

| OPĆE INFORMACIJE                             |                                                                           |         |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|
| Naziv kolegija                               | Eksperimentalne metode u fizici II                                        |         |
| Studijski program                            | Sveučilišni diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala             |         |
| Status kolegija                              | obvezni                                                                   |         |
| Semestar                                     | 3.                                                                        |         |
| Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave | ECTS bodovi                                                               | 4       |
|                                              | Broj sati (P+V+S)                                                         | 30+15+0 |
| Nositelj kolegija                            | izv. prof. dr. sc. Darko Mekterović                                       |         |
| Kontakt                                      | darko.mekterovic@uniri.hr                                                 |         |
| Vrijeme i mjesto konzultacija                | Po dogovoru                                                               |         |
| Suradnik na kolegiju                         |                                                                           |         |
| Kontakt                                      |                                                                           |         |
| Vrijeme i mjesto konzultacija                |                                                                           |         |
| Jezik izvođenje nastave                      | hrvatski                                                                  |         |
| Web stranica kolegija                        | <a href="#">Portal sustava Merlin (srce.hr)</a>                           |         |
| Vrijeme i mjesto izvođenja nastave           | Prema rasporedu sati objavljenom na mrežnoj stranici Fakulteta za fiziku. |         |
| Izravna (učionička) nastava                  | 30P+15V+0S, 100%                                                          |         |
| Virtualna nastava                            | 0%                                                                        |         |
| Ispitni rokovi                               | 8.2.2027.                                                                 |         |
|                                              | 22.2.2027.                                                                |         |
|                                              | 5.7.2027.                                                                 |         |
|                                              | 6.9.2027.                                                                 |         |

| OPIS KOLEGIJA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1.1. Ciljevi kolegija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
| Upoznati studente sa statističkim postupcima pri obradi eksperimentalnih podataka.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| 1.2. Uvjeti za upis kolegija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| <p>Nakon položenog ispita student će biti sposoban:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- objasniti temeljne pojmove statistike poput gustoće vjerojatnosti, očekivane vrijednosti, varijance</li> <li>- proračunati očekivane vrijednosti i intervale pouzdanosti koristeći Bayesijski i frekvencionistički pristup u slučaju jednostavnih mjerenja</li> <li>- izraditi i vrednovati prilagodbu eksperimentalnih podataka</li> <li>- primjeniti testiranje hipoteze</li> <li>- kreirati pseudo-eksperimente (računalnim simulacijama) i na osnovi njih prosuđivati o kvaliteti statističkog postupka</li> <li>- objasniti temeljne principe mjerenja u fizici elementarnih čestica odnosno nuklearnoj fizici</li> </ul> |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| - objasniti temeljna svojstva detektora                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |                        |
| 1.4. Sadržaj kolegija                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                        |
| Osnovni rezultati teorije vjerojatnosti. Frekvencionistički i Bayesijanski pristup statistici. Osnovni pojmovi statistike, najvažnije raspodjele. Procjena parametara. Osnovna svojstva estimatora. Likelihood. Prilagodba. Testiranje hipoteze. Statistička analiza primjenom računalnih simulacija. Bootstapping. |                        |                        |
| 1.5. Obvezna literatura                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |                        |
| Frederick James, Statistical methods in experimental physics 2nd edition, World Scientific 2006.                                                                                                                                                                                                                    |                        |                        |
| 1.6. Dopunska literatura                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                        |                        |
| 1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu                                                                                                                                                                                                               |                        |                        |
| Sustav ocjenjivanja                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        |                        |
| Aktivnost koja se ocjenjuje                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Udio aktivnosti u ECTS | Maksimalan broj bodova |
| Domaće zadaće                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,5                    | 70                     |
| Završni ispit                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1                      | 30                     |
| UKUPNO                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2,5                    | 100                    |
| Domaća zadaća koja uključuje teorijske izvode i statističke analize uz pomoć računalnih simulacija ukupno donosi maksimalno 60 bodova. Predaja zadaće u kojoj je ostvareno minimalno 50% (35 bodova) je uvjet za izlazak na završni ispit.                                                                          |                        |                        |
| Završni ispit je usmeni i donosi maksimalno 30 bodova.                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |                        |
| 1.8. Dodatne informacije                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                        |                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        |                        |

| POPIS TEMA PO TJEDNIMA NASTAVE |                |      |                                                                                |
|--------------------------------|----------------|------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Tjedan                         | Oblik nastave* | Sati | Tema                                                                           |
| 1.                             | P1             | 2    | Uvod. Vjerojatnost kao temeljni pojam statističke obrade podataka.             |
| 1.                             | P2             | 2    | Frekvencionistički i Bayesijanski pristup.                                     |
| 2.                             | P3             | 2    | Osnovni rezultati teorije vjerojatnosti. Uvjetna vjerojatnost. Bayesov teorem. |
| 2.                             | P4             | 2    | Osnovni pojmovi statistike I.                                                  |
| 3.                             | P5             | 2    | Osnovni pojmovi statistike II.                                                 |
| 3.                             | P6             | 2    | Funkcija slučajnih varijabli.                                                  |
| 4.                             | V1             | 2    | Osnovni pojmovi statistike. Funkcija slučajnih varijabli.                      |
| 4.                             | P7             | 2    | Konvergencija u statistici. Zakon velikih brojeva. Centralni granični teorem.  |
| 5.                             | V2             | 2    | Osnove programskog jezika R. Generiranje slučajnih brojeva.                    |
| 5.                             | P8             | 2    | Najvažnije teorijske raspodjele.                                               |
| 6.                             | P9             | 2    | Teorija estimatora.                                                            |

|     |     |   |                                                                                    |
|-----|-----|---|------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.  | V3  | 2 | Teorija estimatora.                                                                |
| 7.  | P10 | 2 | Likelihood. Fisherova informacija.                                                 |
| 7.  | P11 | 2 | Interval pouzdanosti.                                                              |
| 8.  | P12 | 2 | Neymanova konstrukcija.                                                            |
| 8.  | V4  | 2 | Interval pouzdanosti. Neymanova konstrukcija.                                      |
| 9.  |     |   |                                                                                    |
| 9.  |     |   |                                                                                    |
| 10. | P13 | 2 | Jednostavna mjerenja s normalnom raspodjelom.                                      |
| 10. | V5  | 2 | Jednostavna mjerenja s normalnom raspodjelom.                                      |
| 11. | P14 | 2 | Bayesijanska ocjena parametara.                                                    |
| 11. | P15 | 2 | Metoda najmanjih kvadrata. Prilagodba. Testiranje hipoteze. Neyman-Pearsonva lema. |
| 12. | V6  | 2 | Metoda najmanjih kvadrata. Prilagodba.                                             |
| 12. | V7  | 2 | Testiranje hipoteze. Neyman-Pearsonva lema.                                        |
| 13. | V8  | 2 | Bootstrapping.                                                                     |
| 13. |     |   |                                                                                    |
| 14. |     |   |                                                                                    |
| 14. |     |   |                                                                                    |
| 15. |     |   |                                                                                    |
| 15. |     |   |                                                                                    |

\*Napomena: navesti ukoliko se određeni sat/tema izvodi online

| KONSTRUKTIVNO POVEZIVANJE                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                              |                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ISHODI UČENJA                                                                                                                                    | SADRŽAJ                                                                                                                                                                                                                  | AKTIVNOSTI ZA NASTAVNIKE I STUDENTE (metode poučavanja i učenja)                             | METODE VREDNOVANJA                                                    |
| 1 Objasniti temeljne pojmove statistike poput gustoće vjerojatnosti, očekivane vrijednosti, varijance.                                           | Vjerojatnost kao temeljni pojam statističke obrade podataka.<br>Frekvencionistički i Bayesijanski pristup.<br>Osnovni rezultati teorije vjerojatnosti. Uvjetna vjerojatnost. Bayesov teorem. Osnovni pojmovi statistike. | Izlaganje<br>Rasprava<br>Rješavanje numeričkih zadataka.<br>Rješavanje problemskih zadataka. | Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća)<br>Pitanja (završni ispit) |
| 2. Proračunati očekivane vrijednosti i intervale pouzdanosti koristeći Bayesianski i frekvencionistički pristup u slučaju jednostavnih mjerenja. | Funkcija slučajnih varijabli.<br>Konvergencija u statistici.<br>Zakon velikih brojeva.<br>Centralni granični teorem.<br>Najvažnije teorijske                                                                             | Izlaganje<br>Rasprava<br>Rješavanje numeričkih zadataka.<br>Rješavanje problemskih zadataka. | Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća)<br>Pitanja (završni ispit) |

|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                |                                                                                              |                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                          | raspodjele. Teorija estimatora. Likelihood. Fisherova informacija. Interval pouzdanosti. Neymanova konstrukcija. Jednostavna mjerenja s normalnom raspodjelom. Bayesijanska ocjena parametara. |                                                                                              |                                                                       |
| 3. Izraditi i vrednovati prilagodbu eksperimentalnih podataka.                                                           | Metoda najmanjih kvadrata. Prilagodba.                                                                                                                                                         | Izlaganje<br>Rasprava<br>Rješavanje numeričkih zadataka<br>Rješavanje problemskih zadataka   | Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća)<br>Pitanja (završni ispit) |
| 4. Primjeniti testiranje hipoteze                                                                                        | Testiranje hipoteze. Neyman-Pearsonova lema.                                                                                                                                                   | Izlaganje<br>Rasprava<br>Rješavanje numeričkih zadataka<br>Rješavanje problemskih zadataka   | Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća)<br>Pitanja (završni ispit) |
| 5. Kreirati pseudo-eksperimente (računalnim simulacijama) i na osnovi njih prosuđivati o kvaliteti statističkog postupka | Bootstrapping. Statistička analiza primjenom računalnih simulacija.                                                                                                                            | Izlaganje<br>Rasprava<br>Rješavanje numeričkih zadataka.<br>Rješavanje problemskih zadataka. | Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća)<br>Pitanja (završni ispit) |
| 6. Objasniti temeljne principe mjerenja u fizici elementarnih čestica odnosno nuklearnoj fizici                          | Temeljni principi mjerenja u fizici elementarnih čestica odnosno nuklearnoj fizici.                                                                                                            | Izlaganje<br>Rasprava                                                                        | Pitanja (završni ispit)                                               |
| 7. Objasniti temeljna svojstva detektora.                                                                                | Temeljna svojstva detektora.                                                                                                                                                                   | Izlaganje<br>Rasprava                                                                        | Pitanja (završni ispit)                                               |