



## SYLLABUS KOLEGIJA

### Opći podaci o kolegiju

Naziv kolegija:	Osnove numeričkih metoda u strojarstvu
Šifra kolegija u ISVU-u:	251520
Studij i smjer pri kojem se izvodi kolegij:	Stručni studij strojarstva, strojarske konstrukcije
ECTS bodovi:	5.0
Semestar izvođenja kolegija:	V
Uvjetni kolegij polaganja ispita:	Matematika II, Čvrstoća I, Termodinamika
Ciljevi kolegija:	Upoznati studente s osnovama numeričkih metoda primijenjenih u području mehanike čvrstih tijela, mehanike fluida i termodinamike, te vremenske diskretizacije

### Ustrojstvo nastave

Vrsta nastave	Broj sati semestralno:	Obveze studenata po vrsti nastave
Predavanja:	30	80% prisustva na predavanjima
Vježbe (auditorne, jezične):	15	80% prisustva na vježbama
Vježbe (laboratorijske, praktične):	-	
Terenska nastava:	-	
Ostalo:	15	Izrađen seminarski rad
UKUPNO:	60	80% prisustva na predavanjima i vježbama

### Praćenje rada studenata i provjere znanja tijekom nastavnog procesa

ISHODI		Kolokvij 1	Kolokvij 2	Seminarski rad	Ukupno	Prolaz	Vremenski okvir priznavanja ishoda
Ishod 1	Opisati metodu konačnih razlika. Definirati pojmove shema razlike unaprijed, središnje razlike i razlike unazad. Navesti red točnosti spomenutih shema.	8%			8%	4%	Do kraja ak.god.
Ishod 2	Opisati metodu pretpostavljenog rješenja. Opisati rješavanje kolokacijom i slabom formom diferencijalnih jednačji. Primijeniti Galerkinovu metodu na jednodimenzijsku diferencijalnu jednačju.		8%		8%	4%	Do kraja ak.god.
Ishod 3	Opisati metodu konačnih elemenata. Prikazati funkcije oblika		20%		20%	10%	Do kraja ak.god.



## SYLLABUS KOLEGIJA

	jednodimenzijskih osnovnih elemenata. Opisati izvođenje globalne jednadžbe proračunskog modela.						
Ishod 4	Opisati metodu konačnih volumena. Prikazati kontrolne površine dvodimenzijanskog konačnog volumena. Opisati pravilo srednje vrijednosti. Izvesti sustav jednadžbi za jednodimenzijsku diferencijalnu jednadžbu.	20%			20%	10%	Do kraja ak.god.
Ishod 5	Opisati numeričko diskretiziranje vremenske derivacije (numeričko integriranje). Opisati utjecaj razlike unazad i unaprijed na integracijsku shemu.		10%		10%	5%	Do kraja ak.god.
Ishod 6	Analizirati grešku numeričke metode „a posteriori“, na temelju rješenja kontrolirati točnost po točkama područja			34%	34%	17%	Do kraja ak.god.
Ukupno % ocjenskih bodova		28%	38%	34%	100%	50%	
Udio u ECTS		1,4	1,9	1,7	5		

### Praćenje provjere znanja na ispitnom roku

Uvjeti pristupanja ispitu					
ISHODI		pisani ispit	usmeni ispit	Ukupno	Prolaz
Ishod 1	Opisati metodu konačnih razlika. Definirati pojmove shema razlike unaprijed, središnje razlike i razlike unazad. Navesti red točnosti spomenutih shema.	6%	2%	8%	4%
Ishod 2	Opisati metodu pretpostavljenog rješenja. Opisati rješavanje kolokacijom i slabom formom diferencijalnih jednadžbi. Primijeniti Galerkinovu metodu na	6%	2%	8%	4%



## SYLLABUS KOLEGIJA

	jednodimenzijisku diferencijalnu jednadžbu.				
Ishod 3	Opisati metodu konačnih elemenata. Prikazati funkcije oblika jednodimenzijских osnovnih elemenata. Opisati izvođenje globalne jednadžbe proračunskog modela.	15%	5%	20%	10%
Ishod 4	Opisati metodu konačnih volumena. Prikazati kontrolne površine dvodimenzijskog konačnog volumena. Opisati pravilo srednje vrijednosti. Izvesti sustav jednadžbi za jednodimenzijisku diferencijalnu jednadžbu.	15%	5%	20%	10%
Ishod 5	Opisati numeričko diskretiziranje vremenske derivacije (numeričko integriranje). Opisati utjecaj razlike unazad i unaprijed na integracijsku shemu.	7%	3%	10%	5%
Ishod 6	Analizirati grešku numeričke metode „a posteriori“, na temelju rješenja kontrolirati točnost po točkama područja	25%	9%	34%	17%
Ukupno % ocjenskih bodova		74%	26%	100%	50%
Udio u ECTS		3,7	1,3	5	

### Pregled nastavnih jedinica po tjednima s pripadajućim ishodima učenja

Tjedan	Tema predavanja i ishodi učenja:	Ishod	Tema vježbi i ishodi učenja:	Ishod
1.	Uvod. Pojam numeričkih metoda, uloga u tehnici. Diskretizacija derivacije. Metoda konačnih razlika.	<b>I1</b>	Računanje prve i druge derivacije funkcije shemom razlike unazad, unaprijed i središnjom razlikom.	<b>I1</b>
2.	Primjena metode konačnih razlika u mehanici čvrstih tijela i termodinamici. Diskretizirana jednadžba osno opterećenog štapa te provođenja topline.	<b>I1</b>	Računanje pomaka i naprežanja osno opterećenog štapa metodom konačnih razlika. Računanje temperaturnog polja za jednodimenzijски stacionarni problem provođenja topline.	<b>I1</b>
3.	Primjena metode konačnih razlika u mehanici čvrstih tijela. Diskretizirana jednadžba štapa opterećenog na savijanje u jednoj ravnini.	<b>I1</b>	Računanje pomaka i naprežanja štapa opterećenog na savijanje u jednoj ravnini metodom konačnih razlika.	<b>I1</b>
4.	Pojam metode pretpostavljenog rješenja. Polinomno rješenje diferencijalnih jednadžbi. Interpolacijske funkcije na temelju baznih funkcija. Zadovoljavanje rubnih uvjeta.	<b>I2</b>	Postavljanje uvjeta interpolacije u točkama diskretizacije. Izvođenje sustava jednadžbi za određivanje koeficijenata polinomnog rješenja. Izračunavanje interpolacijskih funkcija u jednoj dimenziji. Zadovoljavanje rubnih uvjeta pomaka i sila.	<b>I2</b>
5.	Rješavanje kolokacijskom metodom. Primjena na osno opterećene štapove i štapove opterećene na savijanje u jednoj ravnini.	<b>I2</b>	Diskretizacija diferencijalne jednadžbe osno opterećenih štapova i štapova opterećenih na savijanje u jednoj ravnini. Izračun pomaka i naprežanja.	<b>I2</b>



## SYLLABUS KOLEGIJA

6.	Rješavanje Galerkinovom metodom. Primjena na osno opterećene štapove i štapove opterećene na savijanje u jednoj ravnini.	<b>I2, I6</b>	Integracija težinskog reziduala diferencijalne jednadžbe osno opterećenih štapova i štapova opterećenih na savijanje u jednoj ravnini. Izračun pomaka i naprezanja.	<b>I2</b>
7.	Utjecaj broja članova pretpostavljenog rješenja na točnost. Utjecaj potpunosti polinoma na stabilnost i točnost. Uvođenje nepolinomnih članova. Ekvidistantni čvorovi.	<b>I2</b>	Računanje pomaka za primjer osno opterećnog štapa različitim pretpostavljenim rješenjima. Provjera točnosti i stabilnosti za različito postavljene čvorove diskretizacije.	<b>I2</b>
8.	Pojam metode konačnih elemenata. Diskretizacija područja (domene) problema. Osnovni pojmovi metode.	<b>I3</b>	Crtaње i označavanje stupnjeva slobode konačnih elemenata za jednodimenzijske probleme.	<b>I3</b>
9.	Izvođenje funkcija oblika osnovnih štapnih i grednih elemenata. Matrica krutosti. Vektori sila. Rješavanje sustava jednadžbi.	<b>I3</b>	Računanje vektora sila i matrica krutosti za osnovni štapni i gredni element. Diskretizacija različitim brojem elemenata.	<b>I3</b>
10.	Oblikovanje globalnog sustava jednadžbi. Lokalni i globalni koordinatni sustav i stupnjevi slobode. Preračunavanje stupnjeva slobode i jednadžbi. Uvođenje rubnih uvjeta.	<b>I3</b>	Izvođenje sustava jednadžbi za osno opterećen štap diskretiziran različitim brojem elemenata. Izračunavanje pomaka.	<b>I3</b>
11.	Točnost metode konačnih elemenata. Usporedba analitičkog rješenja za pomak i moment savijanja s približnim rješenjem.	<b>I3, I6</b>	Izračunavanje pomaka i momenta savijanja za složeni nosač opterećen na savijanje u jednoj ravnini različitim brojem elemenata.	<b>I3</b>
12.	Pojam metode konačnih volumena.	<b>I4</b>	Crtaње i označavanje čvorova i volumena za strukturirane i nestrukturirane dvodimenzijske mreže. Zakon očuvanja fizikalnog svojstva. Opći oblik zakona očuvanja raspisan po ravninskim koordinatama. Integralni oblik jednadžbe ravninskog konačnog volumena zamijeniti interpoliranom vrijednošću fizikalnog svojstva u čvor, pomoću susjednih čvorova na stranicama kontrolnog volumena. Riješiti integral konačnog volumena srednom vrijednošću funkcije.	<b>I4</b>
13.	Metoda konačnih volumena za difuzijske probleme. Rješavanje primjera stacionarne jednodimenzijske difuzije.	<b>I4</b>	Objasniti difuzijske probleme. Postaviti integralnu jednadžbu difuzije preko konačnog volumena. Primjenom Taylorovog reda aproksimirati difuzijsku integralnu jednadžbu. Rješavanje primjera kondukcije topline u izoliranom štapu s konstantnim temperaturama krajeva štapa; bez izvora topline duž štapa.	<b>I4</b>
14.	Metoda konačnih elemenata za konveksijsko-difuzijske probleme. Rješavanje primjera stacionarne jednodimenzijske, konvekcije-difuzije.	<b>I4</b>	Rješavanje primjera u kojem se svojstvo transportira kroz jednodimenzijsku domenu i konvekcijom i difuzijom.	<b>I4</b>



## **SYLLABUS KOLEGIJA**

15.	Osnove metode konačnih volumena za nestacionarne probleme.	<b>I5</b>	Riješiti tranzijentnu distribuciju temperature ploče početne uniformne temperature 200 °C, čija temperatura jedne stranice u trenutku $t=0$ naglo padne na 0 °C dok je druga stranica izolirana.	<b>I5</b>
-----	--	-----------	--	-----------

### **Literatura (osnovna / dopunska)**

**Osnovna:**

1. Alfirević, I. : Nauka o čvrstoći I, Tehnička knjiga – Zagreb, 1989.
2. Sorić, J.: Uvod u nubičke metode u strojarstvu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2009.

**Dopunska:**

1. Grupa autora: Inženjerski priručnik 1, Tehnička knjiga – Zagreb, 1995.
2. Galović, A.: Termodinamika I, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2005.
3. Virag, Z.: Mehanika fluida I