

OKVIRNI PROGRAM USPOSABLJANJA MLADEGA RAZISKOVALCA (MR)¹

1. OSNOVNI PODATKI

Ime in priimek mentorja:	Gorazd Štumberger	Evidenčna številka mentorja pri ARIS (SICRIS) :	10814
E-naslov mentorja:	gorazd.stumberger@um.si	Tel. štev. mentorja:	02 220 7075
Ime in priimek vodje raziskovalnega programa:	Gorazd Štumberger	Evidenčna številka vodje RP pri ARIS (SICRIS) :	10814
Naziv raziskovalnega programa:	Vodenje elektromehanskih sistemov	Evidenčna številka RP pri ARIS (SICRIS) :	P2-0115
Članica Univerze v Mariboru (RO UM), kjer bo potekalo usposabljanje:	Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko	Evidenčna številka RO UM pri ARIS (SICRIS) :	0552-0796
Oznaka raziskovalnega področja po klasifikaciji ARIS :	2.12	Raziskovalno področje po EURAXESS klasifikaciji:	Electrical engineering

2. OPREDELITEV RAZISKOVALNEGA PROBLEMA IN CILJEV DOKTORSKE RAZISKAVE²

Izhodišče raziskovalne naloge mladega raziskovalca in njena umestitev v raziskovalni program v katerega je vključen mentor, delovna hipoteza, cilji raziskave in predvideni rezultati s poudarkom na izvirnem prispevku k znanosti:

Raziskovalna naloga bo obravnavala področje višjefrekvenčnih motenj v električnih omrežjih, imenovanih supraharmeniki. Ti se pojavljajo zlasti zaradi delovanja pretvornikov močnostne elektronike, kot so razsmerniki sončnih elektrarn, baterijski hranilniki energije in električne polnilnice, ki nimajo ustreznih izhodnih filtrov. Ker takšni pretvorniki v omrežje vnašajo tokovne in napetostne komponente pri frekvencah nad klasičnimi harmoniki, lahko povzročajo neželene interakcije z različnimi električnimi napravami. Posledično prihaja do pregrevanja, dodatnih izgub,

¹ Izraz *mladi raziskovalec* je zapisan v moški slovnični obliki in je uporabljen kot nevtralen za ženske in moške.

² Raziskovalni in študijski program usposabljanja morata biti skladna z vsebino raziskovalnega programa, katerega član je mentor.

motenj delovanja in skrajševanja življenjske dobe tako porabnikov v gospodinjstvih in industriji kot tudi elementov distribucijskega omrežja (kablov, transformatorjev, varovalk, stikal ipd.). To predstavlja pomembno tehnično in ekonomsko tveganje, saj zmanjšuje zanesljivost delovanja elektroenergetskega sistema, povečuje stroške vzdrževanja in izgube.

Raziskovalno delo bo potekalo v okviru raziskovalnega programa Vodenje elektromehanskih sistemov (P2-0115), pod okriljem Inštituta za močnostno elektrotehniko na UM FER. Programska skupina se sistematično ukvarja z naprednimi pristopi k načrtovanju, vodenju in optimizaciji elektromehanskih in energetsko-elektronskih sistemov, zato se tematika supraharmnikov vsebinsko in strateško neposredno umešča v obstoječe raziskovalne prioritete ter jih nadgrajuje.

Raziskava bo razdeljena na tri medsebojno povezane, a vsebinsko samostojne sklope, kar omogoča postopno poglobljanje znanja ter prilagajanje metod glede na sprotne rezultate:

(A) Eksperimentalna preučitev supraharmnikov v realnem nizkonapetostnem omrežju. V tem sklopu bodo izvedene terenske meritve na različnih točkah omrežja, kjer so prisotni raznoliki viri supraharmnikov in različni tipi porabnikov. Namen je zajeti širok nabor delovnih stanj, konfiguracij in obratovalnih pogojev.

(B) Preučevanje supraharmnikov v kontroliranem laboratorijskem okolju. V laboratoriju bo omogočena natančna rekonstrukcija izbranih pojavov, izolacija posameznih vplivov ter preverjanje različnih tehnik merjenja in filtriranja supraharmnikov.

(C) Analiza supraharmnikov ter razvoj teoretičnih orodij za njihovo obravnavo. V tem delu bo poudarek na matematičnih orodjih, modeliranju, analizi interakcij med supraharmonskimi viri in porabniki ter na razvoju matematičnih metod.

Delovne hipoteze raziskovalnega dela so:

(H1) Supraharmniki povzročajo interakcijo z večino naprav, priključenih na nizkonapetostno omrežje. Ta interakcija se kaže v obliki toka pri višjih frekvencah v supraharmonskem področju med virom supraharmnikov in porabniki.

(H2) Povečana izpostavljenost supraharmonskim komponentam vodi v pospešeno degradacijo elementov električnega omrežja in električnih naprav, kar se odraža v skrajšani življenjski dobi in povečani okvarljivosti.

Cilji raziskave razviti celovit eksperimentalni in analitični pristop k identifikaciji in karakterizaciji supraharmnikov, določiti dominantne vire supraharmnikov v realnih omrežjih, kvantificirati vpliv supraharmnikov na delovanje in obrabo različnih tipov električnih porabnikov ter elementov omrežja, oblikovati modele in kriterije, ki omogočajo oceno tveganja ter predlog ukrepov za zmanjševanje negativnih vplivov, prispevati k razvoju standardiziranih metod merjenja supraharmnikov.

Pričakovani rezultati raziskave vključujejo vzpostavitev obsežnih podatkovnih baz meritev supraharmnikov v realnih omrežnih pogojih, razvoj naprednih laboratorijskih protokolov za njihovo sistematično preučevanje ter novih, na meritvah temelječega analitičnih orodij za obravnavo interakcij med supraharmonskimi viri in porabniki. Izvirni prispevek raziskave bo v celovitem ovrednotenju vplivov supraharmnikov na različne elemente elektroenergetskega sistema, pri čemer bo metodologija povezovala terenske meritve, laboratorijske eksperimente in teoretično analizo. Tako bo omogočeno poglobljeno razumevanje mehanizmov, ki vplivajo na življenjsko dobo električne opreme. Pridobljeni rezultati bodo neposredno uporabni pri oblikovanju zaščitnih ukrepov, nadgradnji standardov kakovosti električne energije ter optimizaciji obratovanja omrežij z visoko penetracijo energetsko-elektronskih naprav.

3. ŠTUDIJSKI PROGRAM

Predvideni študijski program podiplomskega študija v katerega se bo mladi raziskovalec vpisal v študijskem letu 2026/2027:

Usposabljanje mladega raziskovalca bo organizacijsko in časovno potekalo skladno s študijskim programom Elektrotehnika doktorske šole Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Podrobnejši program je razviden na <https://feri.um.si/studij/programi/tretja-stopnja/dr/e/>

Program je zasnovan kot triletni študij z možnostjo absolventa, pri čemer bo študij in raziskovalno delo potekalo po letih na naslednji način: V prvem letu bo študent opravljal obveznosti po predmetniku 1. letnika študijskega programa, vključno z obveznimi in izbirnimi izpiti ter seminarskimi nalogami. Hkrati se bo spoznal in vključil v tekoče raziskovalno delo raziskovalne skupine ter v projekte le-te, izvajal bo preliminarne raziskave na izbrani problematiki, definiral področje dela in raziskovalne izzive, študiral literaturo raziskovalnega področja ter pripravljaj in pisal prve znanstveno-raziskovalne (pregledne) članke. Sodeloval bo tudi na mednarodnih projektih s tematiko raziskovalnega področja. V drugem letu bo opravljal obveznosti po predmetniku 2. letnika študijskega programa, kar vključuje izbirne izpite, seminarske naloge ter individualna raziskovalna dela. Natančno bo definiral raziskovalni problem in se posvetil intenzivnemu raziskovalnemu delu. Pripravljaj in pisal bo izvirne znanstvene članke za namene predstavitev na konferencah in objave v revijah s faktorjem vpliva, nadaljeval sodelovanje na mednarodnih projektih s tematiko raziskovalnega področja, predstavljal rezultate raziskovanja interno na inštitutu ter na lokalnih in mednarodnih dogodkih oziroma konferencah ter vzpostavljaj domače in mednarodne strokovne stike. V tretjem letu bo opravil vse preostale študijske obveznosti, ter opravil vsaj enomesečno izpopolnjevanje na tuji raziskovalni inštituciji ter priprava dispozicije doktorske disertacije. Četrto leto bo namenjeno preverjanju znanstvenih hipotez, preverjanju disertabilnosti doktorskega dela, pripravi in oddaji doktorske disertacije, krepitvi in iskanju mednarodnih stikov ter zagovoru doktorske disertacije.

4. OPIS DEL IN NALOG

Naloge izhajajo iz opisa programa dela iz točke 3.

5. ZAHTEVANA STOPNJA IZOBRAZBE

Raven VII (7) - Magistrska izobrazba (magister/magistrica), 2. bolonjska stopnja

6. ZAHTEVANA SMER IZOBRAZBE

Močnostna elektrotehnika

7. KLASIUS SRV

17003 – Magistrsko izobraževanje (druga bolonjska stopnja)

8. KLASIUS P

0713 - Elektrotehnika in energetika

9. ZAHTEVANA ZNANJA

Znanja s področja močnostne elektrotehnike

10. ZAHTEVANI POSEBNI POGOJI

/

11. ZAHTEVANI JEZIKI

Slovenščina
Angleščina

12. ZAHTEVANE DELOVNE IZKUŠNJE

/

13. PREDVIDENO PODOKTORSKO USPOSABLJANJE

/

Podpis mentorja:

Gorazd Štumberger
Digitally signed by Gorazd Štumberger
Date: 2026.02.10 19:26:12 +01'00'

Podpis vodje raziskovalnega programa:

Gorazd Štumberger
Digitally signed by Gorazd Štumberger
Date: 2026.02.10 19:26:28 +01'00'

Ime in priimek dekana oz.
pooblaščen osebe³:

Prof. dr. Gorazd Štumberger

Podpis dekana oz. pooblaščen osebe:


Digitally signed
by Marko Hölbl
Date: 2026.02.10
19:34:01 +01'00'

Kraj in datum:

Kliknite ali tapnite tukaj, če želite
vnesti besedilo.

Kliknite ali
tapnite
tukaj, če
želite vnesti
datum.

Žig:

³ Program usposabljanja podpiše dekan članice, na kateri bo potekalo usposabljanje MR.



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko

Koroška cesta 46
2000 Maribor, Slovenija



Datum: 26. 1. 2026

Na podlagi 24. člena Zakona o visokem šolstvu (ZViS-UPB7, Ur. list RS, št. 32/12, 75/16) in 330. člena Statuta UM (Statut UM - UPB 12, Ur. list RS št. 29/2017, s sprem. do 32/19) dekan Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko prof. dr. Gorazd Štumberger izdajam naslednje

POOBLASTILO

Pooblašчам prodekana izr. prof. dr. Marka Hölbla, da me v času moje odsotnosti dne 9. 2. do 12. 2. 2026 nadomešča in odloča o zadevah ter podpisuje vse dokumente, ki so potrebni za tekoče poslovanje fakultete.

Pooblastilo velja do preklica.



DEKAN
prof. dr. Gorazd Štumberger