

UNAPREĐENJE KVALITETA NASTAVE PRIMENOM RAČUNARSKOG MODELOVANJA I SIMULACIJE PROCESA

Božo Ilić¹, Nenad Janjić²

^{1,2}Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, Srbija

¹ilic@vtsns.edu.rs, ²janjic@vtsns.edu.rs

Kratak sadržaj: Računarsko modelovanje i simulacija procesa ima posebno značajnu ulogu u nastavi prirodnih i tehničkih predmeta, jer pomaže studentima da lakše shvate fizičke principe i način rada mašina i uređaja. Cilj ovog rada jeste da prikaže primenu računarskog modelovanja i simulacije procesa u nastavi na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Novom Sadu iz predmeta „Primenjene metode modelovanja rizika“, koji se izučava na master strukovnim studijama studijskog programa „Inženjerstvo zaštite“ i iz predmeta „Primenjene metode modelovanja eksperimenta“, koji se izučava na specijalističkim strukovnim studijama studijskih programa: „Mašinsko inženjerstvo“, „Zaštita od katastrofalnih događaja i požara“, „Zaštita na radu“, „Upravljanje otpadom“ i „Elektroenergetika“.

Ključne reči: računarsko modelovanje i simulacija, nastavni proces, nastavna sredstva, Matlab/Simulink, Monte Karlo metoda.

IMPROVING THE QUALITY OF TECHNIQUES BY APPLICATION OF COMPUTER MODELING AND SIMULATION OF THE PROCESS

Abstract: Computer modeling and process simulation plays a particularly important role in the teaching of natural and technical subjects, as they help students understand the physical principles and the way machines and devices work. The aim of this paper is to present the application of computer modeling and simulation of the teaching process at the High Technical School of Vocational Studies in Novi Sad from the subject "Applied Risk Modeling Methods", which is being studied at the master studies in the study program "Engineering Protection" and from the "Applied method of modeling experiment", which is studied at specialist professional studies in the study programs: "Mechanical Engineering", "Protection from Disasters and Fire", "Safety at Work", "Waste Management" and "Electric Power Engineering".

Key Words: computer modeling and simulation, teaching process, teaching aids, Matlab / Simulink, Monte Carlo method.

1. UVOD

Obrazovanje je jedan od najvažnijih segmenata od kojih zavisi razvoj društva, pa je vrlo bitno njegovo prilagođavanje promenama koje donosi današnje informaciono doba. Kako bi se to prilagođavanje uspešno realizovalo, nije dovoljno promeniti i osavremeniti samo sadržaje učenja, već je važno primenjivati i nova nastavna sredstva. Nastavna sredstva su sve ono što se primenjuje u nastavi, a što osim predavača, aktivira misao aktivnosti kod studenata, pa na taj način učestvuje u prenošenju znanja i postizanju uspešnosti samog nastavnog procesa. Prema vrsti čula, koja se pobuđuju kod studenata, nastavna sredstva se mogu podeliti na: auditivna, vizuelna, audio-vizuelna, tekstualna i multimedijalna [1, 2].

Nagli razvoj informaciono-komunikacionih sistema omogućio je korišćenje multimedijalnih sadržaja u nastavi, kao što je računarsko modelovanje i simulacija procesa, koje je dosta efikasnije od drugih nastavnih sredstava, kao što su rad sa knjigom, laboratorijska ispitivanja, pa čak i konsultacije sa nastavnikom. Modelovanje ima posebno značajnu ulogu u nastavi prirodnih i tehničkih predmeta, jer pomažu studentima da lakše shvate fizičke principe i način rada mašina i uređaja. Modeli omogućavaju da se uoče i shvate samo bitne osobine nekog objekta ili principi funkcionisanja određenog tehničkog sistema [3].

U prilog većem prisustvu modela u nastavi idu i sledeći argumenti [3]:

- Pomoću modela moguće je izvesti eksperimente i tako izučavati objekte i sisteme čije je proučavanje u realnim uslovima opasno, teško, nemoguće ili skupo (npr. proizvodnja i prenos električne energije, strujna kola električnih instalacija, hemijski eksperimenti).
- Određene pojave se u realnim uslovima događaju prebrzo ili presporo, a modelom se dinamika dešavanja promena može podesiti tako da je moguće pratiti ponašanje objekta ili sistema (npr. rad motora sa unutrašnjim sagorevanjem).

Simulacije predstavljaju izvršenje modela i formiranje određenih rezultata. Prednosti simulacija ogledaju se u činjenici da je to ekonomičniji način davanja odgovora u odnosu na sprovođenje eksperimenata. Eksperimenti predstavljaju skup ali dragocen izvor informacija i rezultata, naročito kada se rade u realnim uslovima. Na osnovu

rezultata simulacija mogu se formirati analize tipa "Šta ako". Samo svojstvo simulacija je da pružaju mogućnost menjanja ulaznih i izlaznih podataka modela, što vodi i dubljem razumevanju pretpostavke odnosno modela koji se posmatra jer se dobija svojevršno kognitivno razumevanje kako neki sistem zaista funkcioniše [4, 5].

Cilj ovog rada je da prikaže primenu računarskog modelovanja i simulacije procesa u nastavi na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Novom Sadu iz predmeta „Primenjene metode modelovanja rizika“, koji se izučava na master strukovnim studijama studijskog programa „Inženjerstvo zaštite“ i iz predmeta „Primenjene metode modelovanja eksperimenta“, koji se izučava na specijalističkim strukovnim studijama studijskih programa: „Mašinsko inženjerstvo“, „Zaštita od katastrofalnih događaja i požara“, „Zaštita na radu“, „Upravljanje otpadom“ i „Elektroenergetika“.

2. PRIMERI PRIMENE RAČUNARSKOG MODELOVANJA I SIMULACIJE PROCESA U NASTAVI

Postoji mnogo simulacionih programa i paketa, koji se mogu koristiti u nastavi iz predmeta: „Primenjene metode modelovanja rizika“ i „Primenjene metode modelovanja eksperimenta“. Izbor određenog programskog jezika zavisi od dostupnosti, cene, prethodnog iskustva, lakoće rukovanja, očekivanih rezultata, početnih ciljeva, dostupnih podataka, prilagođenosti podataka određenom programu i drugih parametara. Mogu se koristiti gotovi programi za simulacije, koji se mogu preuzeti sa Interneta i koji se mogu koristiti u već postojećem ili izmenjenom obliku. Takođe se mogu koristiti i programski paketi pogodni za izradu sopstvenih programa za modelovanje i simulaciju.

Kada su u pitanju programska rešenja za ekološko modelovanje u nastavi iz navedenih predmeta mogu se koristiti [3]:

- Programi za rad sa tabelama (Spreadsheets), u koje spadaju na primer: Calc, Excel, Gnumeric i Kspread.
- Integrisana programska okruženja koja se mogu koristiti i za modelovanje, u koje spadaju na primer: R, IDL, MATLAB, Octave i druga.
- Programski jezici koji se mogu koristiti i za modelovanje, u koje spadaju na primer: C++, BASIC, PASCAL, FORTRAN, VB i JAVA.
- Specijalizovana programska okruženja za modelovanje, u koje spadaju na primer: MODELMAKER, POWERSIM, SIMILE, STELLA i VENSIM.
- Usko specijalizovani programi za ekološko modelovanje, u koje spadaju na primer: AEROMOD View, EcoRisk View, IRAP-h View, SVOoffice, SADA, FRAMES i drugi.
- Alati za modelovanje u okviru GIS programa, obuhvataju dodatke za GIS programe koji se mogu koristiti za ekološko modelovanje.

Takođe u nastavi iz navedenih predmeta se prikazuju pozitivna iskustva u korišćenju softverskih rešenja: SimaPro, Gabi, Umberto, Sustainable Minds itd., koja se koriste za analizu uticaja proizvoda na životnu sredinu tokom njegovog životnog ciklusa. Takođe, prikazuju se neke od mogućnosti Envigo softvera za procenu uticaja projekata na životnu sredinu [3].

U nastavi se razmatra i predloženi Konceptualni model za procenu ekološkog rizika uzrokovanog NATO bombardovanjem Republike Srbije 1999. godine. Procena aktuelnih rizika, ostvarenih i produženih delovanja stresora zahteva potrebu interdisciplinarnog naučnog pristupa u proceni sadašnjeg stanja životne sredine, radi preduzimanja mera kojima bi se navedeni ekološki rizici smanjili na dozvoljeni nivo [3].

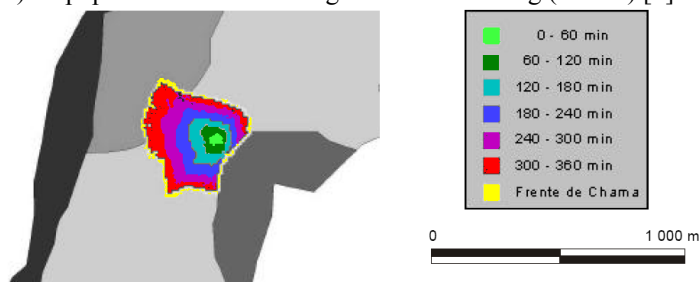
Korišćenjem modela koji opisuju požare možemo dobiti odgovore na pitanje kako se oni ponašaju, šta sve utiče na njihovo širenje i najvažnije kako ih predvideti. Naučnici su razvili čitav niz različitih postupaka računarskog modelovanja i simulacije ponašanja i širenja šumskih požara, koji daju podatke o brzini i pravcu širenja požara sa prognozom pravca i načina lokalizacije, koji su potrebni vatrogasnim službama za [6]:

- izračunavanje rizika i definisanje stepena ugroženosti šumskog područja,
- planiranje rasporeda jedinica i sredstava za gašenje požara,
- izbor strategije i sredstva za gašenje šumskog požara u prirodi,
- analizu požara koji su se dogodili sa ciljem detaljnijeg razumevanja i razjašnjenja pojedinih požara, naročito kada se radi o nesretnim događajima i velikoj materijalnoj šteti itd.

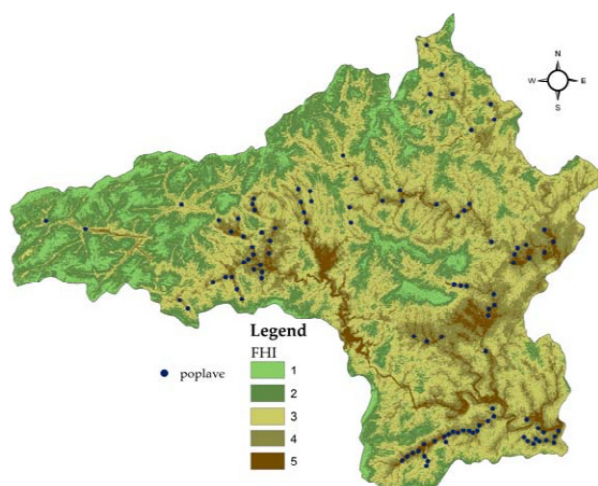
Na osnovu Frandsen-Rothermelovog modela izrađeni su 2D modeli koji simuliraju širenje požara, slika 1. Najpoznatiji su programi FARSITE i FlameMap. FARSITE (Fire Area Simulator) je u širokoj upotrebi od strane mnogih nacionalnih agencija za simulaciju širenja požara. Zasniva se na poluempirijskom modelu predviđanja požara sa konturom požara elipsastog oblika. FARSITE simulacije zahtevaju podatke o topografiji, vegetaciji i meteorološkim uslovima. Ovaj model zahteva podršku GIS-a (Geografskog informacionog sistema).

U nastavi iz navedenih predmeta se koristi i GIS-AHP model za zoniranje hazarda od poplava u urbanim sredinama. Model razmatra 6 kriterijuma: visinu, nagib, rastojanje do vodenih površina, dubinu podzemnih voda, padavine i korišćenje zemljišta. Cilj primene GIS-AHP modela je izrada konačne mape hazarda (opasnosti) od

poplava, sa definisanim područjima različite verovatnoće od pojave poplava. Takva mapa predstavlja prvi korak u izradi planova upravljanja rizicima od poplava. Primenom metode standardne devijacije izvršena je defazifikacija na 5 klasa Indeksa Hazarda (FHI) od poplava od veoma niskog do veoma visokog (slika 2) [7].



Slika 1. Portugalija – Spread 2D model širenja požara



Slika 2. Konačna mapa hazarda od poplava sa mestima poplavnih događaja [7]

U nastavi se koristi i Model finansijskog rizika projekta vetroelektrane koji je izrađen u Microsoft Excel-u i koji se zasniva na primeni simulacione Monte Karlo metode. Model je namenjen donosiocima odluka i vođama projekata pa je zato ključno da bude što jednostavniji za korišćenje. Najuticajni rizici su vezani za merenje vetropotencijala, pošto od toga zavisi proizvodnja električne energije (zarada vetroelektrane). Merenje vetropotencijala je osnovni pokazatelj isplativosti projekta pa ga i finansijske institucije vrlo ozbiljno shvataju, tako da od kvaliteta merenja zavisi dobijanje kredita za izgradnju vetroelektrane [8].

Takođe, studenti se na nastavi upoznaju sa programskim paketom Matlab (daje se pregled komandi za rukovanje Matlab-om, objašnjava se način unosa podataka i grafičkog prikaza rezultata) i njegovim dodatnim modulom Simulink. Simulink je interaktivno okruženje za modelovanje, analizu i simulaciju različitih dinamičkih sistema. Osnovna prednost Simulinka jeste jednostavnost u radu, koja se ogleda u prikazivanju Simulink modela u obliku blok-dijagrama. Ilustrativnost i jednostavnost u predstavljanju problema koji se želi rešiti predstavljaju njegove osnovne prednosti. Na primerima, prilagođenim studentima, prikazuje se jednostavnost rešavanja dinamičkih problema modelovanjem u Simulink-u, čime se izbegava upotreba komplikovanog matematičkog aparata, koji je neophodan za rešavanje dinamičkih sistema.

Na nastavi iz navedenih predmeta studenti se upoznaju i sa Modelom za proračun pokazatelja pouzdanosti vetrogeneratora, koga je razvio prvi autor ovog rada. Razvijeni model se bazira na primeni simulacione Monte Karlo metode. Model je razvijen u programu za tabelarnu obradu podataka Microsoft Excel. Prilikom primene razvijenog modela, podaci sa kojima se ulazi u ovaj proces su parametri Weibull-ove raspodele vremena do otkaza i parametri Lognormalne raspodele vremena popravki.

Simulaciona Monte Karlo metoda je numerička metoda koja je, zahvaljujući brzom razvoju računara, postala jedna od najmoćnijih i najvažnijih metoda za rešavanje komplikovanih matematičkih problema. Simulaciona Monte Karlo metoda koristi statistiku da matematički modeluje realni proces i zatim utvrđuje verovatnoću mogućih rešenja. Osnova od koje se počinje u ovoj metodi su već poznati podaci (to se pre svega odnosi na poznate funkcije gustine otkaza koje opisuju evoluciju datog sistema u vremenu) koji se preko generatora pseudo-slučajnih brojeva generišu i kao takvi ulaze u potrebne proračune [8].

Na slici 3. prikazan je primer rezultata proračuna pokazatelja pouzdanosti vetrogeneratora primenom razvijenog modela. U Excel-ovoj tabeli je prikazan deo simuliranih događaja (iteracija) i dat je raspored ćelija u kojima se prikazuju rezultati proračuna, tako da se mogu uporediti rezultati dobijeni korišćenjem analitičkih i empirijskih relacija, kao i simulacione Monte Karlo metode [3].

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2				Proračun pokazatelja pouzdanosti vetrogeneratora				
3								
4		$\gamma =$	500	$\mu =$	3	$N =$	45	
5		$\beta =$	1.56	$\sigma =$	0.5	$n(t) =$	17	
6		$\eta =$	1520	$MTTR =$	22.7598951	$N-n(t) =$	28	
7		$MTBF$	1866.16042	$Rt(t) =$	0.37548023	$Ait(t) =$	0.987950844	
8				$Re(t) =$	0.37777778	$Aoe(t) =$	0.975	
9		$t =$	2000	$Rs(t) =$	0.36692333	$Ais(t) =$	0.988006976	
10		$MTBMe =$	1950	$Ae(t) =$	0.00082353			
11		$MDTe =$	50					
12								
13		Vreme između otkaza TBF	Vreme popravke TTR		Trenutak pojave otkaza	Trenutak završetka popravke		Uspešnost iteracije
14		16			16			0
15		2295	36		806	52		1
16		1225	17		1277	823		0
17		1826	20		2649	1297		0
18		806	24		2103	2673		0
19		3730	11		6403	2114		1
20		3829	60		5943	6463		1
21		1703	26		8166	5969		0
22		1071	33		7040	8199		0
23		2398	25		10597	7065		1
24		2273	26		9338	10623		1
25		773	25		11396	9363		0
26		673	13		10036	11409		0
27		2047	38		13456	10074		1

Slika 3. Primer proračuna pokazatelja pouzdanosti vetrogeneratora primenom razvijenog modela [3]

Primenom predloženog modela moguće je izračunati stvarnu raspoloživost vetrogeneratora, koja pored vremena u zastoju vetrogeneratora uzrokovanih otkazima uzima u obzir i vremena u zastoju vetrogeneratora uzrokovana slabim vetrom. Zatim se na osnovu stvarne raspoloživosti vetrogeneratora može izračunati količina električne energije koju on može proizvesti za godinu dana, a na osnovu te količine proizvedene električne energije i njene cene, kao i cene vetrogeneratora može se izračunati vremenski period povratka investicionih ulaganja u vetrogenerator.

3. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da je primena računarskog modelovanja i simulacije procesa u nastavi iz predmeta „Primenjene metode modelovanja rizika“ i „Primenjene metode modelovanja eksperimenta“ doprinela da nastava postane efikasnija, interesantnija i dinamičnija, što su pokazali rezultati ankete koja je sprovedena sa studentima nakon odslušne nastave. Studenti ovo objašnjavaju time da su predavanja bila zanimljivija, da su imali priliku da se o proceni rizika i i izvođenju eksperimenata upoznaju na jedan novi način, da su na vizuelni način mogli da shvate neke pojmove vezane za procese, kao i da su promenama parametara simulacije mogli lako da uoče efekte na krajnji ishod simulacije.

Takođe se može zaključiti da je nastava na specijalističkim i master strukovnim studijama iz navedenih predmeta zasnovana na primeni računarskog modelovanja i simulacije procesa za rešavanje praktičnih problema višestruko korisna, kako po studente (jer doprinosi interaktivnom, temeljitom i dugotrajno usvajanje znanja) tako i po privredu. Pozitivna strana primene računarskog modelovanja i simulacije procesa za rešavanje praktičnih problema primećena je naročito kod zaposlenih studenata zbog njihovog povećanog entuzijazma i samoinicijative za produbljivanje i proširenje znanja u oblasti u kojoj rade.

Primena računarskog modelovanja i simulacije u preceni rizika i izvođenju eksperimenata predstavlja aktivni vid nastave koji postaje sve značajniji, jer doprinosi efikasnijem, bržem i lakšem transferu znanja, a atmosferu na predavanjima čini prijatnijom kako za studente tako i za predavače.

4. LITERATURA

- [1] Golubović, D., *Metodika nastave tehničkog i informatičkog obrazovanja*, Kompjuter biblioteka, Beograd, 2010.
- [2] Đurović, Lj., Grujić, Lj., *Učenje na daljinu*, Zbornik radova, Konferencija TIO, Tehnički fakultet Čačak, 2008.
- [3] Ilić, B., *Primenjene metode modelovanja rizika*, skripta, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, 2018.
- [4] Nikačević, N., *Modelovanje i simulacija procesa*, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2012
- [5] *Primena ekološkog modelovanja*, skripta, Fakultet za primenjenu ekologiju, Univerzitet u Beogradu, 2012.
- [6] Stipančević, D., *Suvremene računalne metode simuliranja širenja požara raslinja i njihova moguća primjena za prostor hrvatskog priobalja*, Seminar "Požari otvorenog prostora", Trogir 29.4.2008.
- [7] Gigović, Lj., *Primena GIS modela u izradi mape hazarda od poplava*, XLVI Simpozijum o operacionim istraživanjima, Zlatibor, 25-28.9, 2017.
- [8] Škrlec, D., Mužinić, F., *Modeliranje rizika u projektima vjetroelektrana*, 8. savjetovanje CIGRE, 4-8.1.2007.