



PRIMENA VIRTUELNE LABORATORIJE VLTERMO U ANALIZI TERMODINAMIČKIH KRUŽNIH PROCESA

Snežana Dragičević¹, Slavica Gospavić²

Rezime: Razvoj interneta i internet tehnologija uslovio je pojavu novih koncepata i pristupa u podučavanju i učenju. Jedan od njih je i koncept udaljenog učenja koji se zasniva na virtuelnim laboratorijama, koje zauzimaju značajno mesto u obrazovanju. Virtuelne laboratorije koriste se u edukaciji studenata, kao i razmeni znanja između ljudi na različitim lokacijama. U ovom radu dat je primer korišćenja virtuelne laboratorije VLTERMO za analizu termodinamičkih kružnih procesa. Izvršeno je poredjenje Otto i Diesel kružnih procesa, kao i analiza efikasnosti Otto kružnog procesa u zavisnosti od povećanja stepena kompresije.

Ključne reči: Virtuelne laboratorije, obrazovanje, termodinamički kružni procesi.

APPLICATION OF VIRTUAL LABORATORY VLTERMO IN THE ANALYSIS OF THERMODYNAMIC CYCLIC PROCESSES

Summary: The development of internet and internet technology has caused the emergence of new concepts and approaches to teaching and learning. One of them is the concept of distance learning which is based on virtual labs, which occupy an important place in education. Virtual laboratories are used in the education of students, and exchange of knowledge between people in different locations. This paper gives an example of using a virtual laboratory VLTERMO for analysis of thermodynamic cyclic processes. Comparison between Otto and Diesel circular process is done, as well as analysis of efficiency Otto cyclic processes depending on the degree of compression increases.

Key words: Virtual laboratory, education, thermodynamic cyclic processes.

1. UVOD

Obrazovanje je jedan od najvažnijih elemenata odgovornih za razvoj društva, pa je vrlo bitno njegovo prilagodjavanje promenama koje donosi savremeno informatičko doba. Kako bi se prilagodjavanje uspešno realizovalo važno je uvesti promene nastavnih metoda i osavremeniti sadržaje učenja.

¹ Dr Snežana Dragičević, vanr. prof., Tehnički fakultet, Čačak, E-mail: snezad@tfc.kg.ac.rs

² Slavica Gospavić, profesor tehnike i informatike, Čačak, E-mail: gospavic@eunet.rs

Multimedijalni pristup objašnjavanju osnovnih koncepata je dosta efikasniji od drugih pristupa kao što su rad sa knjigom, laboratorijska ispitivanja, pa čak i konsultacije sa nastavnikom. Uz pomoć kompjutera mogu se pregledati tekstualni sadržaji, ali se produbljuje i proširuje saznanje korišćenjem slika, animacija, zvuka i filmova [1]. Razvoj interneta i internet tehnologija uslovio je pojavu novih koncepata i pristupa u podučavanju i učenju. Jedan od njih je i koncept udaljenog učenja koji se zasniva na virtuelnim laboratorijama, koje zauzimaju značajno mesto u obrazovanju. Virtuelne laboratorije koriste se u edukaciji studenata, kao i razmeni znanja između ljudi na različitim lokacijama. Primena virtuelnih laboratorija je jedna od značajnijih za široki krug korisnika. Prednosti virtuelnih laboratorija su:

- resursu se može pristupiti sa bilo koje tačke na planeti
- eksperimenti i simulacije procesa mogu se izvoditi (pratiti) više puta
- mogućnost analize i obrade rezultata izvršenih eksperimenata
- prenošenje praktičnog znanja na daljinu.

U ovom radu dat je primer korišćenja virtuelne laboratorije VLTERMO³ za analizu termodinamičkih kružnih procesa. Termodinamička laboratorija VLTERMO je razvijena na Institutu za energetiku, Univerziteta u Brnu, Češka. Laboratorija sadrži interaktivna rešenja određenih problema termodinamike. Namenjena je studentima za bolje razumevanje predmeta, analizu konkretnih problema, za proširivanje i produbljivanje stečenih znanja iz ove oblasti. U njoj su podržana interaktivna rešenja za:

- osnovne termodinamičke promene stanja idealnog gasa,
- termodinamičke procese sa vlažnim vazduhom: hlađenje, grejanje, mešanje, vlaženje,
- kružne procese: Carnot, Stirling, Otto, Diesel,
- izentropski protok kroz mlaznice,
- osnove prostiranja toplote kroz ravan i cilindričan zid.

Pre upotrebe VLTERMO u analizi kružnih procesa izvršena je njena verifikacija, koja pokazuje zadovoljavajuću tačnost dobijenih rezultata.

2. VIRTUELNE LABORATORIJE I NJIHOVA PRIMENA

Sa razvojem kompjuterske nauke i tehnologije mreža Internet danas ima široku primenu. Jedna od primena Internet tehnologije jeste i kreiranje i upotreba virtuelnih laboratorija, koje se mogu koristiti u edukaciji studenata i razmeni znanja između ljudi koji se nalaze na različitim lokacijama.

Virtuelna laboratorija je programsko okruženje koje pruža korisniku mogućnost da na računaru izvodi eksperimente i analizira dobijene rezultate bez direktnog kontakta sa fizičkim uređajima koji bi se mogli smatrati sastavnim delom jedne realne laboratorije. U skladu sa ovom definicijom razlikujemo dva tipa virtuelnih laboratorija:

- virtuelne laboratorije koje su zasnovane na udaljenom pristupu realnom fizičkom instrumentu (fizički instrument se ne koristi direktno već se uz pomoć računara i određenog softvera kontroliše instrument koji je priključen na računar) i
- virtuelne laboratorije kao potpune simulacije laboratorijskog okruženja, instrumenata i uslova u kojima se vrši eksperiment [2].

³ http://www.eu.fme.vutbr.cz/vltermo/vltermo_en/index.php

Oba tipa virtuelnih laboratorija su podjednako značajna i njihove namene nisu striktno odvojene. Takođe, moguće je praviti i kombinacije ova dva tipa virtuelnih laboratorija zavisno od potrebnih funkcionalnosti rešenja i definisane namene krajnjeg rešenja. Ono što je zajedničko virtuelnim laboratorijama jeste korišćenje interneta i internet tehnologija kao osnovnog resursa za svoju realizaciju. Široki spektar internet protokola omogućava veliku kreativnost u definisanju funkcionalnosti jedne virtuelne laboratorije.

Za razvoj virtuelnih laboratorija koriste se napredne internet tehnologije među kojima ispred ostalih dominira Java. Na internetu postoji veliki broj primera simulacija laboratorija za hemiju, fiziku, termodinamiku, realizovanih uz pomoć Java programskog jezika. Ogromna prednost ovakvog pristupa se vidi u tome što svaki korisnik interneta može pristupiti resursu sa bilo koje tačke na planeti. Mogućnost da se rezultati izvršenih eksperimenata zapamte u elektronskom formatu i na taj način omogući njihova kasnija analiza i obrada rezultata.

Virtuelne laboratorije imaju širok spektar mogućih primena. Jedna od njih predstavlja deo savremene edukacije jer omogućavaju takozvani hands-on pristup složenim i apstraktnim problemima bez konstantnog nadzora mentora, sa bilo koje tačke na planeti i u bilo koje vreme. Složenost eksperimenata, kompleksnost i količina podataka koje treba obraditi u procesu rešavanja savremenih naučnih problema nameću potrebu za saradnjom između više udaljenih laboratorija, zajedničku obradu rezultata ili vršenje eksperimenata na više različitih lokacija. Virtuelne laboratorije predstavljaju logično rešenje za ovakve probleme. Iz uskog skupa ponuđenih primena uočava se ogroman značaj virtuelnih laboratorija za celokupnu naučnu zajednicu.

Iako je primena virtuelnih laboratorija u edukaciji samo jedna od mogućih primena može se reći da je daleko najznačajnija za široke krugove korisnika: ljudske želje i trenutni ekonomski trendovi u oblasti edukacije stručnih kadrova prevazilaze trenutne tehničke kapacitete pogotovo u nerazvijenim ili srednje razvijenim zemljama koje svakog dana uprkos napretku dodatno zaostaju za najrazvijenijima. Jedan deo te praznine između želja i trenutnih mogućnosti mogu da premoste centri za učenje na daljinu (Distance Learning Centers) kao rešenja za učenje bez prisustva ili rešenja za podizanje nivoa učenja u okviru standardnog sticanja znanja na univerzitetima. U oba slučaja virtuelne laboratorije predstavljaju važan deo u ostvarivanju prethodno pomenutih ciljeva. Virtuelne laboratorije imaju velikog udela u tome i na njima se danas i celokupan koncept udaljenog učenja i zasniva. Ono što je poseban kvalitet koji se stekao uvođenjem virtuelnih radnih okruženja u proces udaljenog učenja jeste mogućnost prenošenja praktičnog znanja na daljinu što u prethodnom periodu nikako nije bilo moguće. Danas, studenti mogu u virtuelnim laboratorijskim okruženjima da rade vežbe i izvršavaju eksperimente kao da se nalaze u učionici. Takođe savremene aplikacije omogućavaju visok nivo multimedijalne interakcije u realnom vremenu između mentora i učenika. Možda i najpozitivnija osobina ovakvog načina rada jeste mogućnost da studenti veći broj puta izvršavaju eksperimente ili prate simulacije procesa uz iste ili izmjenjene parametre bez dodatnih troškova ili vremenskog ograničenja trajanja termina nastave. Svakako da ovakav način edukacije nikada neće moći da zameni klasičan pristup ali je osavremenjavanje klasičnog pristupa uz pomoć elemenata elektronske edukacije neminovna budućnost.

Neke od javno dostupnih virtuelnih laboratorija nalaze se na sledećim adresama:

- http://www.eu.fme.vutbr.cz/vltermo/vltermo_en/index.php
- <http://jersey.uoregon.edu/vlab/Thermodynamics/>

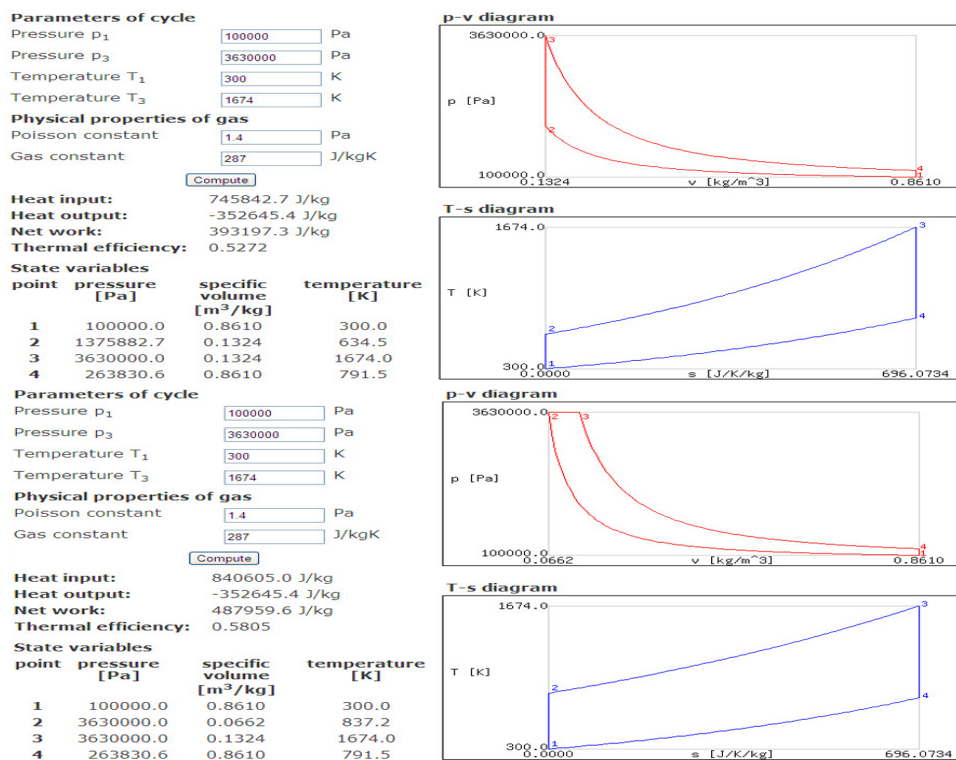
- <http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/openpage.html>
- http://ranier.hq.nasa.gov/Telerobotics_page/realrobots.html
- <http://telerobot.mech.uwa.edu.au/index.html>

3. POREĐENJE TEORIJSKOG OTTO I DIESEL KRUŽNOG PROCESA

Poređenje teorijskih procesa motora unutrašnjeg sagorevanja vrši se na osnovu analitičkih izraza za termodinamički koeficijent iskorišćenja procesa. Tom prilikom polazi se od unapred zadatih uslova [3]. U radu će biti prikazana analiza Otto i Diesel kružnog procesa za sledeće početne brojne podatke:

- pritisak pre adijabatske kompresije $p_1=100$ kPa,
- temperatura pre adijabatske kompresije $T_1=300$ K,
- pritisak pre adijabatske ekspanzije $p_3=3630$ kPa,
- temperatura pre adijabatske ekspanzije $T_3=1674$ K,
- količina odvedene toplote $q_{odv}=-353$ kJ/kg

Rezultati proračuna pokazuju da su dovedena toplota, koristan rad i stepen korisnosti veći kod Diesel procesa, dok je količina odvedene toplote ista za oba procesa. Može se zaključiti da ukoliko su u Otto i Diesel kružnom procesu isti najveći pritisak procesa, najveća temperatura i količina odvedene toplote onda je stepen korisnosti Diesel kružnog procesa veći. Rezultati dobijeni za ovu analizu prikazani su na slici 1.



Slika 1: Poređenje Otto i Diesel kružnog procesa

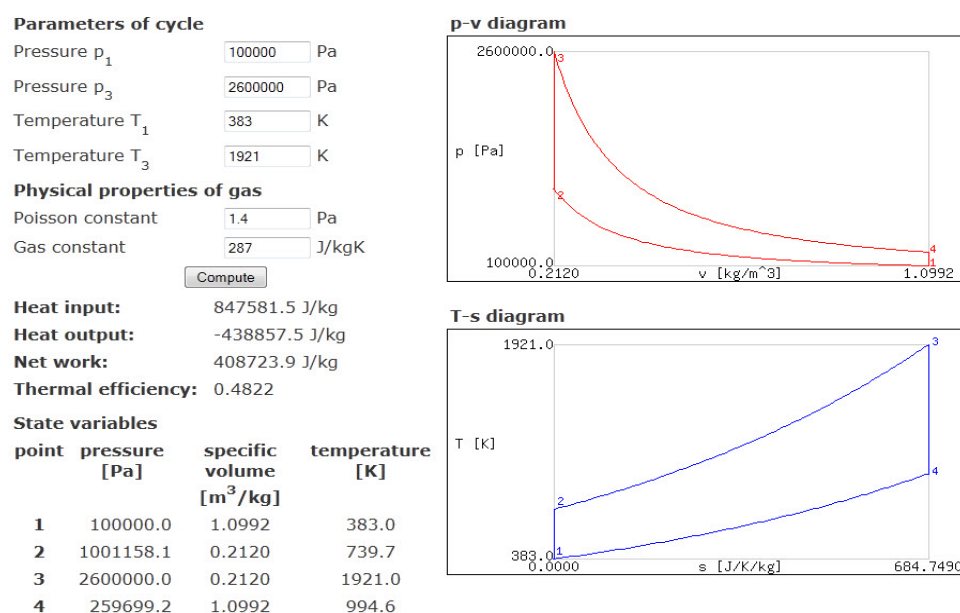
4. ANALIZA EFIKASNOSTI OTTO KRUŽNOG PROCESA

Poznato je da stepen efikasnosti Otto procesa zavisi od stepena kompresije, što će se pokazati na sledećem primeru. Posmatraće se teorijski Otto kružni proces, koji radi sa vazduhom kao idealnim gasom, čiji je početni pritisak adijabatske kompresije $p_1=1$ bar a temperatura pre adijabatske kompresije $T_1=110^\circ\text{C}$ (383 K). Kako u laboratoriju nije moguće uneti vrednost za stepen kompresije ϵ , da bi se pratila efikasnost Otto ciklusa u sledećim primerima će se za iste početne vrednosti p_1 i T_1 postepeno povećavati pritisak p_2 što dovodi do povećanja pritiska p_3 (samim tim i do povećanja stepena kompresije). Ostale početne vrednosti korišćene pri analizi su date u tabeli 1, kao i izračunata vrednost stepena kompresije za sve analizirane slučajeve.

Tabela 1. Početni podaci korišćeni za analizu efikasnosti Otto procesa

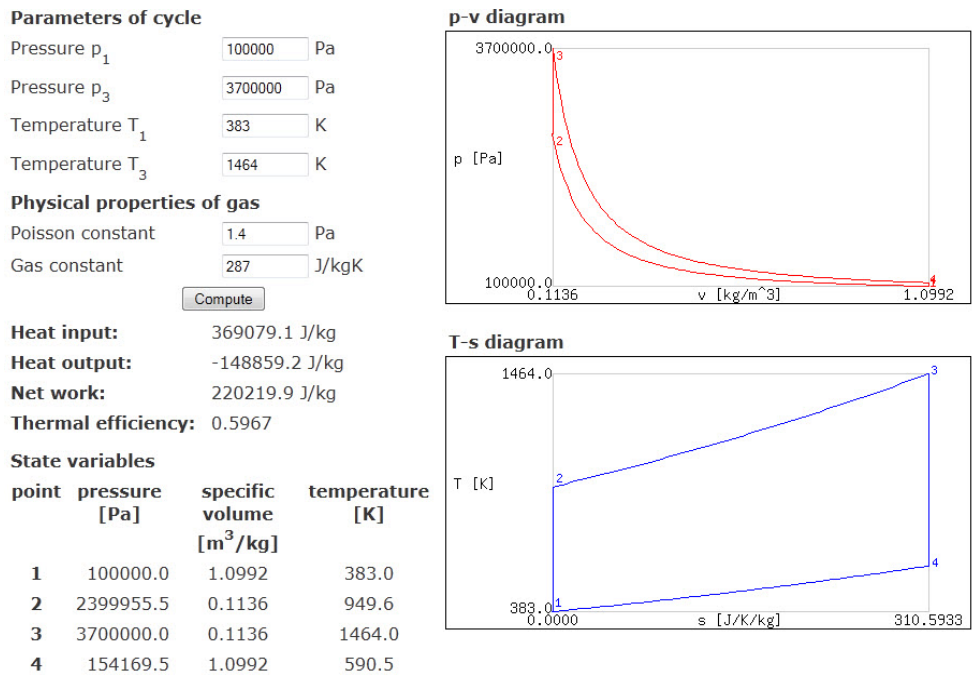
Primer	p_1 (bar)	p_2 (bar)	p_3 (bar)	T_1 (K)	T_3 (K)
1	1	10	26	383	1921
2	1	13	28	383	1717
3	1	18	30	383	1458
4	1	24	37	383	1464

Na sledećim slikama dati su rezultati proračuna za primere 1 i 4.



Slika 2: Rezultati proračuna pomoću VLTERMO za Otto kružni proces – primer 1

Kao što se može videti rezultati proračuna pomoću virtuelne laboratorije VLTERMO pokazuju da sa povećanjem pritiska p_2 raste stepen kompresije ϵ , a samim tim i stepen efikasnosti η_t Otto ciklusa, kao što je prikazano u tabeli 2.



Slika 5: Rezultati proračuna pomoću VLTERMO za Otto kružni proces – primer 4

Tabela 2: Tabela za praćenje stepena efikasnosti Otto ciklusa

p_2 (bar)	10	13	18	24
ϵ	5,2	6,24	7,9	9,64
η_t (%)	48,22	52	56,2	59,67

5. ZAKLJUČAK

Nove informaciono-komunikacione tehnologije i Internet osetno su doprineli razvoju obrazovanja. Razvojem informacione tehnologije i multimedija, a posebno mrežnog povezivanja računara, razvijen je i niz novih oblika digitalizacije informacija sa čitavim nizom pratećih uređaja koji postaju naša svakodnevnica. Korišćenje računara u nastavi i individualizacija nastave od posebne je važnosti u obrazovanju. Povećanjem broja računara učenje pomoću računara i uz pomoć multimedijalnih programa postaje dostupno sve većem broju ljudi.

U ovom radu korišćenjem virtualne laboratorije izvršeno je poređenje Otto i Diesel kružnog procesa za iste vrednosti pritiska i temperature pre adijabatske kompresije i pritiska i temperature pre adijabatske ekspanzije pri čemu je Dizel proces imao veći stepen efikasnosti. Urađena je i analiza uticaja stepena kompresije na stepen efikasnosti Otto kružnog procesa. Rezultati pokazuju da sa porastom stepena kompresije od 5,2 do 9,64 stepen efikasnosti raste od 48,22% do 59,67 %.

6. LITERATURA

- [1] Vaughan R. Voller, Sheila J. Hoover, and Joan F. Watson, The Use of Multimedia in Developing Undergraduate Engineering Courses, Funded by the National Science Foundation and the University of Minnesota's Center for Interfacial Engineering and Department of Civil Engineering, 1998.
- [2] <http://www.scribd.com/doc/36412705/VIRTUELNA-INSTRUMENTACIJA>
- [3] Šelmić R., *Tehnička termodinamika*, Naučna knjiga Beograd, 1995.
- [4] Dragičević S., *Termotehnika - zbirka rešenih zadataka*, Tehnički fakultet Čačak, 2006.
- [5] Djordjević B., Valent V., Šerbanović S., *Zbirka zadataka iz termodinamike sa termotehnikom*, Tehnološko – metalurški fakultet Beograd, 2004.
- [6] Bojić M., Hnatko E., *Termotehnika*, Mašinski fakultet Kragujevac, 1987.
- [7] Kozić Đ., Vasiljević B., Bekavac V., *Priručnik za SI Termodinamiku*, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 1990.
- [8] <http://www.wikipedia.org>
- [9] Dragičević S., Vukajlović A., *Primena multimedijalnih prezentacija u nastavi termoenergetike*, Naučno-stručna konferencija Tehničko (tehnološko) obrazovanje u Srbiji, TOS-06, Čačak, 13-16.4.2006., Tehnički fakultet Čačak, Zbornik radova, str.338-346
- [10] Dragičević S., Aleksijević I., *Primena modela aktivnog učenja u nastavi obnovljivih izvora energije*, Naučno-stručna konferencija Tehnika i informatika u obrazovanju, Čačak, 9-11.5.2008., Tehnički fakultet Čačak, Zbornik radova, str. 252-258
- [11] Pavlović V., Dragičević S., Papić Ž., *Metodologija primene apleta i animacija u nastavi tehničkog i informatičkog obrazovanja*, 3. Konferencija "Tehnika i informatika u obrazovanju", Čačak, 7 – 9. maj 2010., Tehnički fakultet, Čačak, Zbornik radova, str. 475-482