SVEUČILIŠTE U RIJECI - MEDICINSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF RIJEKA - FACULTY OF MEDICINE

MEDRI

Faculty of Medicine in Rijeka

Curriculum
2025/2026

For course

Aditivne tehnologije u ORL

Study program:	**Medicina (R)** (elective) University integrated undergraduate and graduate study
Department:	**Department of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery**
Course coordinator:	**izv.prof. dr. sc. Manestar Dubravko, dr. med.**
Year of study:	**5**
ECTS:	**1.5**
Incentive ECTS:	**0 (0.00%)**
Foreign language:	**No**

Course information:

Cilj izbornog predmeta je :

-prikazati prednosti i mjesto aditivnih tehnologija odnosno 3 D printinga .

- razvoj modela za edukaciju, nastavna pomagala, modeli za trening kirurških vještina.

- razvoj epiteza i proteza koje zadovoljavaju funkcionalne i estetske kriterije.

Suvremeni zahtjevi tržišta postavljaju sve oštrije zahtjeve na procese razvoja i proizvodnje. Osim zahtjeva za povišenjem kvalitete proizvoda i razine fleksibilnosti, istodobno se nameću zahtjevi za sniženjem troškova, a posebice za skraćenjem vremena razvoja i proizvodnje. Dodatni trend je napuštanje masovne proizvodnje u korist maloserijske, a vrlo često i pojedinačne (personalizirane) proizvodnje. Od druge polovice 80-tih godina prošlog stoljeća počeli su se razvijati i primjenjivati suvremeni aditivni postupci proizvodnje (3D printanje). Temeljna značajka tih postupaka je dodavanje materijala, najčešće sloj-po-sloj, do izrade čitavog proizvoda.

Trodimenzionalno tiskanje (engleski 3D Printing). Zasniva se na tehnologiji tintnih pisača (→ PISAČ), no umjesto tinte izbacuje se vezivo ili ljepilo. Po sloju postavljenoga praha glavom pisača raspršuje se kapljevito vezivo u obliku zadana presjeka, koje uzrokuje prianjanje slojeva. Radna se podloga spušta za debljinu idućeg sloja i dopušta novomu sloju praha da se nataloži. Nakon izradbe, tvorevina se ostavlja određeno vrijeme u komori s prahom kako bi se postigla potrebna čvrstoća. Takvo načelo proizvodnje omogućuje pravljenje vrlo komplicirane geometrije proizvoda, koje bi drugim, klasičnim postupcima proizvodnje bilo vrlo teško ili nemoguće načiniti. Dodatna značajka aditivnih postupaka je, da se u načelu proizvodi izrađuju izravno na opremi za aditivne postupke na temelju 3D računalnog modela, bez potrebe za dodatnim alatima.

Suvremeni aditivni postupci proizvodnje prošli su kroz nekoliko faza glede njihove primjene. U začetcima primjene tih postupaka, uglavnom su se koristili za brzu izradu prototipova (e. Rapid Prototyping - RP). Sljedeći korak je izrada čitavih alata i kalupa ili njihovih ključnih elemenata (e. Rapid Tooling - RT). Riječ je o primjeni postupaka aditivne proizvodnje tvorevina za izradu polimernih, keramičkih ili metalnih alata i kalupa, koji zbog načela slojevite gradnje omogućuju bitno skraćivanje vremena proizvodnje geometrijski najzahtjevnijih dijelova alata i kalupa. Daljnji razvoj materijala, koji se rabe pri suvremenim aditivnim postupcima za slojevitu proizvodnju, doveo je do izravne maloserijske ili pojedinačne proizvodnje gotovih proizvoda (e. Rapid Manufacturing - RM). Riječ je o postupcima koji omogućuju proizvodnju tvorevina bez potrebe za dodatnim alatima, pa u slučajevima pojedinačne proizvodnje ili maloserijske proizvodnje najčešće predstavljaju jedino razumljivo rješenje.

S pojavom Covid 19 pandemije, javila se potreba za zaštitnom medicinskom opremom koja je trebala biti dostupna odmah i u velikim količinama. Zbog zatvaranja tvornica i kašnjenja u transportu robe ista nije mogla biti osigurana. Dio potrebne zaštitne opreme počeo se proizvoditi 3D tiskom. Tehnologija je već postojala, ali se koristila za maloserijsku i personaliziranu proizvodnju. S Covid 19 pandemijom tiskanje postaje masovno. Primjer je PRUSA – proizvođač iz Češke koji je tiskao 200 000 zaštitnih vizira za medicinsko osoblje.

Nakon dizajniranja zaštitna oprema se može brzo proizvesti. Pojednostavljeno 3D tisak proizvodi predmete tiskajući sloj po sloj željenog proizvoda. Na taj način nema puno otpadnog materijala, što je još jedna prednost 3D tiska.

Osim zaštitnih vizira, tiskali su se štapići za brisanje nazofarinksa, koji zbog svoje 3D strukture ne trebaju četkicu na vrhu, maske koje se mogu prati i držači za maske. U Singapuru su tiskali 3D model za vježbanje uzimanja nazofaringealnih briseva kako bi nemedicinsko osoblje moglo uzimati briseve. U Italiji su tiskali konektor koji spaja CPAP uređaj s maskama za ronjenje. Tiskali su se razdjelnici koji su omogućavali da se jedan respirator koristi istovremeno za više osoba.

Osim gore navedenih primjera u otorinolaringologiji smo koristili 3D tisak za izradu modela za vježbanje funkcionalne endoskopske kirurgije sinusa. Zbog nedostatka anesteziologa uzrokovanog preraspodjelom u respiratorne centre izvodile su se samo hitne operacije te su specijalizanti bili uskraćeni za edukaciju i praksu. Umjesto na živim pacijentima izvodili su operacije na 3D FESS modelima.

Također smo koristili epiteze - proteze lica kojoj je svrha da kozmetički nadomjesti defekte lica, nosa, očne šupljine, ušne školjke i sl. Obično se epiteza izrađuje od mekana akrilata, uz dodatak boje radi postizanja prirodnosti. Ona može biti privremeno ili trajno rješenje, a u trajnom rješavanju valja dati prednost plastičnoj operaciji kad god je izvodiva. Epiteze smo koristili kako bi izbjegli velike elektivne operativne zahvate u općoj anesteziji, kako bi pacijent što manje boravili u bolnici i kako bi bio što manji kontakt s pacijentom u vrijeme pandemije.

List of assigned reading:

Manestar, D., Maričić, S., Manestar, M., Šoić Vranić, T., Brumini, G., Manestar, D., ... Bobinac, D. (2014). Primjena anatomskog modela nosne šupljine i pripadajućih paranazalnih sinusa „3D fess slices®" u nastavi anatomije. *Medicina Fluminensis, 50* (2), 219-226. Preuzeto s https://hrcak.srce.hr/121888

Manestar D, Maričić S, Komljenović D, Miletić D, Ružić Baršić A, Borović E. Auricular epithesis. Laryngoscope. 2017 Mar;127(3):574-576. doi: 10.1002/lary.26113. Epub 2016 Jul 8. PMID: 27388972.

List of optional reading:

Noviji članci dostupni u bazama podataka o navedenim tehnologijama.

Curriculum:

Seminars list (with titles and explanation):

S01

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S02

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S03

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S04

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S05

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S06

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S07

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S08

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S09

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S10

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S11

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S12

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S13

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S14

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S15

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S16

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S17

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D

tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S18

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S19

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S20

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S21

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S22

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S23

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S24

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

S25

Nakon uvodnih predavanja o primjeni aditivnih tehnologija u otorinolaringologiji i objašnjenja tehničkog postupka 3D tiska studente će se upoznati s rezultatima primjene 3D tiska na Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata KBC Rijeka. Potom će studenti sami izabrati jednu od ponuđenih radova na temu 3D tisak u kirurgiji glave i vrata te istu javno prezentirati.

Student obligations:

Redovito pohađanje nastave (5 sati predavanja) i priprema za seminare.

Teme seminara (ukupno 15 sati) dodjeljuju se na predavanjima u dogovus s mentorom. Dodijeljene teme zatim studenti uz mentora obrađuju te prezentiraju ostalim sudionicima kolegija u vidu interaktivnih rasprava.

Vježbe (ukupno 5 sati) sprovode se u otorinolaringološkoj j ambulanti uz nadzor voditelja.

Exam (exam taking, description of the written/oral/practical part of the exam, point distribution, grading criteria):

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci** i **Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci** (usvojenog na Fakultetskom vijeću Medicinskog fakulteta u Rijeci).

Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom izvođenja nastave te na završnom ispitu.

Od ukupno 100 bodova, tijekom nastave, student može ostvariti **50 bodova**, a na završnom ispitu **50 bodova**. Ocjenjivanje studenata vrši se primjenom ECTS (A-F) i brojčanog sustava (1-5). Ocjenjivanje u ECTS sustavu izvodi se apsolutnom raspodjelom.

Od maksimalnih 50 ocjenskih bodova koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora prikupiti najmanje 25 ocjenskih bodova da bi pristupio završnom ispitu. Studenti koji tijekom nastave prikupe manje od 25 ocjenskih bodova (F ocjenska kategorija) moraju ponovo upisati kolegij.

Ocjenske bodove student stječe aktivnim sudjelovanjem u nastavi, izvršavanjem postavljenih zadataka, seminarskim radom te izlascima na kolokvije na sljedeći način:

Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 50 bodova):

a) Seminarski rad (do 50 bodova)

Tijekom nastave ocjenjuje se seminarski rad koji do predviđenog datuma student treba predati u tiskanom obliku te ga prezentirati ostalim studentima, što voditelj kolegija ocjenjuje ukupno prema sljedećoj tablici:

ocjena	ocjenski bodovi
Dovoljan	35
Dobar	40
Vrlo dobar	45
Izvrstan	50

Završni ispit (ukupno 50 ocjenskih bodova):

Studenti koji su tijekom nastave ostvarili više od 25 bodova obavezno pristupaju završnom ispitu na kojem mogu ostvariti maksimalno 30 bodova.

Studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 25 bodova nemaju pravo izlaska na završni ispit (upisuju kolegij sljedeće godine).

Završni ispit je **usmeni ispit**. Nosi 50 ocjenskih bodova (raspon 25–50).

Uspjeh na završnom ispitu pretvara se u ocjenske bodove na sljedeći način:

ocjena	ocjenski bodovi
Nedovoljan	0
Dovoljan	25
Dobar	35
Vrlo dobar	45
Izvrstan	50

Za prolaz na završnom ispitu i konačno ocjenjivanje (uključujući pribrajanje prethodno ostvarenih ocjenskih bodova tijekom nastave), student na završnom ispitu mora biti pozitivno ocijenjen i ostvariti najmanje 25 ocjenskih bodova.

Ocjenjivanje u ECTS sustavu vrši se apsolutnom raspodjelom, odnosno temeljem konačnog postignuća:

A – 90 - 100%

B – 75 - 89,9%

C – 60 - 74,9%

D – 50 - 59,9%

F – 0 - 49,9%

Ocjene u ECTS sustavu prevode se u brojčani sustav na sljedeći način:

A = izvrstan (5)

B = vrlo dobar (4)

C = dobar (3)

D = dovoljan (2)

F = nedovoljan (1)

Other notes (related to the course) important for students:

-

COURSE HOURS 2025/2026

Aditivne tehnologije u ORL

Seminars (Place and time or group)

List of lectures, seminars and practicals:

SEMINARS (TOPIC)	Number of hours	Location
S01	1	

S02	1	
S03	1	
S04	1	
S05	1	
S06	1	
S07	1	
S08	1	
S09	1	
S10	1	
S11	1	
S12	1	
S13	1	
S14	1	
S15	1	
S16	1	
S17	1	
S18	1	
S19	1	
S20	1	
S21	1	
S22	1	
S23	1	
S24	1	
S25	1	

EXAM DATES (final exam):