

| NAZIV PREDMETA  |   | NAUKA O ČVRSTOĆI                               |  |  |    |   |  |
|---|---|--|--|--|----|---|--|
| Kod   | SKS008  | Godina studija                                 | 1.   |  |    |   |  |
| Nositelj/i predmeta   | Dr.sc. Ado Matoković, prof. v. š. t. z.   | Bodovna vrijednost (ECTS)                      | 7  |  |    |   |  |
| Suradnici   |   | Način izvođenja nastave (broj sati u semestru) | P  | S  | AV | T |  |
|   |   |  | 45   | 15   | 30 |   |  |
| Status predmeta   | Obvezni   | Postotak primjene e-učenja                     | 20 %   |  |    |   |  |
| OPIS PREDMETA   |   |  |  |  |    |   |  |
| Ciljevi predmeta  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Izračunavanje naprezanja, deformacija i pomaka pri različitim slučajevima opterećenja štapa.</li> <li>Dimenzioniranje prema kriteriju čvrstoće i krutosti.</li> </ul>  |  |  |  |    |   |  |
| Uvjeti za upis predmeta i ulazne kompetencije potrebne za predmet | Nema  |  |  |  |    |   |  |
| Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (4-10 ishoda učenja)   | <p>Nakon uspješno položenog predmeta studenti će moći:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>razlikovati pojmove: čvrstoća, krutost, naprezanje, deformacija</li> <li>izračunati naprezanja, deformacije i pomake pri osnom opterećenju štapa</li> <li>odrediti naprezanja i dimenzionirati štap okruglog presjeka opterećen na uvijanje</li> <li>dizajnirati štap poprečnog presjeka s dvije i jednom osi simetrije opterećen na savijanje</li> <li>navesti i objasniti osnovne teorije čvrstoće</li> <li>izračunavati ekvivalentno naprezanje pri složenom opterećenju štapa</li> <li>provjeriti stabilnost štapa</li> <li>koristiti edukacijski programski paket MDSolids.</li> </ol> |  |  |  |    |   |  |
| Sadržaj predmeta detaljno razrađen prema satnici nastave          | Tjedan  | Sati   | Oblik nastave  | Tema   |    |   |  |
|   | 1.  | 3  | Predavanja   | Uvod u Mehaniku deformabilnih tijela. Pojam naprezanja i deformacije. Hookeov zakon za jednoosno stanje naprezanja. Konstante elastičnosti: modul elastičnosti, modul smicanja, Poissonov koeficijent. |    |   |  |
|   |   | 2  | Auditorne vježbe   | Određivanje uzdužnih sila u aksijalno opterećenim štapovima.   |    |   |  |
|   |   | 1  | Seminarske vježbe  | Samostalni rad studenata pod nadzorom asistenta: izračunavanje uzdužnih sila u štapovima pri aksijalnom opterećenju.   |    |   |  |
|   | 2.  | 3  | Predavanja   | Aksijalno opterećenje: izračunavanje naprezanja i deformacija; dimenzioniranje aksijalno opterećenih dijelova konstrukcija.  |    |   |  |
| 2   |   | Auditorne vježbe                               | Rješavanje zadataka vezano uz aksijalno opterećenje štapa. |  |    |   |  |

|  |    |   |                   |  |
|--|----|---|-------------------|--|
|  |    | 1 | Seminarske vježbe | Samostalni rad studenata pod nadzorom asistenta: izračunavanje naprezanja, deformacija, produljenja pri aksijalnom opterećenju štapa.  |
|  | 3. | 3 | Predavanja        | Statički neodređeni zadaci. Naprezanja uzrokovana promjenom temperature i prisilnom montažom.  |
|  |    | 2 | Auditorne vježbe  | Rješavanje raznih primjera statički neodređenih zadataka.  |
|  |    | 1 | Seminarske vježbe | Izrada prvog seminarskog rada.   |
|  | 4. | 3 | Predavanja        | Smicanje: Izračunavanje tangencijalnog naprezanja pri smicanju; dimenzioniranje dijelova konstrukcije opterećenih na smicanje (vijci i svornjaci).   |
|  |    | 2 | Auditorne vježbe  | Proračun naprezanja te dimenzioniranje vijaka i svornjaka.   |
|  |    | 1 | Seminarske vježbe | Izrada prvog seminarskog rada.   |
|  | 5. | 3 | Predavanja        | Geometrijske karakteristike poprečnih presjeka: statički momenti površine presjeka; određivanje položaja težišta; momenti inercije poprečnog presjeka: aksijalni, devijacijski, polarni; Steinerov poučak; momenti otpora; glavni momenti tromosti. Geometrijske karakteristike složenih presjeka. |
|  |    | 2 | Auditorne vježbe  | Izračunavanje geometrijskih karakteristika raznih poprečnih presjeka.  |
|  |    | 1 | Seminarske vježbe | Prikaz izračunavanja geometrijskih karakteristika poprečnog presjeka kroz program MDSolids.  |
|  | 6. | 3 | Predavanja        | Uvijanje štapova okruglog presjeka: izračunavanje tangencijalnog naprezanja i kuta uvijanja; dimenzioniranje na osnovu kriterija čvrstoće i kriterija krutosti.  |
|  |    | 2 | Auditorne vježbe  | Rješavanje statički određenih i statički neodređenih zadataka vezano uz uvijanje   |
|  |    | 1 | Seminarske vježbe | Prikaz uvijanja kroz program MDSolids.   |
|  | 7. | 3 | Predavanja        | Savijanje ravnih punih nosača: čisto savijanje i poprečno savijanje; izračunavanje normalnog i tangencijalnog naprezanja te njihova raspodjela po poprečnom presjeku.  |
|  |    | 2 | Auditorne vježbe  | Primjeri izračunavanja normalnih i tangencijalnih naprezanja uslijed savijanja.  |
|  |    | 1 | Seminarske vježbe | Prikaz savijanja pomoću programskog paketa MDSolids.   |
|  | 8. | 3 | Predavanja        | Dimenzioniranje nosača opterećenih na savijanje; diferencijalna jednadžba elastične linije; izračunavanje progiba i kuta nagiba elastične linije kod jednostavnijih primjera.  |

|                    |   |                   |   |
|--------------------|---|-------------------|---|
|                    | 2 | Auditorne vježbe  | Rješavanje primjera vezano uz progib i nagib elastične linije.  |
|                    | 1 | Seminarske vježbe | Izrada drugog seminarskog rada.   |
| <b>1. kolokvij</b> |   |                   |   |
| 9.                 | 3 | Predavanja        | Tenzor naprezanja: izrazi za transformaciju komponenti tenzora naprezanja; glavna naprezanja i pravci glavnih naprezanja; Mohrova kružnica naprezanja.                |
|                    | 2 | Auditorne vježbe  | Rješavanje zadataka vezano uz ravninsko stanje naprezanja.  |
|                    | 1 | Seminarske vježbe | Izrada drugog seminarskog rada.   |
| 10.                | 3 | Predavanja        | Tenzor deformacije: izrazi za transformaciju komponenti tenzora deformacije; glavne deformacije i pravci glavnih deformacija; Mohrova kružnica deformacija.           |
|                    | 2 | Auditorne vježbe  | Rješavanje zadataka vezano uz ravninsko stanje deformacija.   |
|                    | 1 | Seminarske vježbe | Prikaz Mohrove kružnice deformacija pomoću MDSolidsa.   |
| 11.                | 3 | Predavanja        | Hookeov zakon za troosno stanje naprezanja i deformacija. Hookeov zakon za dvoosno stanje naprezanja. Hookeov zakon za dvoosno stanje deformacija.                    |
|                    | 2 | Auditorne vježbe  | Rješavanje zadataka vezano uz Hookeov zakon.  |
|                    | 1 | Seminarske vježbe | Prikaz Hookeova zakona pomoću MDSolidsa.  |
| 12.                | 3 | Predavanja        | Teorije čvrstoće: teorija maksimalnog normalnog naprezanja; teorija maksimalnog tangencijalnog naprezanja; teorija maksimalne distorzijske energije (HMH teorija).    |
|                    | 2 | Auditorne vježbe  | Rješavanje zadataka vezano uz teorije čvrstoće.   |
|                    | 1 | Seminarske vježbe | Prikaz teorija čvrstoće pomoću MDSolidsa.   |
| 13.                | 3 | Predavanja        | Određivanje ekvivalentnog naprezanja pri složenom opterećenju: aksijalno opterećenje + savijanje, savijanje + uvijanje; aksijalno opterećenje + savijanje + uvijanje. |
|                    | 2 | Auditorne vježbe  | Rješavanje zadataka vezano uz složeno opterećenje.  |
|                    | 1 | Seminarske vježbe | Prikaz složenog opterećenja pomoću MDSolidsa.   |
| 14.                | 3 | Predavanja        | Tankostjene posude pod tlakom: izrazi za uzdužno i cirkularno naprezanje; dimenzioniranje tankostjenih posuda pod tlakom.   |

|   |   |                   |  |  |                              |                          |  |
|---|---|-------------------|--|--|------------------------------|--------------------------|--|
|   |   |                   |  | Izvijanje: izvijanje štapa u elastičnom području; kritična sila izvijanja i kritično naprezanje; izvijanje štapa u plastičnom području.  |                              |                          |  |
|   | 2   | Auditorne vježbe  | Proračun tankostjenih posuda pod tlakom.<br>Proračun stabilnosti tlačno opterećenih štapova. |  |                              |                          |  |
|   | 1   | Seminarske vježbe | Izrada trećeg seminarskog rada.  |  |                              |                          |  |
|   | 15.   | 3                 | Predavanja   | Kratki osvrt na cjelokupno gradivo.  |                              |                          |  |
|   |   | 2                 | Auditorne vježbe   | Rješavanje ispitnih primjera.  |                              |                          |  |
|   |   | 1                 | Seminarske vježbe  | Izrada trećeg seminarskog rada.  |                              |                          |  |
| <b>2. kolokvij</b>  |   |                   |  |  |                              |                          |  |
| Vrste izvođenja nastave:  | <input checked="" type="checkbox"/> predavanja<br><input checked="" type="checkbox"/> seminari i radionice<br><input checked="" type="checkbox"/> vježbe<br><input type="checkbox"/> on line u cijelosti<br><input checked="" type="checkbox"/> mješovito e-učenje<br><input type="checkbox"/> terenska nastava |                   |  | <input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci<br><input type="checkbox"/> multimedija<br><input type="checkbox"/> laboratorij<br><input type="checkbox"/> mentorski rad<br><input type="checkbox"/> demonstracijske vježbe |                              |                          |  |
| Obveze studenata  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nazočnost na predavanjima i auditornim vježbama u iznosu od najmanje 70% predviđene satnice (za izvanredne studente obveza je 50% nazočnosti).</li> <li>Izrada seminarskog rada.</li> </ul>  |                   |  |  |                              |                          |  |
| Praćenje rada studenata (upisati udio u ECTS bodovima za svaku aktivnost tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta): | Pohađanje nastave   | 3,0 ECTS          | Istraživanje   |  | Praktični rad                |                          |  |
|   | Ekperimentalni rad  |                   | Referat  |  | Demonstracijske vježbe       |                          |  |
|   | Esej  |                   | Seminarski rad   | 0,8 ECTS   | Samostalno učenje            | 3,2 ECTS                 |  |
|   | Kolokviji   |                   | Usmeni ispit   |  | Konzultacije i završni ispit |                          |  |
|   | Pismeni ispit   |                   | Projekt  |  | (Ostalo upisati)             |                          |  |
| Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu   | <b>KONTINUIRANO VREDNOVANJE</b>   |                   |  |  |                              |                          |  |
|   | Pokazatelji kontinuirane provjere   |                   |  | Uspješnost $A_i$ (%)   |                              | Udjel u ocjeni $k_i$ (%) |  |
|   | <i>Nazočnost i aktivnost na nastavi (pred. + vježbe)</i>  |                   |  | 70 - 100   |                              | 10                       |  |
|   | <i>Izrada seminarskog rada</i>  |                   |  | 100  |                              | 10                       |  |
|   | <i>Izrada domaćih radova</i>  |                   |  | 0-100  |                              | 10                       |  |
|   | <i>Kratki testovi tijekom semestra</i>  |                   |  | 0-100  |                              | 10                       |  |
|   | <i>Prvi kolokvij</i>  |                   |  | 50-100   |                              | 30                       |  |
|   | <i>Drugi kolokvij</i>   |                   |  | 50-100   |                              | 30                       |  |

Studenti koji nisu položili ispit putem kolokvija polažu završni ispit koji se sastoji od pisanog i usmenog dijela. Isto vrijedi i za popravne ispite.

| ZAVRŠNA OCJENA  |                         |                             |
|---|-------------------------|-----------------------------|
| Pokazatelji provjere - završni ispit<br>(prvi i drugi ispitni termin)     | Uspješnost<br>$A_i$ (%) | Udjel u ocjeni<br>$k_i$ (%) |
| <i>Pisani ispit</i>   | 50 - 100                | 45                          |
| <i>Usmeni ispit</i>   | 50 - 100                | 45                          |
| <i>Izrada seminarskog rada</i>  | 100                     | 10                          |
| Pokazatelji provjere - popravni ispit<br>(treći i četvrti ispitni termin) | Uspješnost<br>$A_i$ (%) | Udjel u ocjeni<br>$k_i$ (%) |
| <i>Pisani ispit</i>   | 50 - 100                | 45                          |
| <i>Usmeni ispit</i>   | 50 - 100                | 45                          |
| <i>Izrada seminarskog rada</i>  | 100                     | 10                          |

Ocjena (u postotcima) formira se temeljem svih pokazatelja koji opisuju razinu studentskih aktivnosti prema relaciji:

$$Ocjena (\%) = \sum_{i=1}^N k_i A_i$$

$k_i$  - težinski koeficijent za pojedinu aktivnost,  
 $A_i$  - postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost,  
 $N$  - ukupan broj aktivnosti.

| ODNOS POLUČENOG USPJEHA I PRIPADNE OCJENE |  |                |
|---|--|----------------|
| Postotak                                  | Kriterij   | Ocjena         |
| od 50% do 61%                             | <i>zadovoljava minimalne kriterije</i>           | dovoljan (2)   |
| od 62% do 74%                             | <i>prosječan uspjeh s primjetnim nedostacima</i> | dobar (3)      |
| od 75% do 87%                             | <i>iznadprosječan uspjeh s ponekom greškom</i>   | vrlo dobar (4) |
| od 88% do 100%                            | <i>izniman uspjeh</i>                            | izvrstan (5)   |

| Obvezna literatura<br>(dostupna u knjižnici i putem ostalih medija) | Naslov  | Broj primjeraka u knjižnici | Dostupnost putem ostalih medija   |
|---|---|-----------------------------|---|
|   | 1. Plazibat, B.; Matoković, A.; Vetma, V.: Nauka o čvrstoći I, Skripta, Sveučilišni odjel za stručne studije Sveučilišta u Splitu, Split, 2019. | 5                           | Web izdanje (MOODLE)<br><a href="http://www.oss.unist.hr">www.oss.unist.hr</a><br>e-izdanja |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | 2. Alfirević, I.: Nauka o čvrstoći I, Tehnička knjiga d.d., Zagreb, 1995.   | 1 |  |
| Dopunska literatura  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Šimić, V.: Otpornost materijala I, Školska knjiga, Zagreb, 1992.</li> <li>2. Craig, R.: Mechanics of Materials, Wiley &amp; Sons, New York, 1999.</li> <li>3. Primijenjena mehanika: Nauka o čvrstoći, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, On line udžbenik, <a href="http://www.mating.hr/prim_mehanika">www.mating.hr/prim_mehanika</a></li> </ol>   |   |  |
| Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje utvrđenih ishoda učenja | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencija pohađanja nastave i uspješnosti izvršenja ostalih obveza studenata (nastavnik).</li> <li>• Ažuriranje detaljnih izvedbenih planova nastave - DIP (nastavnik).</li> <li>• Nadzor izvođenja nastave (zamjenik pročelnika Odjela za nastavu, pročelnici odsjeka).</li> <li>• Kontinuirana provjera kvalitete svih parametara nastavnog procesa u skladu s Akcijskim planovima (pomoćnik pročelnika Odjela za kvalitetu).</li> <li>• Semestralno provođenje studentske ankete sukladno „Pravilniku o postupku studentskog vrednovanja nastavnog rada na sveučilištu u Splitu“ (UNIST, Centar za unaprjeđenje kvalitete).</li> </ul> |   |  |
| Ostalo (prema mišljenju predlagatelja)                                       | DIP-ovi predmeta nalaze se unutar sustava za podršku nastavi (MOODLE) i dostupni su studentima i nastavnicima Odjela. Skraćeni izvedbeni programi - IP (hrvatska i engleska inačica) su u cilju javnosti informiranja izravno dostupni na web stranicama Odjela.  |   |  |