

# Razvoj studija elektroenergetike na Sveučilištu u Zagrebu

Prof. dr. sc. **Igor Kuzle**, član suradnik HATZ-a,  
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, [igor.kuzle@fer.hr](mailto:igor.kuzle@fer.hr)

***Sažetak:** Zavod za visoki napon i energetiku Fakulteta elektrotehnike i računarstva u Zagrebu osnovan je 1934. godine, a u 2019. godini proslavio je 85 godina postojanja. U svojoj dugogodišnjoj povijesti iznjedrio je mnoge poznate stručnjake koji su ostavili neizbrisiv trag u elektroprivrednoj djelatnosti. Na zavodu se izučavaju i unapređuju područja proizvodnje, prijenosa, razdiobe i uporabe električne energije, obnovljivi izvori energije, napredne elektroenergetske mreže, problemi gospodarenja i trgovanja električnom energijom te područje nuklearnog inženjerstva. Zavod je vodeća institucija iz područja elektroenergetike u široj regiji, ima dugotrajnu suradnju s gospodarstvom, a prepoznatljiv je po znanstvenoj djelatnosti. Na zavodu se provode istraživanja u skladu s najvišim međunarodnim standardima što je rezultiralo s velikim brojem objavljenih radova u svjetski relevantnim časopisima, mnogobrojnim znanstvenim projektima te suradnjom s mnogim poznatim institucijama i sveučilištima.*

***Gljučne riječi:** Zavod za visoki napon i energetiku, elektrotehnika, elektroenergetika.*

## 1. Uvod

Na Zavodu za visoki napon i energetiku istražuju se i unapređuju područja proizvodnje, prijenosa, distribucije i uporabe električne energije, energetske učinkovitosti, visokonaponskog inženjerstva, obnovljivih izvora energije, naprednih mreža, problema upravljanja elektroenergetskim sustavima, nuklearnog inženjerstva i sigurnosti i električne energije trgovanje. Zavod je vodeća institucija u području elektroenergetike u regiji, ima dugotrajnu suradnju s elektroprivrednim i industrijskim poduzećima, a prepoznat je po svojim znanstvenim aktivnostima i velikom broju objavljenih znanstvenih radova u svjetski relevantnim časopisima, kao i brojni domaći i međunarodni znanstveni projekti. Tijekom godina Zavod je nastavio svoj razvoj posvetivši se trajnom unapređenju kurikula elektroenergetike.

## 2. Povijest zavoda

### 2.1 Tehnički fakultet, osnutak Zavoda i studij Jake struje

Kraljevska Visoka tehnička škola, iz koje je kasnije nastao Tehnički fakultet, utemeljena je odlukom Povjereničkog vijeća Kraljevstva SHS 10. prosinca 1918., a svoje prve studente prihvatila je 1. listopada 1919. Bila je jedna od prvih visokih tehničkih škola u jugoistočnoj Europi. Uz ostale odjele, škola je imala i Elektroinženjerski odjel te se 1919. godina može smatrati početkom nastave i studija elektrotehnike u Hrvatskoj. Dana 31. ožujka 1926. kr. Visoka tehnička škola transformirana je u sveučilišni fakultet koji je pridružen Sveučilištu u Zagrebu i preimenovan u Tehnički fakultet [1]. Već se u ak. g. 1921/22. pojavljuju prvi predmeti iz područja elektroenergetike kada honorarni nastavnik **ing. Edgar Montina** predaje predmet Uredba električnih centrala i mreža, a u ak. g. 1926/27. **ing. Miroslav Plohl** predaje predmete Prijenos i razdioba električne energije, Jaka struja te Jaka struja, vježbe u laboratoriju. Zanimljivo je spomenuti da se od početka studija pa do ranih 60-tih godina 20. stoljeća, pod utjecajem njemačkog načina studija zadržala podjela studija i nastave na dva osnovna smjera: jaka i slaba struja.

Kao prvi stalni nastavnik iz područja elektroenergetike zaposlen je istaknuti **ing. Juro Horvat**, izvanredni profesor na Univerzitetu u Ljubljani, koji dolazi na Tehnički fakultet u Zagrebu u ljetnom semestru ak. g. 1932/33., gdje je izabran za redovitoga profesora. Nakon dolaska Juro Horvat u ak. g. 1933/1934. preuzima predavanja iz kolegija Prijenos i razdioba električne energije te uvodi nove predmete Proizvodnja električne energije i u ak. g. 1936/1937. Prolazni pojavi u električnim napravama. Iste ak. godine kolegij Prijenos i razdioba električne energije razdvaja



Juro Horvat, dipl. ing., rodio se 17. travnja 1882. u Gospiću, gdje je završio pučku školu. Gimnaziju je završio u Vinkovcima 1900. godine. Elektrostrojarstvo je diplomirao u Grazu na Tehničkoj visokoj školi 1904. Nakon diplomiranja radio je u tvornicama oko Stutgarta, Ženevi, i kao ravnatelj društva "Energos" u Beču. Radio i na prvoj slovenskoj HE "Fala" na Dravi. Od 1924. je predavač na Tehničkom fakultetu u Ljubljani, a od 1932. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Osnivač je Zavoda za visoki napon 1934. godine, istraživao je problemima vezane za elektrifikaciju i elektrane, a objavio je radove u časopisu *Electrotechnik und Maschinenbau*. Jedan je od utemeljivača Banovinskog elektrotehničkog poduzeća 1937. u Zagrebu. Umirovljen je 1947., a preminuo je u Zagrebu 18. travnja 1954. godine.

se na dva kolegija; Prijenos električne energije i Razdioba električne energije. Nakon smrti profesora Miroslava Plohla 1939. godine, na predmetu Jaka struja se kao honorarni predavač angažira **ing. Anton Dolenc**.

Dolaskom prof. Horvata ispunjeni su preduvjeti za osnivanje Zavoda. Zavod za visoki napon i energetiku osnovan je odlukom Fakultetskog vijeća Tehničkog fakulteta na 129. redovitoj sjednici održanoj 26.06.1934. Pod točkom 13 dnevnog reda sjednice (Sl 1) je prijedlog prof. ing. Jure Horvata za osnivanje Laboratorija za visoki napon iz kojeg je nastao današnji Zavod za visoki napon i energetiku. Kao predstojnik katedre za proizvodnju, prijenos i razdiobu električne energije prof. Horvat osniva Zavod, kako bi omogućio laboratorijski rad u nastavi za studente, kao i znanstveno-istraživački i stručni rad djelatnika. On je postao prvi predstojnik Zavoda (Tablica 1). Njegovim djelovanjem prikupljeno je nešto instrumentacije i opreme te časopisa i knjiga što je bila preteča osnivanju zavodskih laboratorija i knjižnice.

**Tablica 1.** Predstojnici Zavoda za visoki napon i energetiku

	<b>Predstojnik zavoda</b>	<b>Mandat</b>	
1.	Prof. ing. Juro Horvat	1934.-1943.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Od njegovog osnutka Zavod je vodilo 14 predstojnika.</li> <li>– Osnivač Zavoda i njegov prvi predstojnik bio je prof. ing. Juro Horvat.</li> <li>– Najduži mandat kao predstojnik je obnašao prof. dr. sc. Božidar Stefanini koji je vodio zavod pune 24 godine, a u ak. g. 1958/59. istovremeno je obnašao dužnost dekana Fakulteta i predstojnika Zavoda.</li> <li>– U ak. g. 2002/03. uvodi se i funkcija zamjenika predstojnika zavoda.</li> </ul>
2.	Prof. ing. Vladimir Žepić	1948.-1952.	
3.	Prof. dr. sc. Božidar Stefanini	1952.-1976.	
4.	Akademik prof. dr. sc. Hrvoje Požar	1976.-1978.	
5.	Prof. dr. sc. Mario Padelin	1978.-1982.	
6.	Doc. Željko Zlatar	1982.-1986.	
7.	Prof. dr. sc. Danilo Feretić	1986.-1990.	
8.	Prof. dr. sc. Vladimir Mikuličić	1990.-1994.	
9.	Prof. dr. sc. Vjekoslav Filipović	1994.-1998.	
10.	Prof. dr. sc. Zdravko Hebel	1998.-2002.	<b>Zamjenik predstojnika zavoda</b>
11.	Prof. dr. sc. Slavko Krajcar	2002.-2006.	Prof. dr. sc. Nenad Debrecin
12.	Prof. dr. sc. Nenad Debrecin	2006.-2010.	Prof. dr. sc. Tomislav Tomiša
13.	Prof. dr. sc. Tomislav Tomiša	2010.-2014.	Prof. dr. sc. Igor Kuzle
14.	Prof. dr. sc. Igor Kuzle	2014.-	Prof. dr. sc. Davor Grgić

Broj: 3377-1934

## P O Z I V

na 129 redovnu sjednicu Savjeta Tehničkog fakulteta Univerziteta  
Kraljevine Jugoslavije u Zagrebu za utorak dne 26. juna 1934. u 16 sati.

Dnevni red:

- 1/ Čitanje zapisnika 128 redovne sjednice.
- 2/ Izvještaj dekana.
- 3/ Izvještaji starješina.
- 4/ Izbor dekana za 1934/35 školsku godinu.
- 5/ Predlog prof. dra Mjegovana i dra ing. Hanamana da se univ. docent dr ing. Krajinović Matija postavi za vanrednog profesora za katedru za Organsku kemijsku tehnologiju / II čitanje/.
- 6/ Predlog prof. ing. Plohla i ing. Horvat Jure, da se univ. docent Dr Lončar Josip postavi za vanrednog profesora za katedru za Osnove elektro. tehnike i električna mjerenja / Teorijsku elektrotehniku i električna mjerenja/ / II čitanje/.
- 7/ Predlog prof. dra Mjegovana i fra Plotnikova da se dr. ing. Prelog Vladimir postavi za univerzitetskog docenta za katedru za Organske hemije. / II čitanje/.
- 8/ Predlog Arhitektonsko-inženjerskog otdjeka, da se predavanja iz Uredjenja gradova /Urbanizma/ 2 i 2 u zimskom semestru i 2 i 4 u ljetnom semestru povjere arh. Hribar Stjepanu kao honorarnom nastavniku uz propisani honorar po održanom času / II čitanje/.
- 9/ Predlog Gradjevno-inženjerskog otdjeka da se predavanja iz Arhitekture za gradjevinare 2 i 0 u zimskom i 2 i 2 u ljetnom semestru povjere ing. Denzler Juraju kao honorarnom nastavniku uz propisani honorar po održanom času / II čitanje/.
- 10/ Predlog prof. dr ing. Hanamana i prof. ing. Stipetića da se vanredni profesor ing. Sahnazarov Artemij izabere i postavi za redovnog profesora na katedri za Mehaničku tehnologiju / I čitanje/.
- 11/ Predlog Arhitektonsko-inž. otdjeka i Gradjevno-inž. otdjeka da se raspiše Stečaj za popunjenje jednog mjesta vanrednog profesora na katedri za Statiku konstrukcija.
- 12/ Predlog prof. ing. Plohla da se osnuje Laboratorij za slabu struju.
- 13/ Predlog prof. ing. Horvat Jure, da se osnuje Laboratorij za visoki napon.
- 14/ Izvještaj Kuratorija, izbor članova Kuratorija zaklada Dra Jurja Šerjavića i za unutarnje uređenje.
- 15/ Izbor pretstavnika Tehničkog fakulteta u Odbor Univerzitetske biblioteke.
- 16/ eventualija.

U Zagrebu, dne 23. juna 1934.

Profekan:

Dr. Mjegovan, v. r.



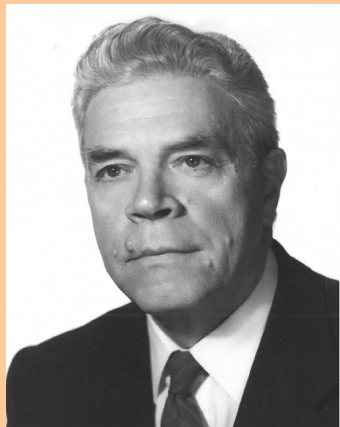
Ubrzo počinje Drugi svjetski rat tijekom kojeg djelatnost Zavoda stagnira, prof. Horvat odlazi u inozemstvo, radi čega je prisilno umirovljen 1943. godine. Nakon svršetka rata vraća se u Zagreb, pokušava se ponovo aktivirati na fakultetu ali ne nastupa na dužnost, već početkom 1947. godine konačno odlazi u mirovinu.

Nakon svršetka drugog svjetskog rata djelatnost Zavoda se ponovno budi, najprije uz pomoć honorarnih nastavnika **Mladena Dokmanića, dipl. ing.**, od ljetnog semestra 1945/46, koji je poslije postao stalnim nastavnikom; i **Fedora Jelušića, dipl. ing.** od zimskog semestra ak. g. 1946/47. do kraja zimskog semestra ak. g. 1947/48. U to vrijeme je veliki broj studenata upisao Sveučilište jer se potreba zemlje za inženjerima brzo povećavala. U ak. g. 1948/49. za stalnog nastavnika u zvanju izvanrednog profesora dolazi **Vladimir Žepić, dipl. ing.** koji tada postaje i predstojnikom Zavoda. Prof. Žepić je istovremeno bio i dekan elektrotehničkog odsjeka Tehničkog fakulteta.

Vladimir Žepić rođio se 1894. godine u Osijeku, a prije dolaska na Zavod radio je kao inženjer u gradskoj električnoj centrali i bio ugledni redoviti član Rotary Club Zagreb. Godine 1945. postaje prvi tehnički rukovodilac Električnog poduzeća Hrvatske (EL-POH). Bio je prvi podpredsjednik komiteta JUKO CIGRE osnovanog 1949 godine. S Fakulteta odlazi kao politički nepodoban prisilom tadašnje vlasti potkraj zimskog semestra 1951/52. Preminuo je 1971. godine.

Uskoro potom dolaze u Zavod novi nastavnici, koji će za dulje razdoblje biti nositelji razvoja Zavoda i Fakulteta i koji će dati pečat ugledu Zavoda u širim razmjerima. U početku ljetnog semestra ak. g. 1949/50. mjesto docenta u Zavodu dobiva **Božidar Stefanini, dipl. ing.**, a 1951. godine za asistenta i honorarnog nastavnika izabran je **Hrvoje Požar, dipl. ing.** Nakon prisilnog odlaska prof. Žepića s Fakulteta predstojnik Zavoda početkom šk. g. 1952/53. postaje Božidar Stefanini.

Od početka pedesetih godina počinje intenzivan razvoj Zavoda, što su omogućili bolji prostorni uvjeti. Zavod je u prvo vrijeme bio smješten u jednu, a poslije u dvije prostorije na Rooswoltovom trgu br. 6. Godine 1950. preseljen je u prvi kat zgrade u Vukotinovićevoj ulici br. 2, gdje dobiva dovoljno prostora pa su osim ureda za djelatnike i predavaonica uređeni i laboratoriji, od kojih je najznačajniji Laboratorij za tehniku visokog napona instaliran 1954. godine, za čije postavljanje ima velike zasluge honorarni nastavnik **Boris Markovčić, dipl. ing.** Odmah se uvodi praktikum koji studenti obavljaju u 6 eksperimentalnih vježbi. U Zavodu je 1953. instaliran i foto-laboratorij za izradu dijapozitiva, koji se koriste kao projekcije na predavanjima. Studij Jake struje je bio devet semestralni, a uvode se i izborni predmeti sa svrhom usmjerenja studenata.



nju u Fortranu IV. Dobio je Nagradu za znanstveni rad »Nikola Tesla« (1972). Profesor Stefanini preminuo je u Zagrebu 2. ožujka 1991.

Dr. sc. Božidar Stefanini rođio se u Splitu 18. listopada 1913. Diplomirao je 1937. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Do 1950. radio na uvođenju visokonaponske mreže od 110 kV u elektroprivredi Jugoslavije, a potom je prešao na Tehnički fakultet u Zagrebu, gdje je 1954. doktorirao. Za redovitoga profesora na Elektrotehničkom fakultetu (ETF) u Zagrebu izabran je 1959. Bio je predstojnik Zavoda za visoki napon (1952–76) i dekan 1958/59. Jedan je od utemeljitelja Sveučilišnoga računskog centra (SRCE) i jedna od najzaslužnijih osoba za nabavu, instaliranje i uvođenje u nastavu elektroničke računalne opreme, prvoga računala IBM1130 na ETF-u u Zagrebu. Predavao je kolegije Prijenos električne energije, Tehnika visokog napona i Stabilnost prijenosa električne energije. Autor je prvih knjiga o programira-

U sklopu studija Jaka struja u ak. g. 1950/51. osnovana su dva smjera: Elektroindustrijski i Elektroprivredni. Zavod za visoki napon postaje nosilac nastave u Elektroprivrednom smjeru. Posebna pozornost posvećuje se i stručnom radu, što se provodi uz sve opsežniju suradnju s privredom. U to doba oživljava znanstveni rad, i to ne samo pojedinih članova Zavoda, nego i Zavoda kao cjeline uz korištenje sve bogatije laboratorijske opreme i knjižnice. U to se vrijeme u rad Zavoda, kao vanjski nastavnik, uključuje i **Branko Jemrić, dipl. ing.** dugogodišnji tehnički direktor tvornice TEŽ iz Zagreba, ali kasnije i dugogodišnji honorarni nastavnik na Fakultetu, koji predaje predmet Električna rasvjeta.

Dr. sc. Hrvoje Požar, rođio se u Kninu 5. srpnja 1916. godine. Diplomirao 1939. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu.



Radio je kao projektant i elektroenergetski dispečer (1946–51), a zatim na Elektrotehničkom odjelu Tehničkoga fakulteta (poslije Elektrotehnički fakultet), na kojem je doktorirao 1955. te postao redoviti profesor 1960. i dekan (1960/62. i 1968/70). Bio je i predstojnik Zavoda za visoki napon i energetiku, utemeljio je Zagrebačku energetska školu. Od 1965. izvanredni, od 1975. redoviti član te od 1978. glavni tajnik JAZU (danas HAZU). G. 1970–72. prorektor Sveučilišta u Zagrebu, od 1976. glavni urednik Tehničke enciklopedije (od V. do XII. sv.). Djelovao je i u Institutu za elektroprivredu, iz kojega se 1994. izdvojio današnji Energetski institut »Hrvoje Požar«. Član Ustavne komisije RH 1990. Dobio je mnoge nagrade, odlikovanja i priznanja, među ostalim i Nagradu za znanstveni rad »Nikola Tesla« (1963). Profesor Požar preminuo je u Zagrebu 30. lipnja 1991.



## 2.2 Elektrotehnički fakultet – ETF, 1956. g.

Odlukom Sabora Narodne Republike Hrvatske, 26. travnja 1956., nekadašnji Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu podijeljen je na četiri nova fakulteta, a samostalno djelovanje Elektrotehničkog fakulteta započelo 1. srpnja 1956. godine. To je bio početak treće, moderne faze u razvoju elektrotehnike u Hrvatskoj, koju je karakterizirao burni razvoj elektronike, elektroenergetike, elektroprivrednih postrojenja, automatizaciju, komunikacije i računarstvo. Prvi samostalni nastavni plan **ETF-1** počeo se na Fakultetu primjenjivati od ak. g. 1959/60. u predmetnom nastavnom planu i dalje postoje usmjerenja Jaka struja i Slaba struja. Najznačajnija promjena je smanjenje satnice koja je smanjena na prosječnih 30 sati tjedno s obzirom na 40 sati tjedno koliko je iznosila prema nastavnom planu iz 1950/51. Prosječno opterećenje studenata izravnom nastavom od 30 sati tjedno održalo se do današnjih dana pa se možemo diviti vizionarstvu tadašnjih nastavnika koji su prepoznali pravu mjeru opterećenja studenata još prije skoro 60 godina.

Da bi odgovorio temeljnim ciljevima obrazovanja, zahtjevima vremena i potrebama društva, Fakultet je do danas sedam puta mijenjao svoj nastavni plan i program. Osmo promjena plana i programa je u tijeku, uvedena u ak. g. 2018/19. na preddiplomskom studiju, a uvođenje na diplomskom studiju je planirano u ak. g. 2021/2022.

Nakon osamostaljenja fakulteta uvjeti za rad Zavoda značajno se poboljšavaju, posebice nakon preseljenja u novoizgrađenu zgradu C na šesti kat 1963. godine. Fakultetske zgrade na današnjoj lokaciji (Unska 3, Zagreb) završene su i opremljene zgrada A 1961. g., C 1963. g. i B 1965. g. U to doba Zavod, uz već spomenuti Laboratorij visokog napona ima i laboratorije za električna postrojenja za prijenos električne energije, za električnu rasvjetu i za relejnu zaštitu. Posebice su dobro opremljeni Laboratorij za visoki napon (300 m<sup>2</sup>) i Laboratorij za električna postrojenja (200 m<sup>2</sup>) koji su dobili odgovarajući prostor u novoizgrađenoj zgradi B. Raspoloživi prostor u zgradi C omogućio je uređenje dobro opskrbljene knjižnice Zavoda koja je potkraj šezdesetih godina raspolagala s oko 2000 knjiga, a godišnje primala oko 40 različitih časopisa. Značajno je naglasiti da već na početku šezdesetih godina počinje u Zavodu korištenje digitalnih elektroničkih računala za rješavanje problema u elektroenergetici, pa se instaliranjem računala IBM 1130 u fakultetskom Računskom centru to odmah odrazilo na širokoj primjeni računala u nastavi te stručnoj i znanstvenoj djelatnosti Zavoda. Za sve to naročite zasluge imaju profesori Božidar Stefanini i Hrvoje Požar, čijom se zaslugom i nastava stalno osuvremenjuje prateći svjetska dostignuća.

Poslijediplomska nastava za stjecanje znanstvenog stupnja magistar znanosti započeta je u Zavodu u ak. g. 1964/65. U usmjeravajućem dijelu poslijediplomskog studija Jaka struja Zavod vodi nastavu iz predmeta: Vladanje generatora u pogonu,

Regulacija frekvencije i napona, Raspodjela opterećenja u elektroenergetskim sistemima, Izgradnja elektroenergetskog sistema, Zasnivanje visokonaponskih mreža, Metode proračuna mreža, Relejna zaštita, Stabilnost prijenosa električne energije, Nadzemni vodovi, Prenaponi u električnim mrežama, Ispitivanje udarnim naponima, Pogon hidroelektrana i Pogon termoelektrana.

U ak. g. 1967/68. na Fakultetu novim nastavnim planom **ETF-2** uveden je studij s tri smjera: elektroenergetika, elektronika te elektrostrojstvo i automatizacija. Studij je i dalje četverogodišnji u prve dvije zajedničke godine za sve studente. Prema planu ETF-1 smanjen je broj predmeta koje drže nastavnici s Fakulteta strojarstva i brodogradnje, a povećan je broj elektrotehničkih predmeta (uvode se predmeti Prenaponska zaštita i Relejna zaštita, dok predmet Mreže i instalacije postaje Razdioba električne energije) također značajno se povećao broj izbornih predmeta nastavi sudjeluju novi nastavnici **Mario Padelin**, **Milan Šodan** i **Željko Zlatar**. Nastava se dijeli na predavanja i vježbe.

Nako samo tri godine uslijedila je sljedeća promjena nastavnog plana provedena u ak. g. 1970/71. kada je prihvaćen **ETF-3**. Elektroenergetika opet jedan od triju smjerova. Promatrano u cjelini opaža se jačanje temeljnih predmeta kojih je nositelj Zavod za visoki napon. Novi su predmeti: Osnove energetike i Elektroenergetski sistemi. Od dvosemestralnog predmeta Prijenos električne energije postali su predmeti Električni vodovi i Visokonaponske mreže, a redovnim postaje predmet Niskonaponske mreže i instalacije. Izborni predmeti se popunjavaju predmetom Nuklearna energetika, a iz tog područja se na popisu nalaze još tri predmeta, što daje naslutiti da se javlja zametak budućeg smjera Nuklearne energetike. Također, se znatno povećava broj izbornih predmeta iz područja elektroenergetskih mreža. U sedamdesetim godinama provedena je smjena nastavnika na temeljnim predmetima Zavoda, pa od tada obavezne predmete predaje nova generacija nastavnika. Uz prethodno spomenute nastavnike, to su **Vjekoslav Filipović**, **Srdan Babić**, **Mirjana Urbiha-Feuerbach** i **Vjekoslav Srb** (honorarni nastavnik). Uvođenjem plana ETF-3 počelo se razlikovati auditorne vježbe od laboratorijskih vježbi, a uvode se i konstrukcijske vježbe kojima je za cilj bila izrada jednostavnijih stručnih projekata od strane studenata.

### **2.3 Zavod za visoki napon i energetiku, 1978. g.**

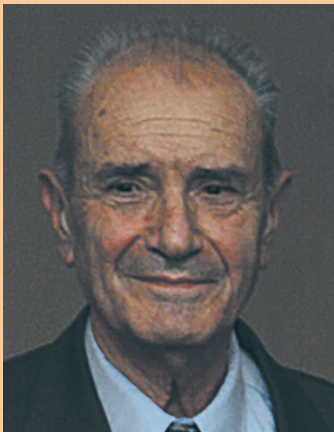
Godine 1978. Zavod mijenja dotadašnji naziv Zavod za visoki napon u Zavod za visoki napon i energetiku. Istraživački rad na Zavodu se značajno unaprijedio nabavkom elektroničkog računala 1980. godine. Predmetno računalo se koristilo u tri smjene i redovito se pravio raspored njegovog korištenja. U ak. g. 1978/79. uveden je novi nastavni program, **ETF-4**, u kojem je Elektroenergetika jedan od osam smjerova. Važno je naglasiti da je u nastavni program ETF-a uveden i smjer Nukle-



arna energetika radi obrazovanja elektrotehničkih inženjera iz nuklearne problematike, za čim se ukazala potreba zbog gradnje NE Krško. Za razvoj smjera osobito je zaslužan **Prof. dr. sc. Danilo Feretić**. Na smjeru elektroenergetika uvodi se novi predmet Energetski procesi.

Elektroenergetika se u četvrtoj nastavnoj godini grana u tri usmjerenja: Izgradnja i pogon elektroenergetskih sustava; Upravljanje elektroenergetskim sustavom te Opća energetika.

Usmjerenje Izgradnja i pogon elektroenergetskog sustava najmanje se razlikuje od prethodnog programa ETF-3. U usmjerenje Upravljanje elektroenergetskim sistemom uvedeno je nekoliko predmeta iz područja regulacije, automatizacije i digitalne elektronike: Regulacija u elektroenergetskom sustavu, Upravljanje u elektroenergetskom sustavu, Digitalno upravljanje. U usmjerenje Opća energetika uvedeni su predmeti koji obrađuju materiju koja se ne odnosi samo na probleme električne energije već i na sve oblike energije: Energetski izvori, Energetski sistemi i bilance, Ekonomika u energetici. Smjer Nuklearna energetika se od ak. g. 1990/91. transformira u smjer Energetske tehnologije.



Dr. sc. Danilo Feretić rodio se u Omišlju, 13. listopada 1930. Diplomirao 1954. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, poslijediplomski studij završio u Engleskoj, doktorirao je 1967. na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Radio u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu 1954–55., Institutu za nuklearne nauke »Boris Kidrič« u Vinči 1959–63., Energoinvestu u Sarajevu 1963–67., Institutu za nuklearna ispitivanja u Egiptu 1967–74., u zagrebačkoj Elektroprivredi 1974–82. bio je tehnički ravnatelj nuklearne elektrane Krško u izgradnji. U Zagrebu se 1968. zaposlio na Fakultetu strojarstva i brodogradnje gdje je 1979. postao redoviti profesor. Iste godine prelazi na Elektrotehnički fakultet gdje u mandatu 1992–94 obnaša dužnost dekana, a profesor emeritus postaje 2002. Objavio je više knjiga. Dobitnik je nagrada je »Nikola Tesla« (1991), »Fran Bošnjaković« (1997) i »Ruđer Bošković« (1998), te Državne nagrade za životno djelo (2007). Profesor Feretić preminuo je u Zagrebu 22. rujna 2019.

Tijekom osamdesetih godina Zavod se razvija povećanjem broja mladih nastavnika koji su preuzeli novije kolegije: **Zdravko Hebel**, **Vladimir Tuk**, **Vladimir Mikuličić**, **Sejid Tešnjak**, **Slavko Krajcar**, **Nikola Čavlina** i **Ivo Uglešić**. Razvoj Zavoda se prepoznaje kroz opsežniju suradnju s gospodarstvom te u međunarodnoj stručnoj i znanstvenoj suradnji te razmjeni i posjetima eksperata i stručnjaka, posebice s obzirom na proširenje djelatnosti na područje nuklearne energetike. Sve je to uvjetovalo i znatno povećanje broja zavodskih suradnika.

Nova fakultetska zgrada D, izgrađena je uz potporu industrije i vlade SFRJ 1989. godine gdje se Zavod preseljava na drugi kat i djeluje do današnjih dana. Izgradnju D zgrade vodio je bivši dekan ETF i djelatnik Zavoda, profesor Milan Šodan. Tijekom 1991. godine obnovljena je mjerna i računarska oprema čime je značajno unaprijeđen znanstveno istraživački rad na zavodu, uvedeni su i suvremeni načini izvođenja nastave, a nabavljen je i veći broj suvremenih programskih paketa za elektroenergetske analize. Od tada svaki član Zavoda raspolaže s računalom, a zahvaljujući tome kasnija, sve razgranatija suradnja s gospodarstvom, omogućuje daljnju nabavu novih, sve suvremenijih računala, što pridonosi daljnjem unapređenju rada u Zavodu. Tijekom domovinskog rata bilo je poteškoća u radu i izvođenju nastave, prvenstveno zbog učestalih uzbuna, no tijekom tog perioda sastavljen novi nastavni programa koji dobiva naziv **FER-1** nakon preimenovanja fakulteta.

## 2.4 Fakultet elektrotehnike i računarstva – FER, 1995. g.

Elektrotehnički fakultet je 7. ožujka 1995. godine preimenovan u Fakultet elektrotehnike i računarstva. Razlog promjene naziva je ubrzani razvoj računarstva. Prvo godišće studenata započinje nastavu po FER-1 u ak.g. 1994./95. Općenita je karakteristika toga nastavnog programa znatno veća izbornost nastave (na smjeru Elektroenergetika studenti umjesto dotadašnjih 13 sati upisuju 40 sati izbornih predmeta) kako bi se studentima omogućila bolja prilagodba zahtjevima tržišta rada. Određeni broj izbornih predmeta je s drugih smjerova. U organizacijskom smislu provedena je sljedeća promjena: umjesto dotadašnjih smjerova Elektroenergetika i Energetske tehnologije, uveden je jedinstveni smjer Elektroenergetika s dva usmjerenja: Energetski sustavi i Energetske tehnologije, dok su usmjerenja iz ETF-4 ukinuta. Zavod se kadrovski znatno širi zapošljavanjem novih suradnika, kao nositelji predmeta pojavljuju se **Ante Marušić**, **Tomislav Tomiša**, **Davor Škrlec**, **Nenad Debrecin** i **Ivica Pavić**.

Fakultet je nastavio razvoj posvetivši se trajnom unapređenju kurikula. Ubrzo je uslijedila i druga promjena nastavnog plana (**FER-2**) uvjetovana Bolonjskom deklaracijom. Bolonjsku deklaraciju potpisalo je 1999. godine 29 europskih država, usvojivši novi sveučilišni obrazovni sustav kroz tri studija: preddiplomski (prvostupnici), diplomski (magistri struke u slučaju inženjerstva) i doktorski studij (doktori znanosti). Danas se Bolonjski proces provodi u nacionalnim kvalifikacijskim okvirima 47 europskih zemalja, uključujući Hrvatsku. Na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, to uključuje trogodišnji preddiplomski, a zatim dvogodišnji diplomski program i trogodišnji doktorski studij [8]. Preddiplomski program se izvodi kroz dva studija podijeljena na module, a diplomski program kroz tri studija podijeljena na profile. Elektroenergetika je modul na preddiplomskom i profil na diplomskom studiju Elektrotehnike i informacijske tehnologije. Struktura programa FER-2 predočena je na Sl 2.

Preddiplomski studij			Diplomski studij	
Zajednički studij	Studijski program		Studijski program	
	Modul		Profil	
1. godina	2. godina	3. godina	1. godina	2. godina
FER	<b>Elektrotehnika i informacijska tehnologija</b>		<b>Elektrotehnika i informacijska tehnologija</b>	
	Automatika		Automatika	
	Elektroenergetika		Elektroenergetika	
	Elektroničko i računalno inženjerstvo		Elektroničko i računalno inženjerstvo	
	Elektronika		Elektronika	
	Radiokomunikacije		Elektrotehnički sustavi i tehnologija	
	<b>Računarstvo</b>		<b>Informacijska i komunikacijska tehnologija</b>	
	Obrada informacija i multimedijske tehnologije		Telekomunikacije i informatika	
	Programsko inženjerstvo		Obrada informacija	
	Računalno inženjerstvo		Radiokomunikacijske tehnologije	
	Računarska znanost		<b>Računarstvo</b>	
	Telekomunikacije i informatika		Programsko inženjerstvo i informacijski sustavi	
			Računalno inženjerstvo	
			Računarska znanost	

Sl. 2. Nastavni program FER-2

Budući da je individualizacija nastave koju polaznici pohađaju jedan od glavnih ciljeva Bolonjske reforme, svaki se profil sastoji od pet obaveznih kolegija, dva laboratorijska kolegija i najmanje 13 izbornih predmeta. Dodatna motivacija za uvođenje laboratorijskih kolegija, npr. Laboratorij Elektroenergetike 1 i 2, jest povećati važnost laboratorijskih vježbi u diplomskim studijima. Kad su laboratorijske vježbe bile samo dio teorijskih predmeta, studenti su se uglavnom usredotočili na teorijski dio ispita, jer su ti dijelovi donosili najviše bodova u ukupnoj ocjeni predmeta. Mali broj bodova koje su studenti mogli skupiti na laboratorijskim vježbama marginalizirao je njihov značaj. Uvođenjem laboratorijskih kolegija otklonilo je taj nedostatak prethodnog diplomskog programa FER-1 budući da su se prepoznala tri nedostatka inženjerskog obrazovanja: potrebu za općim tehničkim znanjem, potrebu za praktičnijim iskustvom i višu razinu profesionalne svijesti. Glavni je cilj laboratorijski usmjerene nastave omogućiti studentima primjenu i testiranje teorijskih znanja koja su savladali u prethodnim godinama studija. Laboratorijski kolegiji omogućuje im razvoj praktičnih vještina iz različitih područja energetike u kontroliranom okruženju. Nadalje, studentima se pruža mogućnost izvođenja eksperime-

nata i testova koji bi u protivnom bili preskupi ili gotovo nemogući u stvarnom elektroenergetskom sustavu.

Zavod je u okviru nastavnog plana FER-2, uveo mnoštvo novih predmeta, stručnih za modul i profil Elektroenergetika, ali i transverzalnih za potrebe cijelog fakulteta. Transverzalni su predmeti: Okoliš i održivi razvoj i Upravljanje rizicima. Za sve studente elektrotehnike i informacijske tehnologije to je i stručni predmet Energijske tehnologije.

### 3. Zavod danas

Nakon 2000. godine nastavlja se kadrovsko širenje Zavoda, a kao mladi nastavnici nastupaju **Zdenko Šimić**, **Željko Tomšić**, **Davor Grgić**, **Igor Kuzle**, **Marko Delimar**, **Viktor Milardić** i **Juraj Havelka** koji su i danas njegova okosnica. Svi navedeni nastavnici nositelji se razvoja u nastavnom, stručnom i znanstvenom dijelu unaprijedili su i suradnju s gospodarstvom i međunarodnu suradnju. Zavod se kontinuirano osuvremenjuje opremom i programskom potporom ulaganjem vlastitih sredstva, zarađenih suradnjom s gospodarstvom ili iz domaćih i međunarodnih znanstvenih projekata. Tim se projektima omogućio i kadrovski rast Zavoda zapošljavanjem doktoranada, poslijedoktoranada i stručnih suradnika. Od 2014. godine počela je smjena generacija na Zavodu koja traje i danas, u posljednjih nekoliko godina zaposleni su mladi docenti **Hrvoje Pandžić**, **Siniša Šadek**, **Tomislav Capuder**, **Ivan Rajšl** i **Božidar Filipović-Grčić**. Predmetno pomlađivanje donijelo je pregršt novih ideja i značajno otvaranje prema europskoj i svjetskoj znanosti što je rezultiralo velikim brojem znanstvenih projekata, velikim ulaganjima u laboratorijsku infrastrukturu, unaprjeđenjem nastave kao i održanjem stručne aktivnosti kroz suradnju s gospodarstvom.

Na Zavodu su tijekom **24 znanstvena projekta** i to: 10 međunarodnih (5 H2020, 4 Bilat, 1 Erasmus+) i 14 nacionalnih (8 HRZZ, 4 EFRR, 2 ESF) te veliki broj projekata s gospodarstvom (više od 30 projekata). Na zavodu je ustrojeno pet istraživačkih laboratorija:

- **Laboratorij za napredne elektroenergetske mreže** (engl. Smart Grid Laboratory – SGLab), voditelj prof. dr. sc. Igor Kuzle;
- **Laboratorij za tržišta i burze energije i emisija** (engl. Laboratory for Energy and Environmental Markets and Exchanges – LEEMaE), voditelj prof. dr. sc. Željko Tomšić
- **Laboratorij za atmosferska pražnjenja** (engl. Atmospheric Phenomena Laboratory – APPLY), voditelj prof. dr. sc. Ivo Uglešić

- **Laboratorij za nuklearnu energiju i sigurnost** (engl. Laboratory for Nuclear Energy and Safety – LNES), voditelj prof. dr. sc. Ivo Uglešić
- **Laboratorij za zaštitu elektroenergetskog sustava** (engl. Power System Protection Laboratory – PSP Lab), voditelj prof. dr. sc. Juraj Havelka.

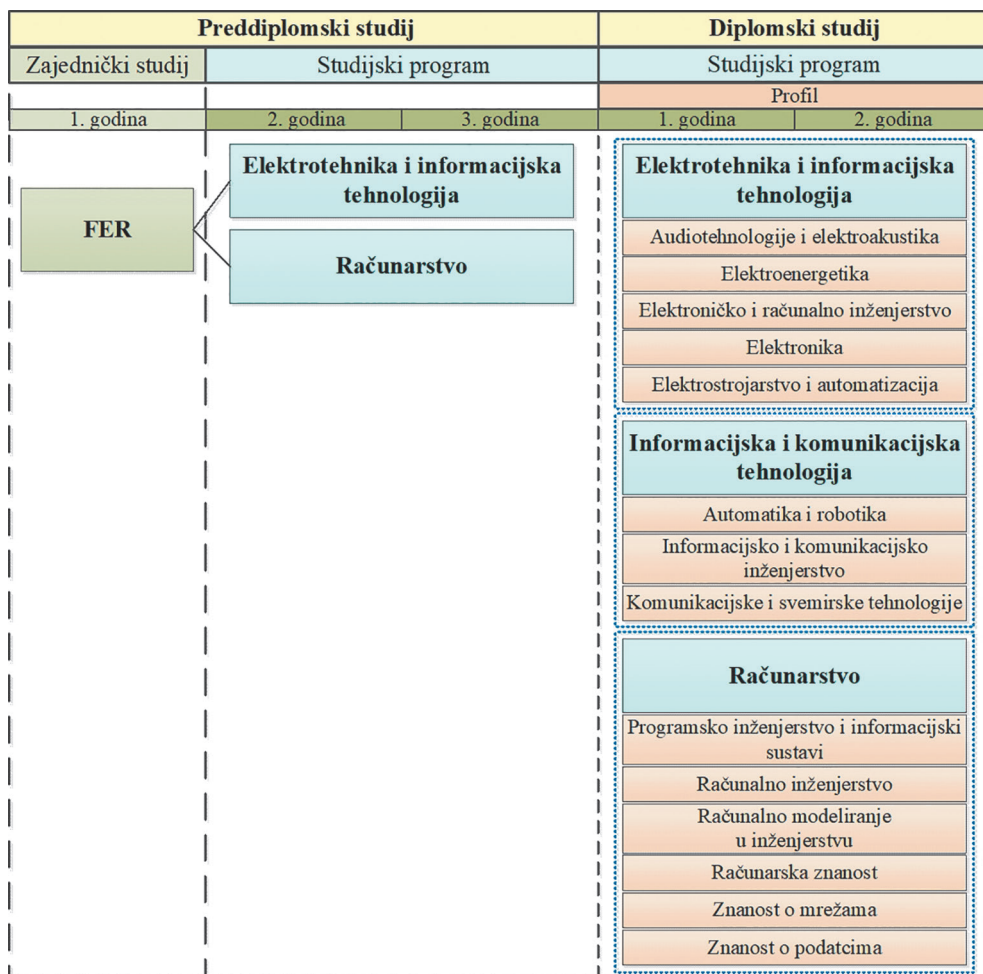
Trenutno je na Zavodu zaposlen 61 djelatnik od toga 12 redovitih profesora, dva izvanredna profesora i četiri docenta te tri poslijedoktoranda, 18 asistenata, tri istraživača, dva mlada istraživača, 13 zavodskih suradnika, dva laboranta i dva administratora. Od mladih kolega iz državnog proračuna ih se financira samo šestero te dva laboranta i tajnica, a na **međunarodnim i domaćim projektima zaposleno je 34 djelatnika**. Generacijska struktura Zavoda je sljedeća: 32 djelatnika su mlađa od 30 godina, 10 je mlađe od 40 godina, četvero mlađih od 50 godina, petero mlađih od 60 godina te 11 starijih od 60 godina (šestero više od 65 godina). Starija struktura je više nego zadovoljavajuća, zbog dobrog odnosa iskustva i mladosti.

### 3.1 Nastavne aktivnosti na Zavodu

Na FER-u je u tijeku osma promjena nastavnog programa koja je na preddiplomskom studiju, uvedena u ak. g. 2018/19. i trenutno se provodi na prvoj i drugoj godini studija, a uvođenje na diplomskom studiju je planirano u ak. g. 2021/2022. Od promjena prema FER-2 programu, a radi omogućavanja bolje interdisciplinarnost na preddiplomskom studiju su ukinuti moduli, a studenti na drugoj godini biraju između studija Elektrotehnike i informacijske tehnologije i Računarstva. Prva je godina i dalje ostala jednaka za sve studente FER-a. Na diplomskom studiju je napravljeno najviše promjena kako bi se studij osuvremenio i izbjegla preklapanja u gradivu između različitih kolegija. Struktura novog nastavnog programa predočena je na Sl 3.

**Kurikul elektroenergetike:** Zavod je pokušao uskladiti novi nastavni program studija s aktualnim svjetskim trendovima razvoja elektroenergetike i srodnih struka. Prema novom nastavnom programu FER-3 na profilu Elektroenergetika će se uz klasičnu elektroenergetiku i veliku izbornost, studenti moći opredijeliti za jedan od tri modula (Tablica 2). Ukoliko studenti izaberu jedan od modula smanjiti će im se izbornost predmeta, te će morati upisati predmete propisane za svaki modul. Nakon završetka studija na diplomu će im pisati Magistar inženjer elektrotehnike, profil Elektroenergetika, Modul npr. Obnovljivi izvori energije. Ukoliko student ne izabere niti jedan od ponuđenih modula umjesto obavezna tri predmeta sam će izabrati predmete prema vlastitoj želji i tada mu na diplomu neće biti naveden modul.





Sl. 3. Nastavni program FER-3

Tablica 2. Moduli i obavezni predmeti

Napredne elektroenergetske mreže	Obnovljivi izvori energije	Nuklearne tehnologije
Uvod u naprednih mreže	Dinamika fluida i prijenos topline	Nuklearna fizika
Komunikacijski protokoli u naprednim mrežama i zaštitne sheme	Energetska učinkovitost i odziv potrošnje	Nuklearno inženjerstvo
Kibernetička sigurnost ili Analiza velike količine podataka	Regulacija i integracija obnovljivih izvora energije	Nuklearna sigurnost



Na Kolegiju Zavoda za visoki napon i energetiku odlučeno je da će se Diplomski studij Elektroenergetike prema nastavnom programu FER-3 izvoditi na Engleskom jeziku. Više je razloga za takvu odluku:

- Uslijed Erasmus+ programa Europske unije i ostalih sporazuma o suradnji na diplomski studij nam dolazi sve više stranih studenata što otežava izvođenje nastave i često formiranje dvaju grupa za domaće i strane studente.
- Broj upisanih studenata na studij Elektrotehnike i informacijske tehnologije posljednjih godina je u padu jer se većina studenata odlučuje na studij Računarstva zbog boljih primanja nakon završetka studija.
- Veliki broj domaćih studenata upisuje predmete koji se trenutno predaju na Engleskom jeziku zbog povećanja vlastite konkurentnosti na tržištu rada u Europi.

Veliki korak prema internacionalizaciji studija napravljen je 2018. godine potpisom sporazuma o studentskoj mobilnosti između Sveučilišta u Zagrebu i FER-a s jedne strane te North China Electric Power University iz Pekinga s druge strane. Predmetnim sporazumom FER se obavezao prihvatiti određeni broj kineskih studenata na jednogodišnje usavršavanje, što je rezultirao činjenicom da je u ak. g. 2019/20. devet kineskih studenata došlo na studij Elektroenergetike. To je ubrzalo tranziciju prema izvođenju cjelokupnog studija na Engleskom jeziku, a u ovoj ak. g. na Engleskom jeziku već se izvodi 12 kolegija.

### 3.2 Ostale nastavne aktivnosti na Zavodu

Svi nastavnici Zavoda su uključeni u izvođenje Doktorskog studija na FER-u, na kojem sudjeluju u izvođenju 26 doktorskih kolegija. Osim do sada navedenih studija djelatnici Zavoda su uključeni i u nekoliko specijalističkih poslijediplomskih studija osnovanih na FER-u. Tako je Zavod nositelj specijalističkog studija Željeznički elektrotehnički sustavi (voditelj **Viktor Milardić**) koji se provodi od 2012. godine. Temeljni je razlog za pokretanje studija obrazovanje specijalista koji će unaprijediti razvoj, projektiranje, proizvodnju i održavanje komponenata željezničkih elektrotehničkih sustava primjenom suvremenih metoda i spoznaja, a za što su potrebna interdisciplinarna znanja. Dio djelatnika je uključen u izvedbe druga dva specijalistička studija: Transformatori i Upravljanje projektima.

Veliki broj djelatnika Zavoda aktivno je uključen u izvođenje nastave na dislociranom preddiplomskom studiju Sveučilišta u Zagrebu, Studij energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora u Šibeniku. Na predmetnom studiju uz djelatnike FER-a sudjeluju i djelatnici Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, a studij je osnovan prije pet godina. Svake godine oko 10-ak studenata nakon završetka preddiplomskog studija u Šibeniku nastavljaju diplomski studij na FER-u na profilu Elektroenergetika.

Nekoliko djelatnika sa Zavoda sudjeluje i u izvođenju Vojnih studija u koje je FER značajno uključen, kao i u izvođenju nastave na sveučilišnom studiju Fakulteta strojarstva, računarstva i elektrotehnike u Mostaru s kojim Sveučilište u Zagrebu ima ugovor o suradnji.

## 4. Zaključna razmatranja

Tijekom minulih 85 godina od utemeljenja Zavoda kao sastavnice Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (1934.–1956.), Elektrotehničkog fakulteta (1956.–1995.) i Fakulteta elektrotehnike i računarstva (od 1996. do danas) zbivali su se u njemu i njegovu širokom okruženju veliki događaji, neki i povijesni. Mijenjale su se države, prolazili ratovi, mijenjali su se društveni sustavi, ekonomski i međunarodni odnosi, nastavni planovi i programi, organizacija Sveučilišta i fakulteta. Mijenjale su se lokacije, zgrade, predavaonice i laboratoriji, kabineti i ljudi, a najviše i najbrže promjene bile su u razvoju novih tehnologija u nastavi te stvaranju mogućnosti za znanstvena istraživanja i unapređenja sveukupnog nastavnog rada na fakultetu. Događale su se i mnoge druge manje ili više poznate promjene, koje su obilježile prošlost i utjecale na sadašnjost Zavoda. Zavod kao jedan od najstarijih instituta, u području tehničkih znanosti na Sveučilištu u Zagrebu i FER-u, u svemu je tome sudjelovao na vrlo specifičan način i ostavio mnogo rezultata koji su i danas aktualni.

U članku je prikazan razvoj studija elektroenergetike i matičnog Zavoda od osnutka 1934. do današnjih dana. Intenzivan razvoj Zavoda počinje u 1950. g. Uvode se novi kolegiji u skladu s novim nastavnim planovima. Grade se laboratoriji. Razvija znanstveni i stručni rad. Osim povijesnog razvoja Zavoda, pregleda razvoja kurikula te najistaknutijih djelatnika dane su i smjernice budućeg razvoja Zavoda kroz uvođenje novog nastavnog programa FER-3 te unaprjeđenje praktične nastave sa studentima kroz razvoj suvremenih laboratorija u skladu s kurikulumom usklađenim s Bolonjskom deklaracijom.

### Literatura

- [1] Kuzle, I.: Department of energy and power systems – 80 years of success in science, teaching and cooperation with industry, *Journal of Energy*, Vol. 64 (2015) 1-4, str. 3-28, ISSN 0013-7448
- [2] Stefanini, B.: Pedeset godina Zavoda za visoki napon i energetiku Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu, *Elektrotehnika*, Vol. 28 (1985) 1-2, str. 3-6, ISSN 0013-5844
- [3] Šodan, M.: Studij elektroenergetike i njegov razvoj u Zagrebu, *Elektrotehnika*, Vol. 28 (1985) 1-2, str. 7-10, ISSN 0013-5844

- [4] *Spomenica 1919. – 1969., 50 godina studija elektrotehnike u Hrvatskoj*, Tehnička knjiga, Zagreb, (1969)
- [5] *Spomenica, Tehnički fakulteti 1919.-1994.*, Sveučilište u Zagrebu, ISBN 953-6002-00-0, Zagreb, (1994)
- [6] Ban, D. *90 godina Zavoda za elektrostrojarstvo i automatizaciju, 1925-2015*, FER, ISBN 978-953-184-211-2, Zagreb, (2015)
- [7] Šodan, M.; Filipović, V.; Tešnjak, S.; Marušić, A.; Tomiša, T.; Kuzle, I.; Dizdarević, N.; Erceg, R.; Zelić, R.; Skok, S. & Havelka, J.: Upravljanje, regulacija i zaštita elektroenergetskog sustava, *EGE: energetika, gospodarstvo, ekologija, etika*, **Vol. 7** (1999) 2, str. 91-93, ISSN 1330-0628
- [8] Kuzle, I.; Havelka, J.; Pandžić, H. & Capuder, T.: Hands-On Laboratory Course for Future Power System Experts, *IEEE Transactions on Power Systems*, **Vol. 29** (2014) 4, str. 1963-1971, ISSN 0885-8950
- [9] Kuzle, I.; Jurković, K. & Pandžić, H. Razvoj laboratorija za električna postrojenja, *Zbornik 12. savjetovanja HRO CIGRÉ*, Filipović-Grčić, B. (urednik), str. 1-9 (ref. C6-06), ISSN 1849-5346, Šibenik, Studeni 2015, HRO CIGRÉ, (2015)