

| NAZIV PREDMETA                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ADITIVNE TEHNOLOGIJE                           |                  |                                                                                                                                                                                                               |    |   |  |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|--|
| Kod                                                               | DST034                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Godina studija                                 | 2.               |                                                                                                                                                                                                               |    |   |  |
| Nositelj/i predmeta                                               | Andrej Bašić, pred.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Bodovna vrijednost (ECTS)                      | 6                |                                                                                                                                                                                                               |    |   |  |
| Suradnici                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Način izvođenja nastave (broj sati u semestru) | P                | S                                                                                                                                                                                                             | V  | T |  |
|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                | 30               | 15                                                                                                                                                                                                            | 15 |   |  |
| Status predmeta                                                   | Izborni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Postotak primjene e-učenja                     | 20 %             |                                                                                                                                                                                                               |    |   |  |
| OPIS PREDMETA                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |                  |                                                                                                                                                                                                               |    |   |  |
| Ciljevi predmeta                                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>– Stjecanje znanja o mogućnostima primjene aditivnih tehnologija u privredi, kulturi, medicini i razvoju novih proizvoda.</li><li>– Razvijanje vještina izrade 3D modela putem dizajna ili tehnika 3D skeniranja.</li><li>– Upoznati postupke aditivne proizvodnje te razviti mehanizme za odabir najprikladnije aditivne tehnologije i potrebnog materijala.</li></ul>                                                   |                                                |                  |                                                                                                                                                                                                               |    |   |  |
| Uvjeti za upis predmeta i ulazne kompetencije potrebne za predmet | Nema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                |                  |                                                                                                                                                                                                               |    |   |  |
| Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (4-10 ishoda učenja)   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Objasniti pojam aditivnih tehnologija te njihove prednosti i nedostatke.</li><li>2. Odabrati najpogodnije vrste materijala za određeni projekt.</li><li>3. Planirati procese izrade proizvoda.</li><li>4. Odabrati vrstu i primijeniti aditivne tehnologije.</li><li>5. Nabrojiti faze 3D ispisa i ponuditi rješenja za rješavanje tehničkih problema.</li><li>6. Demonstrirati rad s 3D pisačem i skenerom.</li></ol> |                                                |                  |                                                                                                                                                                                                               |    |   |  |
| Sadržaj predmeta detaljno razrađen prema satnici nastave          | Tjedan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sati                                           | Oblik nastave    | Tema                                                                                                                                                                                                          |    |   |  |
|                                                                   | 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                                              | Predavanja       | Uvod u kolegij. Povijesni razvoj aditivnih tehnologija, značajke, osnovni pojmovi, prednosti i nedostaci. Usporedba aditivnih i konvencionalnih proizvodnih procesa. Područja primjene aditivnih tehnologija. |    |   |  |
|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                                              | Auditorne vježbe | Trendovi u svijetu: 3D ispis, budućnost ili trend? Revolucija u postupku 3D ispisa.                                                                                                                           |    |   |  |
|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                                              | Seminar          | Metodologija izrade seminarskog rada.                                                                                                                                                                         |    |   |  |
|                                                                   | 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                                              | Predavanja       | Vrste aditivnih tehnologija proizvodnje, prednosti i nedostaci: SLA, 3PJP, DLP, SLS, 3DP, FDM, LOM, DMLS, EBM i dr.                                                                                           |    |   |  |
|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                                              | Auditorne vježbe | Aditivne tehnologije proizvodnje – princip rada.                                                                                                                                                              |    |   |  |
|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                                              | Seminar          | Podjela tema za seminarski rad.                                                                                                                                                                               |    |   |  |

|  |    |   |                  |                                                                                                                                                                                                |
|--|----|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 3. | 2 | Predavanja       | Odabir tehnologije prema traženim svojstvima modela za ispis, vizualnom dojmu, procesu izrade, fleksibilnosti tehnologije, aspektu sigurnosti i održavanja.                                    |
|  |    | 1 | Auditorne vježbe | Učinak promjene parametara ispisa na mehanička svojstva testnih uzoraka izrađenih FDM postupkom – praktični primjeri.                                                                          |
|  |    | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                      |
|  | 4. | 2 | Predavanja       | Uređaji za aditivnu tehnologiju - 3D pisači: povijesni razvoj, podjela, vrste, komponente, primjena i dr.                                                                                      |
|  |    | 1 | Auditorne vježbe | Princip rada 3D pisača - primjeri.                                                                                                                                                             |
|  |    | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                      |
|  | 5. | 2 | Predavanja       | Uporaba CAD-a u postupku aditivne proizvodnje. Datoteke za pohranu 3D modela: STL, OBJ, MTL, VRML, X3D, 3MF i dr.                                                                              |
|  |    | 1 | Auditorne vježbe | Priprema za 3D ispis.                                                                                                                                                                          |
|  |    | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                      |
|  | 6. | 2 | Predavanja       | Greške u postupku ispisa modela i analize grešaka na ispisanom 3D modelu. Metode dodatne obrade: uklanjanje materijala za podršku izratka, brušenje, tretman acetonom, poliranje i dr.         |
|  |    | 1 | Auditorne vježbe | Greške u postupcima 3D ispisa – primjeri.                                                                                                                                                      |
|  |    | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                      |
|  | 7. | 2 | Predavanja       | Sistematizacija materijala u postupcima aditivne proizvodnje (plastomeri, duromeri, metali i ostali materijali). Oporaba materijala za 3D ispis                                                |
|  |    | 1 | Auditorne vježbe | Pregled i analiza materijala za 3D ispis – primjeri. Reciklaža materijala za 3D ispis – primjeri.                                                                                              |
|  |    | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                      |
|  | 8. | 2 | Predavanja       | Platforme za obradu i izradu virtualnog 3D modela: Meshixer, 3D builder, Blender, Zbrush, Autodesk Maya, Sculptris i dr. 3D slicer - softverski paket za pripremu i analizu virtualnog modela. |

|  |     |   |                  |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-----|---|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |     | 1 | Auditorne vježbe | Analiza slučajeva primjene platformi za obradu i izradu virtualnog 3D modela.                                                                                                                                                                     |
|  |     | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                                                                         |
|  | 9.  | 2 | Predavanja       | Pregled novih područja (4D ispis, svemir i dr.). Otvorene platforme za 3D ispis. Prilike za poduzetništvo i razvoj u budućnosti                                                                                                                   |
|  |     | 1 | Auditorne vježbe | Analiza slučajeva primjene 3D ispisa.                                                                                                                                                                                                             |
|  |     | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                                                                         |
|  | 10. | 2 | Predavanja       | Uvod u 3D skeniranje - povijesni razvoj 3D tehnologije skeniranja značajke, osnovni pojmovi, prednosti i nedostaci.                                                                                                                               |
|  |     | 1 | Auditorne vježbe | Primjeri područja primjene 3D skenera: reverzibilni inženjering, kontrola kvalitete, medicina, arheologija, forenzika i dr.                                                                                                                       |
|  |     | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                                                                         |
|  | 11. | 2 | Predavanja       | Laserski mjerni uređaji i skeneri. Podjela 3D skenera – kontaktni i beskontaktni, aktivni i pasivni.                                                                                                                                              |
|  |     | 1 | Auditorne vježbe | Prikaz rada 3D skenera na praktičnom primjeru: 3D skeniranje, CAD optimizacija i primjena 3D ispisa u kulturnoj baštini: Primjer na kipu iz antičke Salone.<br>Primjena 3D tehnologija u izuzimanju i identifikaciji tragova obuće.               |
|  |     | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                                                                         |
|  | 12. | 2 | Predavanja       | Teorija svjetlosti i boje (UV spektar, vidljivi spektar, IR spektar i komplementare boje). 3D skeneri sa strukturiranim svjetlom. Komponente skenera, princip rada, faze i njihova uloga. Kalibracija kamere i projektora, točnost i ograničenja. |
|  |     | 1 | Vježbe           | Uporaba White light 3D skenera – praktični primjer.                                                                                                                                                                                               |
|  |     | 1 | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                                                                         |
|  | 13  | 2 | Predavanja       | Povijesni razvoj fotografije. Osnove fotogrametrije.                                                                                                                                                                                              |
|  |     | 1 | Vježbe           | Uporaba IR 3D skenera – praktični primjer.                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                  |                                                                                                                                                                                                                              |               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|
|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1   | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                                                    |               |     |
|                                                                                                                                                   | 14.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2   | Predavanja       | Platforme za obradu fotografije postupkom fotogrametrije. Reverzibilni inženjering.                                                                                                                                          |               |     |
|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1   | Vježbe           | Fotogrametrija – praktični primjer.                                                                                                                                                                                          |               |     |
|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1   | Seminar          | Samostalni rad studenata. Konzultacije vezane uz izradu seminarskog rada.                                                                                                                                                    |               |     |
|                                                                                                                                                   | 15.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2   | Predavanja       | Pregled novih područja. Otvorene platforme za 3D skeniranje. Prilike za poduzetništvo i razvoj u budućnosti.                                                                                                                 |               |     |
|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1   | Auditorne vježbe | Analiza slučajeva primjene 3D skeniranja.                                                                                                                                                                                    |               |     |
|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1   | Seminar          | Prezentacija i obrana seminarskog rada.                                                                                                                                                                                      |               |     |
| 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 type="checkbox"/> samostalni zadaci<br><input type="checkbox"/> multimedija<br><input checked="" type="checkbox"/> laboratorij<br><input type="checkbox"/> mentorski rad<br><input type="checkbox"/> (ostalo upisati) |               |     |
| Obveze studenata                                                                                                                                  | • Nazočnost na predavanjima i vježbama u iznosu od najmanje 70% predviđene satnice (za izvanredne studente obveza je 50% nazočnosti).<br>• Izrada seminarskog rada.                                                                                                                                             |     |                  |                                                                                                                                                                                                                              |               |     |
| Praćenje rada studenata (upisati udio u ECTS bodovima za svaku aktivnost tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta): | Pohađanje nastave                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,5 | Istraživanje     |                                                                                                                                                                                                                              | Praktični rad | 0,5 |
|                                                                                                                                                   | Eksperimentalni rad                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     | Referat          |                                                                                                                                                                                                                              |               |     |
|                                                                                                                                                   | Esej                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     | Seminarski rad   | 4                                                                                                                                                                                                                            |               |     |
|                                                                                                                                                   | Kolokviji                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     | Usmeni ispit     |                                                                                                                                                                                                                              |               |     |
|                                                                                                                                                   | Pismeni ispit                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     | Projekt          |                                                                                                                                                                                                                              |               |     |

| Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu | KONTINUIRANO VREDNOVANJE                                                                                                                        |                                                  |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                                 | Pokazatelji kontinuirane provjere                                                                                                               | Uspješnost<br>$A_i$ (%)                          | Udjel u ocjeni<br>$k_i$ (%) |
|                                                                                 | <i>Nazočnost i aktivnost na nastavi (predavanja)</i>                                                                                            | 70 - 100                                         | 15                          |
|                                                                                 | <i>Nazočnost i aktivnost na nastavi (vježbe)</i>                                                                                                | 70 - 100                                         | 15                          |
|                                                                                 | <i>Vježbovni zadatak</i>                                                                                                                        | 50 -100                                          | 20                          |
|                                                                                 | <i>Seminarski rad</i>                                                                                                                           | 50 -100                                          | 50                          |
|                                                                                 | ZAVRŠNA OCJENA                                                                                                                                  |                                                  |                             |
|                                                                                 | Pokazatelji provjere - završni ispit<br>(prvi i drugi ispitni termin)                                                                           | Uspješnost<br>$A_i$ (%)                          | Udjel u ocjeni<br>$k_i$ (%) |
|                                                                                 | <i>Vježbovni zadatak</i>                                                                                                                        | 50 - 100                                         | 30                          |
|                                                                                 | <i>Seminarski rad</i>                                                                                                                           | 50 - 100                                         | 70                          |
|                                                                                 | Pokazatelji provjere - popravni ispit<br>(treći i četvrti ispitni termin)                                                                       | Uspješnost<br>$A_i$ (%)                          | Udjel u ocjeni<br>$k_i$ (%) |
|                                                                                 | <i>Vježbovni zadatak</i>                                                                                                                        | 50 - 100                                         | 30                          |
|                                                                                 | <i>Seminarski rad</i>                                                                                                                           | 50 - 100                                         | 70                          |
|                                                                                 | 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<br>$A_i$ - postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost,<br>$N$ - 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<br>i putem ostalih<br>medija)    | Naslov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Broj<br>primjeraka<br>u knjižnici | Dostupnost<br>putem ostalih<br>medija |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|                                                                              | Materijali s predavanja.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   | Moodle                                |
| Dopunska literatura                                                          | <p>1.Gibson, I., Rosen, D.W., Stucker, B (2010) Additive Manufacturing Technologies, Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing. Springer, 2010.</p> <p>2.Godec, D. &amp; Šercer, M. (2015) Aditivna proizvodnja. Zagreb, Fakultet strojarstva i brodogradnje</p> <p>3.Kraus, K. (2006) Fotogrametrija, 1.dio, Osnove i standardni procesi. Izdavačka kuća Synopsis Zagreb – Sarajevo.</p> <p>4.Čatipović, N., Gjeldum, N., Bašić, A., Turković, A. &amp; Dadić, Z. (2021) Using reverse engineering for optimization and modeling of motorcycle brake caliper brackets. Proceedings of International conference “Mechanical Technologies and Structural Materials”.</p> <p>5.Bašić, A., Peko, I., Krolo, J. &amp; Bagavac, P. (2021) Fuzzy logic modeling of ultimate tensile strength and cost in fused deposition modeling process of additive manufacturing. Proceedings of 10th International conference "Mechanical technologies and structural materials"</p> <p>6.Peko, I., Bašić, A. &amp; Aljinović, A. (2018) Računalom podržani dizajn, aditivna proizvodnja i 3D skeniranje proizvoda. Inovativno pametno poduzeće. Split, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, str. 178-192.</p> <p>7.Bašić, A., Mladineo, M., Peko, I. &amp; Aljinović, A. (2018) 3D Scanning, CAD Optimization and 3D Print Application in Cultural Heritage: An Example on Statue from the Ancient Salona. Conference Proceedings "International conference “Mechanical Technologies and Structural Materials” 2018.</p> <p>8.Peko, I., Krolo, J., Bagavac, P., Đurić, S., Kostić, N. &amp; Bašić, A. (2017) Modeling and Optimization of Tensile Strength of ABS Parts Manufactured by the Fused Deposition Modeling Process. Conference Proceedings "International conference “Mechanical Technologies and Structural Materials” 2017.</p> <p>9.Peko, I., Špar, I. &amp; Bašić, A. (2016) Rapid Prototyping of Mechanical Measurement Level Device. Conference Proceedings "International conference “Mechanical Technologies and Structural Materials” 2016.</p> <p>10. Abdel, M. (2011). 3d laser scanners: history, applications, and future. Assiut University.</p> |                                   |                                       |
| 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. |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|