

Datum: Rijeka, 1. rujna 2025.

Kolegij: Receptori radiološke slike

Voditelj: doc. dr. sc. Lovro Tkalčić, dr. med.

e-mail voditelja: lovro.tkalcic@uniri.hr

Katedra: Katedra za radiološku tehnologiju

Studij: Prijediplomski stručni studiji - Radiološka tehnologija redovni

Godina studija: 1

Akadska godina: 2025./2026.

IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

Podaci o kolegiju (kratak opis kolegija, opće upute, gdje se i u kojem obliku organizira nastava, potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, obveze studenata i sl.):

Predmet Receptori radiološke slike je obvezatni predmet na 1. godini stručnog studija Radiološka tehnologija. Predmet se realizira u 15 sati predavanja i 10 sati vježbi, ukupno 25 sati i 2 ECTS.

Ciljevi i očekivani ishodi predmeta:

Ciljevi predmeta su upoznavanje studenata s fotokemijskim promjenama i nastankom slike na fotografskom filmu, pojašnjenje razlike u fotografskom učinku između rendgenskog zračenja i vidljivog svjetla te nastanka slike na fotografskom i rendgenskom filmu. Usvajanje znanja o fluorescentnom učinku rendgenskog zračenja. O vrstama sjena u radiologiji i njihovoj prezentaciji na filmu i ekranu dijaskopskog uređaja. Usvajanje znanja o sastavu rendgenskog fotomaterijala, vrstama i svojstvima rendgenskog filma te o čuvanju rendgenskih filmova. Usvajanje znanja o građi i namjeni te prednostima korištenja radiografskih folija. Upoznavanje s teorijom fotokemijskog djelovanja, tamnom komorom, fotografskom obradom i obilježavanjem eksponiranog filma, metodama kemijske obrade filma, radiografskim kazetama, održavanjem uređaja za automatsku obradu filma te ocjenjivanjem radiograma. Relativno veliki fond sati vježbi pruža mogućnost osposobljavanja za samostalan rad, odnosno za stručno rukovanje s neeksponiranim i eksponiranim rendgenskim filmom, radiografskim kazetama i folijama te sa svim raspoloživim uređajima za automatsku obradu filma. Vrste CR i DR detektora i principi nastanka slike, silikonska aktivna matrica, kapacitator, tankoslojne diode i tranzistori. CCD sustavi i primjena u digitalnim kamerama. Selenski fotokonduktori, linijski parovi, razlike prema CR sustavima. Prostorna rezolucija – MTF, Nyquistov teorem, „aliasing“, osjetljivost na X-zrake – DQE, odnos signala i šuma, dinamička širina, ostale karakteristike – osjetljivost na raspršeno zračenje, degradacija slike u CR ili DR-u, prostorni

i temporalni artefakti, temporalna stabilnost, LCD i CRT monitori, formati digitalne slike i kompresija.

Način izvođenja nastave:

Nastava se organizira na Kliničkom zavodu za radiologiju kroz predavanja i vježbe. Predavanja su koncipirana tako da podrazumijevaju aktivno sudjelovanje studenata u nastavi, u formi diskusije za vrijeme i po završetku izlaganja nastavne građe. Tijekom vježbi studenti pod vodstvom mentora obavljaju praktični dio nastave.

Korelativnost i korespondentnost:

Program predmeta korelira s programom cjelokupnog studija, a korespondentan je sa sadržajem kolegija na drugim Stručnim i Sveučilišnim studijima radiološke tehnologije (Split, Zagreb).

Sadržaj predmeta:

Kontrast u radiologiji, prirodni kontrast, umjetna kontrastna sredstva, negativna i pozitivna kontrastna sredstva te radiološke metode koje se izvode njihovom primjenom; razvoj kontrastnih sredstava kroz povijest, načini aplikacije kontrastnih sredstava, barijev sulfat, uljna jodna kontrastna sredstva, vodotopiva jodna kontrastna sredstva, urotropna i hepatotropna kontrastna sredstva, kontrastna sredstva za magnetsku rezonancu i ultrazvuk, fizikalno-kemijske osobine kontrastnih sredstava, utjecaj vodotopivih jodnih kontrastnih sredstava na pojedine organe i organske sustave, neželjene reakcije na kontrastno sredstvo, faktori rizika, mjere profilakse i postupak s bolesnikom koji ima neželjenu reakciju na kontrastno sredstvo, čuvanje i skladištenje kontrastnih sredstava.

Način izvođenja nastave:

Nastava se organizira na Kliničkom zavodu za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju u vidu predavanja i seminara. Predavanja su koncipirana tako da podrazumijevaju aktivno sudjelovanje studenata u nastavi, u formi diskusije po završetku izlaganja nastavne građe *ex-cathedra*.

Popis obvezne ispitne literature:

Kukuljan M. Film i obrada, 2002. (interna skripta)
Nastavni materijal.

Popis dopunske literature:

Hebrang A, Klarić_Čustović R. Radiologija. Medicinska naklada. Zagreb, 2007.
Janković S, Eterović D. Fizikalne osnove i klinički aspekti medicinske dijagnostike. Medicinska naklada, Zagreb, 2002.

Nastavni plan:

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

- P1. Uvod u film u radiologiji: fotokemijski učinak, pojam sjene i temeljni principi formiranja rendgenske slike
Ishodi učenja: Objasniti fotokemijski učinak rendgenskog zračenja i vidljive svjetlosti. Definirati pojam sjene u radiologiji i opisati različite vrste sjena na rendgenskom filmu. Raspraviti razlike u prikazu sjena na fluorescentnom ekranu dijaskopskog uređaja u odnosu na rendgenski film. Objasniti osnovne principe formiranja slike na rendgenskom filmu.
- P2. Vrste rendgenskih filmova, njihove podloge i sustavi zaštite od halacije i cross-over efekta.
Ishodi učenja: Opisati vrste rendgenskih filmova i njihove podloge. Objasniti načine zaštite od halacije i cross-over efekta. Raspraviti kromatsku i spektralnu senzibilizaciju rendgenskog filma. Objasniti razliku između jednoslojnih i dvoslojnih filmova te opisati primjenu spektralno senzibiliziranih i laserskih filmova.
- P3. Građa i uloga radiografskih folija, pojam šuma u radiologiji te svojstva, formati i arhiviranje rendgenskih filmova.
Ishodi učenja: Objasniti građu i ulogu radiografskih folija u radiografiji. Definirati pojam šuma u radiologiji i raspraviti njegove vrste, uključujući kvantni, optički i elektronski šum. Opisati osnovna svojstva fotografskog materijala i formate rendgenskih filmova. Objasniti načine čuvanja i arhiviranja rendgenskih filmova.
- P4. Fotokemijsko djelovanje, obrada rendgenskog filma i oprema u radiografiji.
Ishodi učenja: Objasniti teoriju fotokemijskog djelovanja i opisati organizaciju tamne komore. Detaljno prikazati postupak fotografske obrade eksponiranog filma, uključujući razvijanje i metode kemijske obrade. Opisati uređaje za razvijanje filma, od dnevnih komora za automatsku obradu na dnevnom svjetlu do automatskih razvijača i suhih komora. Objasniti funkciju radiografskih kazeta i postupke obilježavanja rendgenskih filmova. Navesti osnovne postupke održavanja opreme potrebne za kvalitetnu i sigurnu obradu filma.
- P5. Principi kompjuterizirane radiografije (CR) i vrste detektora.
Ishodi učenja: Objasniti princip kompjuterizirane radiografije s naglaskom na fotostimulirajuću luminescenciju i nastanak latentne slike u kristalima barij-fluorohalida s europijem. Opisati lasersko čitanje latentne slike pomoću fotomultiplikatorske cijevi i proces digitalizacije analogne informacije. Raspraviti vrste CR detektora, uključujući *storage phosphor* sustave, igličaste/kristalične detektore, dual-sided sustave i linearne sustave čitanja (*line scan*).

P6. Temeljni principi digitalne radiografije i vrste detektora.

Ishodi učenja: Objasniti principe digitalne radiografije i način formiranja slike pomoću silicijske aktivne matrice, kapacitivnih elemenata, tankoslojnih dioda i tranzistora. Opisati rad indirektnih DR detektora, uključujući scintilatore, fotodiode i postupak isčitavanja latentne slike. Objasniti principe rada CCD (charge-coupled device) sustava te njihovu primjenu u digitalnim kamerama, uz pojašnjenje procesa demagnifikacije i značajki fosforescentnog zaslona.

P7. Direktni digitalni detektori i fizikalne karakteristike digitalne slike.

Ishodi učenja: Objasniti principe rada direktnih digitalnih detektora sa selenijskim fotokonduktorima i usporediti ih s CR sustavima. Analizirati fizikalne karakteristike digitalne slike, uključujući prostornu rezoluciju, MTF, Nyquistov teorem, aliasing, DQE, omjer signal/šum, dinamički raspon, osjetljivost na raspršeno zračenje i stabilnost detektora. Raspraviti čimbenike kvalitete slike na radiogramu poput tvrdoće, ekspozicije, kontrastnosti i oštrote te objasniti prostorne, vremenske i druge artefakte na filmskim i digitalnim slikama. Opisati načine prezentacije slike na LCD i CRT monitorima te navesti osnovne formate i postupke kompresije digitalnih slika.

Popis seminara s pojašnjenjem:

/

Popis vježbi s pojašnjenjem:

Vježbe prate teme predavanja i dnevni proces rada Kliničkog zavoda za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju Kliničkog bolničkog centra Rijeka.

Obveze studenata:

Redovito pohađanje nastave, uključivši predavanja i seminare. Evidencija pohađanja nastave provoditi će se prozivkom na svakom satu. Student može izostati s 30% nastave isključivo zbog zdravstvenih razloga, što opravdava liječničkom ispričnicom.

Ispit (način polaganja ispita, opis pisanog/usmenog/praktičnog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja:

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci**, odnosno Odluci o izmjenama i dopunama **Pravilnika o studijima Sveučilišta u Rijeci** te Odluci Fakultetskog vijeća Fakulteta zdravstvenih studija usvojenoj na sjednici održanoj 14. lipnja 2018. prema kojoj studenti na pojedinom predmetu od 100% ocjenskih bodova tijekom nastave mogu ostvariti najviše **50% ocjenskih bodova**, dok se preostalih **50% ocjenskih bodova** ostvaruje na završnom ispitu.

Ocjenjivanje studenata vrši se primjenom ECTS (A-F) i brojčanog sustava (1-5).

Od maksimalnih **50 ocjenskih bodova** koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora sakupiti minimum od **25 ocjenskih bodova** da bi stekao pravo pristupa završnom ispitu.

Studenti koji sakupe manje od 25 ocjenskih bodova imat će priliku za jedan popravni međuispit te, ako na tom međuispitu zadovolje, moći će pristupiti završnom ispitu, ali s minimalnim brojem ocjenskih bodova, odnosno s 25 ocjenskih bodova, bez obzira na uspjeh na popravnom međuispitu.

Studenti koji tijekom nastave sakupe 24,9 i manje ocjenskih bodova moraju ponovno upisati kolegij.

Student može izostati s **30%** nastave isključivo **zbog zdravstvenih razloga** što opravdava liječničkom ispričnicom. Nazočnost na seminarima je obvezna. Nadoknada u nastavi nije moguća.

Ukoliko student opravdano ili neopravdano izostane s **više od 30% nastave** ne može nastaviti praćenje kolegija te gubi mogućnost izlaska na završni ispit. Time je prikupio 0 ECTS bodova i ocijenjen je ocjenom F.

Elementi i kriteriji ocjenjivanja na stručnom studiju Radiološke tehnologije za kolegij Kontrastna sredstva su: ocjenjivanje pismenih međuispita i završnog ispita na način koji je naveden u daljnjem tekstu.

Pismeni međuispiti (kolokviji)-50 bodova

Studenti su obvezni položiti dva pismena međuispita. Međuispiti sadržavaju 20 i 30 pitanja čiji se točni odgovori pretvaraju u ocjenske bodove na slijedeći način.

1. međuispit

Br. točnih odgovora	Broj bodova
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20

2. međuispit

Br. točnih odgovora	Broj bodova
15	15

16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30

Važne napomene

Pismeni međuispiti (testovi) se pišu 20 i 30 minuta. Prag prolaznosti je 50% uspješno riješenih zadataka. Za vrijeme pisanja testa nije moguće koristiti literaturu, mobitel i sl., kao ni prepisivati ili došaptavati se ili u slučaju on-line pisanja koristiti se raznim načinima digitalne komunikacije. Ukoliko do toga dođe studentima će ispit biti poništen.

Pravo na jedan popravni međuispit omogućava se studentima koji su tijekom nastave stekli manje od 25 bodova, pod uvjetom da su pisali međuispite. Ova kategorija studenata može tijekom nastave ostvariti najviše 25 bodova. Studenti koji zbog prepisivanja ili nekog drugog nedoličnog ponašanja nisu ostvarili 25 bodova tijekom nastave ne stječu pravo na završni ispit. Studenti koji iz neopravdanih razloga nisu pristupili međuispitu nemaju pravo na popravni međuispit.

- Uvid u postignute rezultate biti će omogućen unutar sedam dana od polaganja međuispita uz prethodni dogovor o točnom terminu s nositeljem kolegija. Ovo se odnosi samo na pisanje međuispita on-site.

Završni ispit – 50 bodova

Završni ispit je pismeni test s pedeset pitanja. Na završnom pismenom ispitu procjenjuje se znanje koje nije procjenjivano tijekom ranijih testova, a prag prolaznosti je 50%. Na završnom pismenom ispitu studenti mogu maksimalno ostvariti 50 bodova koji se pretvaraju u ocjenke bodove na slijedeći način:

Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

Unesite tražene podatke

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

Unesite tražene podatke

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2025./2026. godinu)

Raspored nastave

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
30.9.2025.	12.00 - 15.00 P1-KZZR Sušak			doc. dr. sc. L. Tkalčić, dr. med.
3.10.2025.	11.00 - 14.00 P2-KZZR Sušak			doc. dr. sc. L. Tkalčić, dr. med.
6.10.2025.	8.00 – 11.00 P3-KZZR Sušak			doc. dr. sc. L. Tkalčić, dr. med.
16.10.2025.			Receptori radiološke slike V KZZR 2. grupa 8,00-9,30 Receptori radiološke slike V KZZR 1. grupa 9,30-11,00	Iva Zelić, bacc.radiol.techn. KZZR NB PEDIJARIJA
23.10.2025.			Receptori radiološke slike V KZZR 1. grupa 8,00-9,30 Receptori radiološke slike V KZZR 2. grupa 9,30-11,00	Goran Banušić, bacc. radio. techn. KZZR Rijeka Damir Pranjić, bacc. radiol. techn. KZZR Sušak
29.10.2025.			Receptori radiološke slike V KZZR 2. grupa 8,00-9,30 Receptori radiološke slike V KZZR 1. grupa 9,30-11,00	Marko Miličević, bacc. radiol. techn. Damir Pranjić, bacc. radiol. techn. KZZR Sušak
30.10.2025.	13.00-15.00 Receptori radiološke slike P4-			doc. dr. sc. L. Tkalčić, dr. med.

	KZZR Sušak			
3.11.2025.	11.00-14.00 Receptori radiološke slike P5- KZZR Sušak			Andrej Požgaj, mag. Radiol. Techn.
3.11.2026.	11.00-14.00 Receptori radiološke slike P6- KZZR Sušak			Andrej Požgaj, mag. Radiol. Techn.
6.11.2025.			Receptori radiološke slike V- KZZR 2.grupa 8,00-9,30 Receptori radiološke slike V- KZZR 1.grupa 9,30-11,00	Damir Pranjić, bacc. radiol. techn. KZZR Sušak
10.11.2025.	11.00-14.00 Receptori radiološke slike P7- KZZR Sušak			Andrej Požgaj, mag. Radiol. Techn.
13.11.2025.			Receptori radiološke slike V- KZZR 2.grupa 8,00-9,30 Receptori radiološke slike V- KZZR 1.grupa 9,30-11,00	Mateo Rajkovača, mag. radiol. techn.

Popis predavanja, seminara i vježbi:

P	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
1	Uvod u film u radiologiji: fotokemijski učinak, pojam sjene i temeljni principi formiranja rendgenske slike	2	KZZR Sušak
2	Vrste rendgenskih filmova, njihove podloge i sustavi zaštite od halacije i cross-over efekta.	2	KZZR Sušak
3	Građa i uloga radiografskih folija, pojam šuma u radiologiji te svojstva, formati i arhiviranje rendgenskih filmova.	2	KZZR Sušak
4	Fotokemijsko djelovanje, obrada rendgenskog filma i oprema u radiografiji.	3	KZZR Sušak
5	Principi kompjuterizirane radiografije (CR) i vrste detektora.	2	KZZR Sušak
6	Temeljni principi digitalne radiografije i vrste detektora.	2	KZZR Sušak
7	Direktni digitalni detektori i fizikalne karakteristike digitalne slike.	2	KZZR Sušak
	Ukupan broj sati predavanja		

V	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
1-	Prate teme predavanja i proces rada	10	KZZR
	Ukupan broj sati vježbi	10	

	ISPITNI TERMINI (završni ispit)
1.	3.2.2026.
2.	27.2.2026.
3.	5.6.2026.
4.	25.9.2026.