

**Datum:** Rijeka, 2. srpnja 2025.

**Kolegij:** Digitalni zapis u radiologiji

**Voditelj:** prof. dr. sc. Damir Miletić, dr. med.

**e-mail voditelja:** [damir.miletic@medri.uniri.hr](mailto:damir.miletic@medri.uniri.hr)

**Katedra:** Katedra za radiološku tehnologiju

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

**Godina studija:** 3

**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.):**

Kolegij **Digitalni zapis u radiologiji** je obvezni kolegij na trećoj godini Stručnog studija Radiološke tehnologije i sastoji se od 15 sati predavanja i 15 sati vježbi, ukupno 30 sati (**3 ECTS**). Kolegij se izvodi u prostorijama Kliničkog zavoda za dijagnostičku i intervencijsku 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 okružju, obučava se za izradu kvalitetnih digitalnih radiograma uz maksimalnu redukciju doze zračenja. Također upoznaje načine kontrole kvalitete dobivenog radiograma i mogućnosti korekcije uočenih grešaka.

### 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. Monitori za radiologiju. 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 dva lokaliteta (Rijeka, Sušak) Kliničkog zavoda za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju kroz predavanja 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 2021

**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. Analogno-digitalna pretvorba.**

*Ishodi učenja:* Objasniti razliku između analognog i digitalnog zapisa nastavno na ranija saznanja o konvencionalnoj radiografiji. Opisati osobine digitalnog radiograma. Razjasniti način nastanka digitalnog zapisa iz analognih podataka uključujući Fourierovu transformaciju.

**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; 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.

**P4; CR digitalni sustavi. SP zaslon. Igličasti detektor.**

*Ishodi učenja:* Navesti elemente CR sustava te način rada u kliničkom okruženju. 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. Argumentirati važnost kristalne strukture fosforescentnog materijala koja određuje njegova svojstva poput prostorne razlučivosti i učinkovitosti.

**P5; Očitavanje CR zapisa. Stanica za brisanje - reinicijalizacija fosforne ploče. CR kasete.**

*Ishodi učenja:* Opisati načine skeniranja SP zaslona kako bi se dobio digitalni zapis pohranjene virtualne slike. Objasniti način brisanja pohranjenih informacija i mogućnosti višekratne uporabe SP zaslona te način rada sa CR kasetama.

**P6; 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.

**P7; DR sustavi. Ravni detektori.**

Ishodi učenja: Opisati različite vrste DR sustava u kliničkoj praksi, njihove prednosti i nedostatke. Raspraviti temeljnu koncepciju ravnog detektora, način prikupljanja i očitavanja informacije, adresiranje.

**P8; Svojstva digitalnih radiografskih detektora.**

Ishodi učenja: Prepoznati važnost pojedinih karakteristika za dobivanje optimalnog digitalnog radiograma. Opisati CCD sustav, njegove mogućnosti i prednosti te ograničenja u kliničkoj primjeni.

**P9; Indirektni digitalni detektori. CCD – nabojem spregnuti sklop.**

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

**P10; Direktni DR sustavi. Prostorna rezolucija digitalnog detektora.**

Ishodi učenja: Protumačiti izravnu pretvorbu energije rendgenskog zračenja u digitalni podatak. Argumentirati važnost prostornog razlučivanja, navesti mjerne jedinice prostorne rezolucije i demonstrirati način njihove usporedbe.

**P11; Zajednički koraci u nastanku digitalne slike. Osjetljivost i učinkovitost digitalnog detektora**

Ishodi učenja: Pojasniti način rada hvatačkog, sparivačkog i sakupljačkog elementa. Rastumačiti učinkovitost pretvorbe rendgenskog zračenja u digitalnu informaciju i pojasniti povezanost sa dozom zračenja za dobivanje radiograma.

**P12; Odnos signala i šuma. Relativni šum. Dinamička širina. Osjetljivost na raspršeno zračenje, prostorni i vremenski artefakti.**

Ishodi učenja: Objasniti pojam šuma i njegovu povezanost sa kvalitetom digitalnog radiograma. Navesti mogućnosti primjene dinamičke širine u svakodnevnom radu s digitalnom slikom. Objasniti navedene rjeđe korištene karakteristike digitalnih detektora koje utječu na kvalitetu radiograma.

**P13; Usporedba analognih i digitalnih sustava prema ključnim svojstvima. Novije mogućnosti primjene digitalne radiografije. Kompjutorski potpomognuta detekcija. Dvoenergijska suptrakcija. Tomosinteza.**

Ishodi učenja: Usporediti svojstva različitih sustava za dobivanje radiograma. Opisati tehnike proizašle iz digitalne radiografije koje donose nove dijagnostičke mogućnosti. Protumačiti mogućnost korištenja dvije ekspozicije različitih energija za dobivanje posebnih radiograma za pojedine vrste tkiva. Objasniti tehniku dobivanja slojeva kroz snimani objekt korištenjem lučnog pomaka cijevi i različitih upadnih kutova rendgenskog snopa na objekt i detektor.

**P14; Filtriranje slike. Monitori za primjenu u radiologiji.**

Ishodi učenja: Rastumačiti način obrade digitalne informacije dobivene slabljenjem rendgenskog snopa prolaskom kroz tkivo da bi se dobio konačni slikovni prikaz. Objasniti ključne razlike između radioloških monitora i standardnih PC monitora.

**P15; Formati digitalne slike. Sažimanje digitalne slike. PACS.**

Ishodi učenja: Navesti najčešće formate digitalnih slika, usporediti prednosti i nedostatke primjene pojedinog formata. Opisati načine sažimanja digitalne slike bez gubitka dijagnostičkog podatka.

**Popis seminara s pojašnjenjem:**

Unesite tražene podatke

**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. 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.

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

Tijekom nastave student može ostvariti do 50% ocjene, a na završnom ispitu preostalih 50 % ocjene.

**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. Na završnom pismenom ispitu studenti mogu maksimalno ostvariti 30 bodova koji se pretvaraju u ocjenske bodove na način da svaki točan odgovor donosi jedan ocjenski bod.

Završni usmeni ispit:

Provjera teorijskog znanja iz ukupnog gradiva. Na završnom usmenom ispitu studenti mogu maksimalno ostvariti 20 ocjenskih bodova.

**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 2025./2026. godinu)**

**Raspored nastave**

| Datum     | Predavanja<br>(vrijeme i mjesto)   | Seminari<br>(vrijeme i mjesto) | Vježbe<br>(vrijeme i mjesto) | Nastavnik                             |
|-----------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 2.3.2026. | P 1-3<br>8,00-11,00<br>KZZR Rijeka |                                |                              | Prof.dr.sc. D. Miletić                |
| 4.3.2026. |                                    |                                | V 1-3<br>11,00-13,15         | Goran Banušić,<br>bacc.radiol.techn.  |
| 9.3.2026. | P 4-6<br>8,00-11,00<br>KZZR Rijeka |                                |                              | Prof.dr.sc. D. Miletić                |
|           |                                    |                                | V 4-6<br>11,00-13,15         | Mateo Rajkovača,<br>mag.radiol.techn. |

|            |                                      |  |                        |                                       |
|------------|--------------------------------------|--|------------------------|---------------------------------------|
| 16.3.2026. | P 7-9<br>8,00-11,00<br>KZZR Rijeka   |  |                        | Prof.dr.sc. D. Miletić                |
|            |                                      |  | V 7-9<br>11,00-13,15   | Andrea Lalić, bacc.radiol<br>techn.   |
| 23.3.2026. | P 10-12<br>8,00-11,00<br>KZZR Rijeka |  |                        | Prof.dr.sc. D. Miletić                |
| 25.3.2026. |                                      |  | V 10-12<br>11,00-13,15 | Mateo Rajkovača,<br>mag.radiol.techn. |
| 30.3.2026. | P 13-15<br>8,00-11,00<br>KZZR Rijeka |  |                        | Prof.dr.sc. D. Miletić                |
|            |                                      |  | V 13-15<br>11,00-13,15 | Andrea Lalić, bacc.radiol<br>techn.   |

**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

| P   | PREDAVANJA (tema predavanja)                                                                                                                                                                        | Broj sati nastave | Mjesto održavanja |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| P1  | Radiologija bez filma. Usporedba analognog i digitalnog zapisa u radiologiji. Analogno-digitalna pretvorba.                                                                                         | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P2  | Osobine digitalne slike na računalu: piksel i prostorna rezolucija, kontrastna rezolucija (dubina boje). Poželjne osobine digitalnog detektora.                                                     | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P3  | Osnovne tehnike digitalne radiografije. Odabir usklađen sa kliničkim potrebama.                                                                                                                     | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P4  | CR digitalni sustavi. SP zaslon. Igličasti detektor.                                                                                                                                                | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P5  | Očitavanje CR zapisa. Stanica za brisanje - reinicijalizacija fosforne ploče. CR kasete.                                                                                                            | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P6  | Nyquistov teorem. Odnos ulaznog i izlaznog signala.                                                                                                                                                 | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P7  | DR sustavi. Ravni detektori.                                                                                                                                                                        | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P8  | Svojstva digitalnih radiografskih detektora.                                                                                                                                                        | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P9  | Indirektni digitalni detektori. CCD – nabojem spregnuti sklop.                                                                                                                                      | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P10 | Direktni DR sustavi. Prostorna rezolucija digitalnog detektora.                                                                                                                                     | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P11 | Zajednički koraci u nastanku digitalne slike. Osjetljivost i učinkovitost digitalnog detektora                                                                                                      | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P12 | Odnos signala i šuma. Relativni šum. Dinamička širina. Osjetljivost na raspršeno zračenje, prostorni i vremenski artefakti.                                                                         | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P13 | Usporedba analognih i digitalnih sustava prema ključnim svojstvima. Novije mogućnosti primjene digitalne radiografije. Kompjutorski potpomognuta detekcija. Dvoenergijska suptrakcija. Tomosinteza. | 1                 | KZZR Rijeka       |
| P14 | Filtriranje slike. Monitori za primjenu u radiologiji.                                                                                                                                              | 1                 | KZZR Rijeka       |

|                                    |                                                           |    |             |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----|-------------|
| P15                                | Formati digitalne slike. Sažimanje digitalne slike. PACS. | 1  | KZZR Rijeka |
| <b>Ukupan broj sati predavanja</b> |                                                           | 15 |             |

| S                                | SEMINARI (tema seminara) | Broj sati nastave | Mjesto održavanja |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
|                                  |                          |                   |                   |
|                                  |                          |                   |                   |
|                                  |                          |                   |                   |
|                                  |                          |                   |                   |
|                                  |                          |                   |                   |
| <b>Ukupan broj sati seminara</b> |                          |                   |                   |

| V                              | VJEŽBE (tema vježbe)         | Broj sati nastave | Mjesto održavanja             |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| 1-15                           | Vježbe prate temu predavanja | 15                | Klinički zavod za radiologiju |
| <b>Ukupan broj sati vježbi</b> |                              |                   |                               |

| ISPITNI TERMINI (završni ispit) |            |
|---------------------------------|------------|
| 1.                              | 14.4.2026. |
| 2.                              | 28.4.2026. |
| 3.                              | 17.6.2026. |
| 4.                              | 9.7.2026.  |