

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Predmet | Numerično modeliranje trdnin |
| Course title | Computational Solid Mechanics |

| Študijski program in stopnja Study programme and level | Študijska smer Study field | Letnik Academic year | Semester Semester |
|---|-------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Tehnologije in sistemi v strojništvu/ 2. stopnja | Ni smeri študija | 1. letnik | 2. |
| Technologies and systems in mechanical engineering/ 2 nd Cycle | No study field | 1 st year | 2 nd |

Vrsta predmeta/Course type obvezni/core

Univerzitetna koda predmeta/University course code TSS 1 UN 8

| Predavanja Lectures | Seminar Seminar | Sem. vaje Tutorial | Lab. vaje Laboratory work | Teren. vaje Field work | Samost. delo Individ. work | ECTS |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------|
| 45 | | 15 | 30 | | 150 | 8 |

Nosilec predmeta/Lecturer: doc. dr. Marko Vrh

| | | |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Jeziki/ Languages: | Predavanja/Lectures: | slovenski/Slovenian |
| | Vaje/Tutorial: | slovenski/Slovenian |

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

Prerequisites:

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Vpis v prvi letnik študijskega programa. | <ul style="list-style-type: none"> • A prerequisite for inclusion is enrolment in the first year of study. |
|--|---|

Vsebina:

Content (Syllabus outline):

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Uvod v metodo končnih elementov.</i> • <i>Variacijski principi.</i> • <i>Direktna formulacija končnega elementa za reševanje diferencialne enačbe 1D elastičnega problema.</i> • <i>Interpolacijski polinomi.</i> • <i>Enačbe sestava končnih elementov.</i> • <i>Približno reševanje problema mehanike kontinuuma.</i> • <i>Formulacija končnih elementov za 2D in 3D probleme mehanike kontinuuma.</i> • <i>Naravne koordinate.</i> • <i>Gaussova integracija.</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Introduction to the finite element method.</i> • <i>Variational principles.</i> • <i>Direct finite element formulation for solving the differential equation of the 1D elastic problem.</i> • <i>Interpolation polynomials.</i> • <i>Assembly of finite elements.</i> • <i>Approximate solution of the continuum mechanics problem.</i> • <i>Finite element formulation for 2D and 3D continuum mechanics problems.</i> |
|---|--|

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Prednosti in slabosti različnih vrst končnih elementov.</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Natural coordinates.</i> • <i>Gaussian integration.</i> • <i>Advantages and disadvantages of different types of finite elements.</i> |
|--|---|

Temeljna literatura in viri/Readings:

Temeljna literatura/Basic literature

- FISH, J. in T. BELYTSCHKO. *A First Course in Finite Elements*. Wiley, 2010.

Priporočljiva literatura/Recommended

- HUTTON, D. V. *Fundamentals of Finite Element Analysis*. McGraw-Hill, 2003.
- LOGAN, D. L. *A First Course in the Finite Element Method*. Cengage Learning, 2016.

Cilji in kompetence:

Učna enota prispeva predvsem k razvoju naslednjih splošnih in specifičnih kompetenc:

- sposobnost samostojnega in ustvarjalnega raziskovalno-razvojnega dela na področju strojništva,
- sposobnost samostojnega spremljanja in kritične presoje najnovejših dosežkov s področja strojništva in širše,
- sposobnost aktivnega pisnega in ustnega sporazumevanja na visoki strokovni kot tudi na poljudni ravni, odvisno od ciljnega občinstva,
- sposobnost timskega dela s strokovnjaki z različnih področij,
- sposobnost učinkovite uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije,
- sposobnost prevzeti odgovornost za lasten poklicni in osebni razvoj,
- sposobnost delovanja v sozvočju s poklicno, okoljsko, socialno in etično odgovornostjo,
- poznavanje in razumevanje osnovnih fizikalnih in matematičnih zakonitosti s področja numeričnega modeliranja trdnin (vodilna enačba problema, robni pogoji, primarne in sekundarne spremenljivke, integralske variacijske formulacije itd.),
- razumevanje in sposobnost uporabe aproksimativne rešitve pri obravnavi problema,

Objectives and competences:

The learning unit mainly contributes to the development of the following general and specific competences:

- ability of independent and creative research and development work in the field of mechanical engineering,
- ability to independently perceive and critically assess the latest achievements in the field of mechanical engineering and beyond,
- ability to actively communicate in writing and orally at a high professional as well as at a popular level, depending on the target audience,
- ability to work in teams with experts from different fields,
- ability to effectively use information and communication technology,
- ability to take responsibility for one's own professional and personal development,
- ability to work according to professional, environmental, social and ethical responsibility,
- knowledge and understanding of basic physical and mathematical laws in the field of computational solid mechanics (governing equation of the problem, boundary conditions, conditions of continuous transition, primary and

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • obvladovanje izbranih računalniških orodij za reševanje mehanskih problemov v tehniki, • sposobnost ovrednotenja aproksimativne rešitve konkretnih mehanskih problemov. | <p>secondary variables, integral variational formulations, etc.),</p> <ul style="list-style-type: none"> • understanding and ability to use an approximate solution when dealing with a solid mechanics problem, • ability to use selected computer programs for solving solid mechanics problems in engineering, • ability to evaluate an approximate solution of specific problems in solid mechanics. |
|--|---|

Predvideni študijski rezultati:

Študent/študentka:

- pozna in razume osnovne fizikalne in matematične zakonitosti s področja numeričnega modeliranja trdnin, kot so ravnotežne enačbe, robni pogoji, integralske variacijske formulacije, aproksimacija rešitev, enačbe sestava končnih elementov itd.,
- samostojno uporablja osnovne elemente numeričnega modeliranja trdnin za reševanje osnovnih problemov mehanike trdnin,
- samostojno uporablja izbrana računalniška orodja za reševanje zahtevnejših problemov mehanike trdnin,
- se usposobi za kritično presojo pridobljenih numeričnih rezultatov pri reševanju zahtevnejših problemov mehanike trdnin.

Intended learning outcomes:

Students:

- knows and understands basic physical and mathematical laws in the field of computational solids mechanics, such as equilibrium equations, boundary conditions, integral variational formulations, solution approximation, assembly of finite elements, etc.,
- autonomously uses the basic elements of computational solid mechanics to solve the basic problems of solid mechanics,
- autonomously uses selected computer programs to solve more complex problems of solid mechanics,
- can critically evaluate the obtained numerical results when solving more complex problems of solid mechanics.

Metode poučevanja in učenja:

- *predavanja* z aktivno udeležbo študentov (razlaga, diskusija, vprašanja, primeri, reševanje problemov),
- *avditorne vaje*: reševanje problemov, študije primerov, kritično presojanje, diskusija, refleksija izkušenj, vrednotenje, projektno delo, timsko delo,
- *laboratorijske vaje*: praktično reševanje več tipičnih problemov na računalniku.

Learning and teaching methods:

- *lectures* with active student participation (explanation, discussion, questions, examples, problem solving),
- *tutorial*: problem solving, case studies, methods of critical thinking, discussion, reflection of experience, evaluation, project work, team work,
- *laboratory work*: practical solving of several typical problems on a computer.

| Načini ocenjevanja: | Delež (v %) Weight (in %) | Assessment: |
|--|------------------------------|---|
| Načini: <ul style="list-style-type: none"> • pisni izpit • ustni izpit Ocenjevalna lestvica: ECTS. | 70 % 30 % | Types: <ul style="list-style-type: none"> • written exam • oral examination Grading scheme: ECTS. |