

**Datum:** Rijeka, 10. srpnja 2020.

**Kolegij:** Digitalni zapis u radiologiji

**Voditelj:** Prof.dr.sc.Damir Miletić

**Katedra:** Katedra za laboratorijsku i radiološku dijagnostiku

**Studij:** Preddiplomski stručni studiji - Radiološka tehnologija redovni

**Godina studija:** 3

**Akadska godina:** 2020./2021.

## 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.):**

Kolegij **Digitalni zapis u radiologiji** je obvezni kolegij na trećoj godini Stručnog studija Radiološke tehnologije i sastoji se od 30 sati predavanja, 30 sati seminara i 15 sati vježbi, ukupno 75 sati (**5 ECTS**). Kolegij se izvodi u prostorijama Kliničkog zavoda za radiologiju Kliničkog bolničkog centra Rijeka.

### **Cilj kolegija**

Upoznati studenta sa digitalnim sustavima za dobivanje radiograma, posebnostima digitalne radiografije, prednostima i nedostacima u odnosu na analognu radiografiju iz različitih aspekata. Student se osposobljava za rad u digitalnom kliničkom okruženju, obučava se za izradu kvalitetnih digitalnih radiograma uz maksimalnu redukciju doze zračenja. Također upoznaje načine kontrole kvalitete dobivenog radiograma i mogućnosti korekcije uočenih grješaka.

### **Sadržaj kolegija**

Digitalne radiografske tehnike; posebnosti, usporedba s analognim sustavima. CR i DR sustavi za stvaranje digitalne slike. Vrste digitalnih receptora, struktura, mogućnosti, dostupnost. Određivanje oštine, odnosa signala i šuma, dinamičke širine, učinkovitosti pretvorbe energije rendgenskog zračenja u digitalnu slikovnu informaciju. Sažimanje slike u radiologiji. Naknadna obrada slike. Filtriranje. Analogno-digitalna pretvorba. DICOM format u medicini (radiologiji). Sustav pohrane i razmjene slikovnih zapisa PACS).

### **Izvođenje nastave**

Nastava se organizira na tri lokaliteta (Rijeka, Sušak, Kantrida) Kliničkog zavoda za radiologiju kroz predavanja, seminare i vježbe. Studenta se potiče na kontinuirano učenje i praćenje nastavnih

sadržaja kako bi na vježbama mogao primijeniti stečena znanja i razjasniti nedoumice nastale tijekom učenja.

**Popis obvezne ispitne literature:**

Miletić D, Dodig D. Digitalni zapis u radiologiji. Nastavni tekst. Medicinski fakultet Rijeka 2016.

**Popis dopunske literature:**

Janković S, Eterović D, Fizikalne osnove I klinički aspekti medicinske dijagnostike, Medicinska naklada Zagreb 2002.

**Nastavni plan:**

**Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):**

**P1; Radiologija bez filma. Usporedba analognog i digitalnog zapisa u radiologiji.**

*Ishodi učenja: Objasniti razliku između analognog i digitalnog zapisa nastavno na ranija saznanja o konvencionalnoj radiografiji. Opisati osobine digitalnog radiograma.*

**P2; Osobine digitalne slike na računalu: piksel i prostorna rezolucija, kontrastna rezolucija (dubina boje). Poželjne osobine digitalnog detektora.**

*Ishodi učenja: Navesti osobine digitalne slike koje se mogu međusobno uspoređivati. Argumentirati karakteristike koje bi optimalni detektor trebao imati.*

**P3; Analogno-digitalna pretvorba. ADC konverter (pretvarač).**

*Ishodi učenja: Razjasniti način nastanka digitalnog zapisa iz analognih podataka uključujući Fourierovu transformaciju.*

**P4; Osnovne tehnike digitalne radiografije. Odabir usklađen sa kliničkim potrebama.**

*Ishodi učenja: Objasniti dvije osnovne skupine digitalnih radiografskih tehnika, uočiti njihove prednosti i nedostatke i povezati ih sa kliničkom primjenom.*

**P5; CR digitalni sustavi.**

*Ishodi učenja: Navesti elemente CR sustava te način rada u kliničkom okruženju.*

**P6; SP zaslon. Igličasti detektor.**

*Ishodi učenja: Argumentirati važnost kristalne strukture fosforescentnog materijala koja određuje njegova svojstva poput prostorne razlučivosti i učinkovitosti.*

**P7; Očitavanje CR zapisa.**

*Ishodi učenja: Opisati načine skeniranja SP zaslona kako bi se dobio digitalni zapis pohranjene virtualne slike.*

**P8; Nyquistov teorem. Odnos ulaznog i izlaznog signala.**

*Ishodi učenja: Raspraviti način pretvorbe ulaznog analognog signala u digitalni te vjerodostojnost prikaza u ovisnosti o frekvenciji uzorkovanja.*

**P9; Stanica za brisanje - reinicijalizacija fosforne ploče. CR kasete.**

*Ishodi učenja: Objasniti način brisanja pohranjenih informacija i mogućnosti višekratne uporabe SP zaslona te način rada sa CR kasetama.*

**P10; CR sustav – ekspozicija, pohranjivanje informacije, očitavanje, brisanje.**

*Ishodi učenja:* Rastumačiti pojedine korake u nastanku digitalnog radiograma - izlaganje receptora rentgenskom zračenju, očitavanje u specijalnom laserskom čitaču, brisanje informacije i priprema fosforescentnog zaslona za novu ekspoziciju.

**P11; DR sustavi**

*Ishodi učenja:* Opisati različite vrste DR sustava u kliničkoj praksi, njihove prednosti i nedostatke.

**P12, P13; Ravni detektori.**

*Ishodi učenja:* Raspraviti temeljnu koncepciju ravnog detektora, način prikupljanja i očitavanja informacije, adresiranje.

**P14; Svojstva digitalnih radiografskih detektora.**

*Ishodi učenja:* Prepoznati važnost pojedinih karakteristika za dobivanje optimalnog digitalnog radiograma.

**P15; Indirektni digitalni detektori.**

*Ishodi učenja:* Demonstrirati neizravnu pretvorbu energije rendgenskog zračenja u digitalnu informaciju koja se prikazuje na radiogramu.

**P16; CCD – nabojem spregnuti sklop**

*Ishodi učenja:* Opisati CCD sustav, njegove mogućnosti i prednosti te ograničenja u kliničkoj promjeni.

**P17; Direktni DR sustavi.**

*Ishodi učenja:* Protumačiti izravnu pretvorbu energije rendgenskog zračenja u digitalni podatak.

**P18; Prostorna rezolucija digitalnog detektora.**

*Ishodi učenja:* Argumentirati važnost prostornog razlučivanja, navesti mjerne jedinice prostorne rezolucije i demonstrirati način njihove usporedbe.

**P19; Zajednički koraci u nastanku digitalne slike.**

*Ishodi učenja:* Pojasniti način rada hvatačkog, sparivačkog i sakupljačkog elementa.

**P20; Osjetljivost i učinkovitost digitalnog detektora**

*Ishodi učenja:* Rastumačiti učinkovitost pretvorbe rendgenskog zračenja u digitalnu informaciju i pojasniti povezanost sa dozom zračenja za dobivanje radiograma.

**P21; Odnos signala i šuma. Relativni šum.**

*Ishodi učenja:* Objasniti pojam šuma i njegovu povezanost sa kvalitetom digitalnog radiograma.

**P22; Dinamička širina.**

*Ishodi učenja:* Navesti mogućnosti primjene dinamičke širine u svakodnevnom radu s digitalnom slikom.

**P23; Osjetljivost na raspršeno zračenje, prostorni i vremenski artefakti.**

*Ishodi učenja:* Objasniti navedene rjeđe korištene karakteristike digitalnih detektora koje utječu na kvalitetu radiograma.

**P24; Usporedba analognih i digitalnih sustava prema ključnim svojstvima.**

*Ishodi učenja:* Usporediti svojstva različitih sustava za dobivanje radiograma.

**P25; Novije mogućnosti primjene digitalne radiografije. Kompjutorski potpomognuta detekcija.**

*Ishodi učenja:* Opisati tehnike proizašle iz digitalne radiografije koje donose nove dijagnostičke mogućnosti.

**P26; Dvoenergijska suptrakcija.**

Ishodi učenja: Protumačiti mogućnost korištenja dvije ekspozicije različitih energija za dobivanje posebnih radiograma za pojedine vrste tkiva.

**P27; Tomosinteza.**

Ishodi učenja: Objasniti tehniku dobivanja slojeva kroz snimani objekt korištenjem lučnog pomaka cijevi i različitih upadnih kutova rendgenskog snopa na objekt i detektor.

**P28; Filtriranje slike;**

Ishodi učenja: Rastumačiti način obrade digitalne informacije dobivene slabljenjem rendgenskog snopa prolaskom kroz tkivo da bi se dobio konačni slikovni prikaz.

**P29; Formati digitalne slike.**

Ishodi učenja: Navesti najčešće formate digitalnih slika, usporediti prednosti i nedostatke primjene pojedinog formata.

**P30; Sažimanje digitalne slike. PACS.**

Ishodi učenja: Opisati načine sažimanja digitalne slike bez gubitka dijagnostičkog podatka.

## Popis seminara s pojašnjenjem:

**S1- S3; Razlika između konvencionalne i digitalne radiografije.**

Ishodi učenja: Istaknuti bitne razlike između dva načina radiografskog snimanja sa svim prednostima i nedostacima te posebnostima radnog procesa kod uvođenja digitalnih sustava.

**S4-S6; Sažimanje digitalne slike sa i bez gubitaka. Formati JPEG, TIFF, PNG.**

Ishodi učenja : Raspraviti načine sažimanja slikovnih informacija za potrebe očitavanja, prijenosa, arhiviranja i pozivanja radiograma ili druge digitalne slike (CT,MR i sl.) u radiologiji.

**S7-S9; DICOM format – primjena u radiologiji**

Ishodi učenja : Prikazati svojstva DICOM slike i razloge zbog kojih se taj format koristi u radiologiji

**S10-S13; Digitalni čitači, lasersko očitavanje, reinicijalizacija fosforne ploče.**

Ishodi učenja: Predstaviti način rada digitalnih čitača te ponovne uporabe kasete nakon očitavanja za narednu radiografiju.

**S14-S15; Način rada s fosfornim pločama.**

Ishodi učenja : Objasniti posebnosti načina rada s kasetama koje sadrže fosforescentne zaslone CR sustava u kliničkoj praksi.

**S16-S20 Uzorkovanje signala (sampling). Dinamički raspon.**

Ishodi učenja: Raspraviti kako način uzimanja uzorka u analogno-digitalnoj pretvorbi utječe na vjerodostojnost pretvorbe ulaznog signala u digitalnu informaciju. Pojasniti kako raspon sive skale utječe na kontrastnost radiograma.

**Materijali koji detektiraju X zračenje. CCD i CMOS sustavi.**

Ishodi učenja: Opisati suvremene materijale koji se koriste ili razvijaju za buduću uporabu u digitalnim sustavima u radiologiji.

**S21-S24 Metode procjene oštine, šuma i SNR.**

Ishodi učenja: Razjasniti metode kojima se može procijeniti oština, šum, te odnos signala i šuma kroz sustav kontrole kvalitete, odnosno fizikalna mjerenja kod novog uređaja ili prilikom servisiranja postojećeg uređaja.

**S25- S28; Prikaz digitalnog radiograma.**

Ishodi učenja: Raspraviti karakteristike monitora za prikaz digitalnog radiograma

*Ishodi učenja: Opisati metode naknadne obrade digitalne slike kod slojevnih tehnika u radiologiji u pripremi za radiološku i kliničku interpretaciju te ulogu tehnologija u tom procesu.*

**S29-S30; Digitalni detektori za mamografiju.**

## Popis vježbi s pojašnjenjem:

### V 1-15;

Studenti uz pomoć mentora primjenjuju stečena znanja koristeći digitalne radiografske metode u kliničkoj praksi. Rad sa digitalnom slikom u snimaonici, slanje radiograma prema mjestu očitavanja, distribucija slike putem sustava arhiviranja i komunikacije između pojedinih sastavnica Kliničkog bolničkog centra u Rijeci. Upoznavanje metoda naknadne obrade digitalne slike ili skupine slika za potrebe radiološke interpretacije ili vizualizacije zbog predoperacijskog planiranja.

## Obveze studenata:

Prisustvovanje svim oblicima nastave. Priprema seminara s prezenacijom pred kolegana i voditeljem uz raspravu o problemu. Aktivno sudjelovanje na vježbama, praktična primjena teorijskog znanja.

## 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.

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 brojačanog sustava (1-5). Ocjenjivanje u ECTS sustavu izvodi se apsolutnom raspodjelom.

Od maksimalnih 50 ocjenskih bodova koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora sakupiti najmanje 25 ocjenskih bodova da bi pristupio završnom ispitu.

Elementi i kriteriji ocjenjivanja na stručnom studiju Radiološke tehnologije za predmet Digitalni zapis u radiologiji su: dva pismena kolokvija i ocjenjivanje seminarskog rada koji studentni samostalno pripremaju na zadanu temu. Tijekom nastave student može ostvariti do 50% ocjene, a na završnom ispitu preostalih 50 % ocjene (od ukupno 100 bodova, do 50 bodova može ostvariti tijekom nastave, a do 50 na završnom ispitu).

### Pismeni međuispiti (kolokviji)-40 bodova

Studenti su obvezni položiti dva pismena međuispita. Na svakom međuispitu mogu maksimalno ostvariti 20 bodova (20% ocjene).

Međuispiti sadržavaju 20 pitanja čiji se točni odgovori pretvaraju u ocjenske bodove na slijedeći način.

## **Seminarski rad koje student samostalno priprema na zadanu temu - 10 bodova**

Svaki student je dužan pripremiti jednu prezentaciju na zadanu temu, u power-pointu u trajanju od najmanje 15 minuta, a seminarski rad se ocjenjuje ocjenom od 1-10 (ocjena =bod).

### **Važne napomene**

Pismeni međuispiti (testovi) se pišu 30 minuta. Prag prolaznosti je 50%. Studenti koji riješe test prije predviđenog vremena biti će zamoljeni da ostanu na svom mjestu do isteka vremena predviđenog za rješavanje testa da ne bi ometali rad ostalih studenata.

Pravo na jedan popravni međuispit omogućava se studentima koji su tijekom nastave stekli manje od 25 bodova. Uvid u postignute rezultate biti će omogućen unutar sedam dana od polaganja međuispita uz predhodni dogovor o točnom terminu s nositeljem kolegija.

### **Završni ispit – 50 bodova**

Završni ispit se sastoji od pismenog i usmenog ispita.

Završni pismeni ispit:

Završni pismeni ispit sadržava 30 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 30 bodova koji se pretvaraju u ocjenske bodove na slijedeći način:

Završni usmeni ispit:

Provjera teorijskog znanja iz ukupnog gradiva Na završnom usmenom ispitu studenti mogu maksimalno ostvariti 20 bodova koji se pretvaraju u ocjenske bodove na slijedeći način:

### **Završna ocjena:**

- A - 90-100% ocjene, izvrstan (5)
- B – 75-89,9% ocjene, vrlo dobar (4)
- C – 60-74,9% ocjene, dobar (3)
- D – 50-59,9% ocjene, dovoljan (2)
- F – 0-49,9% ocjene, nedovoljan (1)

### **Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:**

DA

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

Unesite tražene podatke

## SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2020./2021. godinu)

Raspored nastave

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
2.3.2021.	P 1-3 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
4.3.2021.		S 1-3 12,00-15,00 KZZR RIJEKA		
9.3.2021.	P 4-6 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
10.3.2021.		S 4-6 12,00-15,00 KZZR RIJEKA		
16.3.2021.		S 7-9 12,00-15,00 KZZR RIJEKA		
17.3.2021.	P 7-9 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
23.3.2021.	P 10-12 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
24.3.2021.		S 10-13 12,00-16,00 KZZR RIJEKA		
30.3.2021.	P 13-15 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
31.3.2021.		S 14-15 12,00-14,00 KZZR RIJEKA		
2.4.2021.		S 16-20 8,00-13,00		

		KZZR RIJEKA		
6.4.2021.	P 16-18 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
12.4.2021.			V 1-6 8,00-14,00 KZZR	
13.4.2021.	P 19-21 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
20.4.2021.	P 22-24 14,00-17,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
22.4.2021.		S 21-24 11,00-15,00 KZZR RIJEKA		
23.4.2021.			V 7-12 8,00-14,00 KZZR	
27.4.2021.	P 25-27 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić
28.4.2021.		S 25-28 11,00-15,00 KZZR RIJEKA		
29.4.2021.			V 13-15 8,00-11,00 KZZR	
3.5.2021.		S 29-30 8,00-10,00 KZZR RIJEKA		
4.5.2021.	P 28-30 12,00-15,00 KZZR RIJEKA			Prof.dr.sc.D.Miletić

## Popis predavanja, seminara i vježbi:

	<b>PREDAVANJA (tema predavanja)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
P1	Radiologija bez filma. Usporedba analognog i digitalnog zapisa u radiologiji.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka



P2	Osobine digitalne slike na računalu: piksel i prostorna rezolucija, kontrastna rezolucija (dubina boje). Poželjne osobine digitalnog detektora.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P3	Analogno-digitalna pretvorba. ADC konverter (pretvarač).	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P4	Osnovne tehnike digitalne radiografije. Odabir usklađen sa kliničkim potrebama.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P5	CR digitalni sustavi.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P6	SP zaslon. Igliačasti detektor.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P7	Očitavanje CR zapisa.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P8	Nyquistov teorem. Odnos ulaznog i izlaznog signala.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P9	Stanica za brisanje - reinicijalizacija fosforne ploče. CR kasete.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P10	CR sustav – ekspozicija, pohranjivanje informacije, očitavanje, brisanje.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P11	DR sustavi	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P12-13	Ravni detektori.	2	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P14	Svojstva digitalnih radiografskih detektora.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P15	Indirektni digitalni detektori.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P16	CCD – nabojem spregnuti sklop	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P17	Direktni DR sustavi.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P18	Prostorna rezolucija digitalnog detektora.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P19	Zajednički koraci u nastanku digitalne slike.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P20	Osjetljivost i učinkovitost digitalnog detektora	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P21	Odnos signala i šuma. Relativni šum.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P22	Dinamička širina.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka

P23	Osjetljivost na raspršeno zračenje, prostorni i vremenski artefakti.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P24	Usporedba analognih i digitalnih sustava prema ključnim svojstvima.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P25	Novije mogućnosti primjene digitalne radiografije. Kompjutorski potpomognuta detekcija.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P26	Dvoenergijska suptrakcija.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P27	Tomosinteza.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P28	Filtriranje slike;	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P29	Formati digitalne slike.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
P30	Sažimanje digitalne slike. PACS.	1	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
<b>Ukupan broj sati predavanja</b>		<b>30</b>	

	<b>SEMINARI (tema seminara)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
S1-3	Razlika između konvencionalne i digitalne radiografije.	3	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
S4-6	Sažimanje digitalne slike sa i bez gubitaka. Formati JPEG, TIFF, PNG.	3	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
S7-9	DICOM format – primjena u radiologiji	3	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
S10-13	Digitalni čitači, lasersko očitavanje, reinicijalizacija fosforne ploče.	4	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
S14-15	Način rada s fosfornim pločama.	2	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
S16-20	Uzorkovanje signala (sampling). Dinamički raspon. Materijali koji detektiraju X zračenje. CCD i CMOS sustavi.	5	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
S21-24	Metode procjene oštine, šuma i SNR.	4	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
S25-28	Prikaz digitalnog radiograma.	4	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
S29-30	Digitalni detektori za mamografiju.	2	Klinički zavod za radiologiju Rijeka

	<b>Ukupan broj sati seminara</b>	<b>30</b>	
--	----------------------------------	-----------	--

	<b>VJEŽBE (tema vježbe)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
V1-15	Vježbe prate temu predavanja	15	Klinički zavod za radiologiju Rijeka
	<b>Ukupan broj sati vježbi</b>	<b>15</b>	

	<b>ISPITNI TERMINI (završni ispit)</b>
1.	17.5.2021.
2.	7.6.2021.
3.	23.6.2021.
4.	