

**FE****UNIVERZA V LJUBLJANI**  
**Fakulteta za elektrotehniko****LSO**Laboratorij za  
sevanje in optiko

## **Pozicioniranje, navigacija in prenos časa v digitalni družbi (Modul B: Elektrotehnika)**

Strokovno usposabljanje: PROGRAM vseživljenjskega učenja z MIKRODOKAZILI

**Izvajalec:** Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za sevanje in optiko

**Termin izvedbe:** 09. - 10. junij 2025

**Lokacija:** Fakulteta za elektrotehniko

**Pogoji za pristop:** Zaključena vsaj VI/1. stopnja izobrazbe

**Kotizacija:** Brezplačno

**Število mest:** 8

**Jezik izvajanja:** slovenščina

**Število ECTS:** 2 (kreditni točki)

### **Program**

1. **PONEDELJEK:** 09.06.2025 (*teoretičen uvod + laboratorijske vaje*)

- 8:00 – 8:15 → Prihod in registracija udeležencev
- 8:15 – 10:00 → Predavanja (1. sklop – B.Batagelj):
  - > Zgodovina radio-navigacije in radio-lokacije
  - > Kotna radio-navigacija – triangulacija
  - > Radionavigacija  $\rho - \rho$  in  $\rho - \theta$
  - > Hiperbolična radio-navigacija
- 10:15 – 11:00 → Uvod v GNSS laboratorijske vaje (A. Blatnik):
  - > Frekvenčni spekter GNSS sistemov
  - > Formati zapisa ter pretoka podatkov GNSS v realnem času
- 11:00 – 12:30 → Laboratorijske vaje (A.Blatnik, L.Zmrzlak):
  - > Spekter, merjenje in analiza signalov s pomočjo spektralnega analizatorja
  - > Smerni diagram krožno-polarizirane antene (PCB, keramika, spirala)
  - > Vektorski analizator vezji
  - > Potvarjanje GNSS signalov (GNSS spoofing)
- 12:30 – 13:00 → Odmor za kosilo ali kavo
- 13:00 – 15:00 → *Nadaljevanje laboratorijskih vaj*

2. **TOREK:** 10.6.2024 (*teoretičen uvod + laboratorijske vaje*)

- 08:15 – 10:00 → Predavanja (2.sklop - B.Batagelj):
  - > Lociranje satelita na tirnici iz Zemlje
  - > Motnje tirnic umetnih satelitov
  - > Izboljšave satelitskega hiperboličnega radio-navigacijskega sistema
  - > Bodočnost navigacijskega sistema
- 10:15 – 11:00 → Motnje GNSS sistemov (GNSS jamming):
  - > Sprejemniki GNSS (eno-več kanalni, eno-dvo-tro frekvenčni, eno-dvo-več sistemski)
  - > SBAS in A-GNSS (Asistenčni GNSS)
  - > D-GNSS (Diferencialni GNSS)

**FE****UNIVERZA V LJUBLJANI**  
**Fakulteta za elektrotehniko****LSO**Laboratorij za  
sevanje in optiko

- 11:00 – 12:30 → Laboratorijske vaje (A.Blatnik, L.Zmrzлак):
  - Razširjanje spektra s psevdonaključno kodo (CDMA)
  - Vpliv ozkopasovne/širokopasovne motnje na GNSS sprejem
  - Izgube BPSK demodulatorja
  - Intermodulacijsko popačenje
- 12:30 – 13:00 → Odmor za kosilo ali kavo
- 13:00 – 14:30 → *Nadaljevanje laboratorijskih vaj*
- 14:30 – 15:00 → Pisni preizkus znanja in zaključna anketa

Tehnologija globalnega satelitskega navigacijskega sistema (angl. Global Navigation Satellite System - GNSS) kot primarnega orodja določanja položaja in časa je v nenehnem tehnološkem razvoju. Naj bo to s stališča novih signalov iz modernejših satelitov, uporabe novih satelitskih sistemov in razvoja instrumentarija ter novih metod določitve položaja in prenosa časa. To vodi do uporabe GNSS v pametnih predvsem pa trajnostnih mestih in skupnostih ter znanega izziva vključevanja avtonomnih vozil v moderno digitalno družbo. Učni program mikrodokazila je namenjen zapolnitvi vrzeli v poznavanju sodobnih GNSS sistemov s poudarkom na zaznavanju in ovrednotenju motenj obstoječih in novih prizemeljskih mobilnih omrežji.

**Ciljna skupina:** Inženirji telekomunikacij, Inženirji informacijsko-komunikacijskih tehnologij, Razvojni inženirji, Upravljalci stalnih GNSS postaj, Razvijalci in vzdrževalci GNSS opreme, Inženirji elektrotehnike.

**Pridobljene kompetence:**

- Teoretično razumevanje obdelave GNSS signalov ter uporabe rezultatov in stranskih produktov obdelave.
- Poznavanje konceptov pozicioniranja in prenosa časa ter uporabe mrežnih produktov ter standardov prenosa podatkov GNSS
- Razumevanje delovanja in omejitev osnovnih gradnikov GNSS sprejemnikov, poznavanje njihovih ranljivosti in tehnik za odkrivanje neustreznega delovanja
- Poznavanje naprednih tehnologij sodobnih GNSS sistemov za zagotavljanje verodostojnosti informacije in odpornosti na motnje

**Zaključek in pridobitev ECTS:** Zagovor rezultatov laboratorijskih vaj in končno preverjanje znanja

Udeleženci po zaključku prejmejo potrdilo o udeležbi in opravljenem usposabljanju v obliki mikrodokazila, ki ga izda Univerza v Ljubljani.