da iscrpljivanje klasičnih izvora energije dovodi do intenzivnog iznalaženja novih ekonomičnih rešenja za korišćenje obnovljivih izvora energije. Sunce, voda, vetar, biomasa i toplota zemljinog jezgra su osnovni vidovi obnovljivih izvora energije. Sunčeva energija, u suštini, predstavlja resurs kojim može, u određenim količinama da raspolaže svaka država – bez svoje uvozne zavisnosti, pri čemu je značajna i činjenica da je to, ekološki gledano, čista energija čije energetske tehnologije ne zagađuju životnu sredinu u procesu pretvaranja iz izvornog u oblik pogodan za korišćenje. Direktna sunčeva energija može da se koristi u praksi njenom transformacijom u toplotnu, električnu i hemijsku energiju. Takozvani sistemi srednjih temperatura (100 do 400 °C), podobni su za rashladne i poligeneracijske sisteme. Pošto je ovo nedovoljno zastupljena oblast u našim uslovima, cilj ovog rada je da se teorijskim i eksperimentalnim istraživanjem koncentrišućih prijemnika dođe kako do novih teorijskih saznanja, tako i do eksperimentalnih podataka koji bi mogli da se koriste u oblasti razmene toplote kod srednjetemperaturnih koncentrišućih solarnih prijemnika.

U **prvom poglavlju** je dat značaj primene solarne energije konverzijom u toplotnu i električnu energije.

U **drugom poglavlju** je predstavljeno stanje istraživanja u oblasti srednje temperaturne konverzije sunčevog zračenja u toplotu. U prvom delu poglavlja su data teorijska i eksperimentalna istraživanja CPC solarnih prijemnika (compound parabolic concentrator CPC), dok je u drugom delu poglavlja dat pregled istraživanja parabolno cilindričnih solarnih prijemnika.

U **trećem poglavlju** data je podela prijemnika u zavisnosti od karaktera transformacije energije sunčevog zračenja u njima, zatim u zavisnosti od temperaturnog nivoa radnog medijuma koji se može u njima postići, prema vrsti radnog medijumu u njima, u zavisnosti od konstrukcijske koncepcije prijemnika i prema sistemu prenosa toplote potrošaču. Posebno su date podele srednje temperaturnih i visoko temperaturnih koncentrišućih prijemnika na odgovarajuće tipove. Dat je pregled koncentracionih odnosa i temperature koje se mogu postići odgovarajućim tipovima solarnih prijemnika.

U **četvrtom poglavlju** je data definicija osnovnih pojmova koji se primenjuju kod koncentrišućih prijemnika. Za razliku od ravnih prijemnika, za koncentrišuće prijemnike se zahteva toplotna i optička analiza. Prikazana je toplotna analiza koncentrišućih prijemnika i data je definicija toplotne efikasnosti, koja u suštini predstavlja sposobnost prijemnika da određenu količinu dozračene Sunčeve energije pretvori u korisnu toplotu, kao i poređenje efikasnosti različitih kolektora. Zatim je data optička analiza koncentrišućih prijemnika sa osnovnim parametrima koji je određuju.

U **petom poglavlju** prikazan je matematički model CPC prijemnika. Za rešavanje matematičkog modela koji opisuje rad CPC prijemnika uvedene su odgovarajuće pretpostavke i

postavljene su jednačine energijskih bilansa osnovnih komponenti CPC prijemnika. Zatim su date relacije za određivanje koeficijenata prenosa toplote, kao i izrazi za apsorbirano zračenje, koji su neophodni za rešavanje ovog sistema jednačina.

U **šestom poglavlju** je dat opis instalacije sa zatvorenim cirkulacionim krugom za spoljašnje ispitivanje solarnih prijemnika. Instalacija za eksperimentalna merenja je izrađena i formirana na Mašinskom fakultetu u Nišu u okviru prostora Laboratorije za termotehniku. Dat je pregled merne opreme koja je korišćena prilikom ispitivanja solarnog prijemnika. Izvršena su termotehnička ispitivanja CPC prijemnika, kao i ispitivanje termografijom. Prikazani su rezultati ispitivanja termičkih performansi i dat je termovizijski prikaz koncentrišućeg solarnog prijemnika CPC-2V.

U **sedmom poglavlju** je dat pregled postojećeg softvera za modeliranje komponenti solarnih sistema. Na osnovu matematičkog modela urađen je numerički model i diskretizacijom jednačina energijskih bilansa za odgovarajuće komponente CPC prijemnika dobijen je sistem algebarskih jednačina. Za rešavanje seta spregnutih linearnih algebarskih jednačina napisan je program u FORTRAN-u 77 čiji je listing dat u prilogu. Procedura proračuna počinje unošenjem osnovnih geometrijskih karakteristika CPC prijemnika, broja čvornih tačaka, termofizičkih i optičkih svojstava komponenti sistema, temperature okoline i ulazne temperature radnog fluida, vrednosti zračenja i brzine vetra. Na kraju poglavlja dati su rezultati numeričkog eksperimenta.

U zaključku, kao **osmom poglavlju**, su date prednosti srednjetemperaturnih prijemnika sunčeve energije u odnosu na ravne prijemnike. Zatim na osnovu rezultata eksperimentalnog dela istraživanja, koje je bilo sprovedeno na laboratorijskoj eksperimentalnoj instalaciji u okviru solarne laboratorije na Mašinskom fakultetu u Nišu, zaključeno je da se koncentrišući prijemnik CPC-2V pokazao efikasnim i trebalo bi omogućiti njegovu serijsku proizvodnju. U teorijskom delu su izrađeni matematički i numerički model za prijemnik CPC-2V. Za numeričku simulaciju ovog tipa koncentrata razvijen je program CPC u programskom jeziku FORTRAN 77.

## ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu pregleda magistarskog rada i analize ostvarenih rezultata, članovi Komisije konstatuju sledeće:

- podneti rad odgovara prihvaćenoj temi od strane Nastavno-naučnog veća Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu, kako nazivom, tako i u postavljenom cilju na početku rada,
- kandidat vlada potrebnim znanjima za istraživanje u oblasti razmene toplote i optimizaciji parametara koncentrišućih solarnih prijemnika za oblast srednjetemperaturne konverzije sunčevog zračenja u toplotu, što ga verifikuje u kompletnog istraživača u ovoj oblasti,
- kandidat je ispoljio sposobnost sinteze naučnih znanja iz raznih oblasti u cilju izučavanja postavljenog zadatka,
- kandidat je ispoljio potrebnu samostalnost i inventivnost u naučno-istraživačkom radu,
- kandidat je došao do značajnih rezultata koji predstavljaju doprinos razjašnjavanju fenomena razmene toplote i optimizaciji parametara koncentrišućih solarnih prijemnika

za oblast srednjetemperaturne konverzuje sunčevog zračenja u toplotu; dobijeni originalni eksperimentalni rezultati kao i razvijeni matematički i numerički model doprinose boljem razumevanju ove problematike i pouzdanije projektovanje pomenutih solarnih prijemnika

➤ rad je tehnički korektno i kvalitetno uradjen.

Na osnovu svega napred izloženog Komisija je mišljenja da rad Nenada Apostolovića, dipl.maš.inž. predstavlja u celini originalan interesantan i veoma značajan doprinos u teorijskom i eksperimentalnom pogledu za izučavanje veoma specifične problematike, sa mogućnošću konkretne primene u proračunu i projektovanju koncentrišućih solarnih prijemnika. Zbog toga, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Mašinskog fakulteta u Nišu da se rad kandidata Nenada Apostolovića, dipl.maš.inž., pod nazivom:

**„ ISTRAŽIVANJE I OPTIMIZACIJA KONCENTRIŠUĆIH SOLARNIH  
PRIJEMNIKA ZA OBLAST SREDNJE TEMPERATURNE  
KONVERZIJE SUNČEVOG ZRAČENJA U TOPLOTU “**

prihvati kao magistarska teza i kandidat pozove na usmenu javnu odbranu.

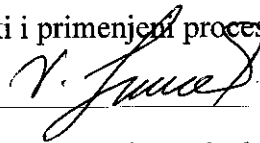
U Nišu i Kragujevcu,

12.10. 2010. god.

**ČLANOVI KOMISIJE**

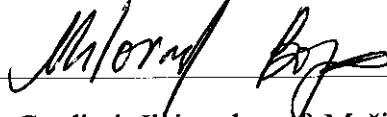
1. dr Velimir Stefanović, vanr. prof. Mašinskog fakulteta u Nišu

(u.n.o. - Teorijski i primenjeni procesi prenosa toplote i mase)



2. dr Milorad Bojić, red. prof. Mašinskog fakulteta u Kragujevcu

(u.n.o. - Termodinamika i termotehnika)



3. dr Gradimir Ilić, red. prof. Mašinskog fakulteta u Nišu

(u.n.o. - Teorijski i primenjeni procesi prenosa toplote i mase)

