

ZNANSTVENO VIJEĆE ZA
NAFTNO-PLINSKO GOSPODARSTVO I ENERGETIKU

i

ZNANSTVENO VIJEĆE ZA TEHNOLOŠKI RAZVOJ

U nastojanju da povećaju razmjenu znanstvenih i tehnoloških informacija, Znanstveno vijeće za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku i Znanstveno vijeće za tehnološki razvoj organiziraju predavanja eminentnih svjetskih i domaćih znanstvenika radi upoznavanja najnovijih dostignuća i trendova razvoja u odgovarajućim područjima i

pozivaju Vas na predavanja

u utorak, 9. travnja 2024. od 10 do 12 sati,
u dvorani Knjižnice HAZU, Zagreb, Strossmayerov trg 14

na temu

**TEHNOLOGIJE POTOPLJENIH HIDRO AGREGATA I NJIHOV DOPRINOS
ZAŠTITI OKOLIŠA**

- **Tehničko tehnološki izazovi rješavanja zaštite okoliša u skladu sa zahtjevima NATURA 2000** / izv. prof. dr. sc. *Stjepan Car, KONČAR – Generatori i motori*
- **Magnetiziranje sastavljenog rotora s permanentnim magnetima i doprinos permanentnih magneta povećanju korisnosti generatora** / dr. sc. *Branko Tomičić, KONČAR – Generatori i motori*
- **Poboljšanje izolacijskog sustava električnih rotacijskih strojeva primjenom nanotehnologije** / prof. dr.sc. *Ante Jukić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije*
- **Optimiranje geometrije generatora s obzirom na korisnost i cijenu** / prof. dr. sc. *Stjepan Stipetić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva*
- **Tehničko rješenje hidro agregata za gradnju elektrana s minimalnim utjecajem na okoliš** / dr. sc. *Ivan Triplat, KONČAR – Generatori i motori*

Predsjednik Znanstvenog vijeća za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku
Akademik Ivan Petrović, v. r.

Predsjednik Znanstvenog vijeća za tehnološki razvoj
Akademik Sven Lončarić, v. r.

Izv. prof. dr.sc. Stjepan Car rođen je 1949. godine u Vrbovcu. Diplomirao je 1972. na Elektrotehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, magistrirao 1975. i doktorirao 1979. na istom fakultetu. Zaposlio se u Elektrotehničkom institutu poduzeća RADE KONČAR gdje je radio na istraživačkim zadacima iz područja asinkronih strojeva. Vodio je razvoj polno preklopivih motora za dizala i servomotora s permanentnim magnetima. Imenovan je 1989. za direktora poduzeća RADE KONČAR – Mali motori, d.o.o. u Ivancu sa zadatkom uvođenja servomotora u proizvodnju, a 1991. imenovan je za člana Uprave KONČAR - Elektroindustrija d.d. gdje je bio zadužen za korporativni razvoj i poslovno područje Industrija i gdje je radio 8 godina. Potom je imenovan za predsjednika Uprave KONČAR - Instituta za elektrotehniku d.d. gdje je radio do odlaska u mirovinu sredinom 2014. Za njegovog mandata Institut je povećao prihod 3,5 puta, te kompletno obnovio objekte i laboratorijsku opremu. Istovremeno je bio voditelj istraživačko razvojnih projekata o razvoju vjetroelektrana i korištenju vodika, a u mirovini i hidro agregata za elektrane s niskim padom vode. Svoje spoznaje prenosio je putem mnogobrojnih znanstvenih i stručnih članaka, referata i pozvanih predavanja o primjeni novih tehnologija, obnovljivih izvora i društveno odgovornog poslovanja. Na Elektrotehničkom fakultetu izabran je 1983. u zvanje docenta, a 2011. u zvanje izvanrednog profesora. Predavao je 8 godina na Višoj tehničkoj školi RADE KONČAR u Zagrebu i po 3 godine na Visokoj elektrotehničkoj školi u Varaždinu i na Tehničkom fakultetu u Rijeci. Na Fakultetu elektrotehnike i računarstva predavao je Menadžment u inženjerstvu u periodu od 2006. do 2017. Koautor je nekoliko патената i autor dviju monografija: *50 godina primijenjenih znanstvenih istraživanja i razvoja na području elektrotehnike* u KONČAR-u i *Ljudi i djela* povodom 100 godina KONČAR-a. Bio je predsjednik Udruge inovatora Hrvatske, predsjednik Zajednice proizvođača brodske opreme i dopredsjednik Zajednice za obnovljive izvore pri HGK, Predsjednik Odbora za suradnju s gospodarstvom i promidžbu u Akademiji tehničkih znanosti Hrvatske, kao i član drugih državnih tijela u znanosti i profesionalnih udruženja. Za svoj rad dobio je niz nagrada od kojih se posebno ističu: Godišnja nagrada SOUR-a RADE KONČAR za doprinos razvoju serije motora za dizala, Odlikovanje Međunarodne federacije inovatora za značajnu potporu za inovacijske aktivnosti i postignuća, Godišnju nagradu *Hrvoje Požar* za stručni i znanstveni doprinos razvitku energetike, Državnu nagradu tehničke kulture *Faust Vrančić* za životno djelo i Odlikovanje Predsjednika RH Redom Danice Hrvatske s likom *Nikole Tesle*.

Tehničko tehnološki izazovi rješavanja zaštite okoliša u skladu sa zahtjevima NATURA 2000

Sažetak: Opisani su zahtjevi za očuvanje okoliša koji proizlaze iz dokumenta EU NATURA 2000 na korištenje riječnih tokova. Dan je osvrt na malu HE Otočac koja je u izgradnji i na projekt gradnje takvih elektrana na Savi. Novi zahtjevi donose nova tehnička rješenja hidro agregata koja zadovoljavaju zahtjeve održivog okoliša, visoku učinkovitost pretvorbe energije uz elektroničko okruženje koje osigurava optimalan rad i trajno nadziranje stanja hidro agregata.

Dr. sc. Branko Tomičić rođen je 1970. godine u Zagrebu. Osnovno i srednje školovanje završio je u Zagrebu 1988. godine. Diplomirao je 1993. na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, smjer Elektrostrojarstvo i automatizacija. Iste godine zaposlio se u KONČAR-u na poslovima razvoja i projektiranja asinkronih i sinkronih strojeva. Magistrirao je 1997. godine,

smjer Elektrostrojarstvo, a doktorirao je 2001. godine. Od 2003. godine je u dopunskom radu na Sveučilištu sjever u Varaždinu na predmetu *Električni strojevi*. Od 2017. godine je u dopunskom radu na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu na predmetu *Upravljanje elektromotornim pogonima*, a od 2022. godine još i na predmetima *Električni strojevi I* i *Električni strojevi II*.

Magnetiziranje sastavljenog rotora s permanentnim magnetima i doprinos permanentnih magneta povećanju korisnosti generatora

Sažetak: Strojevi s permanentnim magnetima danas se nalaze u širokoj primjeni, a izvedbe strojeva razlikuju se po korištenom tipu magneta i prema načinu smještaja magneta na rotoru. Kod rotora s permanentnim magnetima uloženim u utore koji je odabran u KONČAR-u, smjer magnetskog polja kroz magnete je tangencijalan, a polovi usmjeravaju magnetski tok radijalno u zračni raspor. Njihovo magnetiziranje obavlja se pomoću posebno konstruirane naprave u koju se uvlači sastavljeni rotor s nemagnetiziranim magnetima koja ujedno omogućuje zakretanje rotora i njegovo aksijalno pomicanje. Magnetiziranje rotora zasniva se na stvaranju jakih magnetskih polja kroz magnete u tangencijalnom smjeru. Magnetsko polje stvaraju struje kroz svitke uložene u paket naprave uslijed impulsnog napona koji se dobiva iz posebnog izvora. Prodiranje magnetskog polja do magneta otežano je zbog malog raspoloživog presjeka željeza između dva magneta, koje služi za vođenje magnetskog toka, pa je stoga potreban jaki upravljivi energetski izvor. Inovativna naprava za magnetiziranje sastoji od dva osnovna dijela: aktivnog paketa s posebnim namotom i inovativnog kinematskog sklopa za provođenje preciznih prostornih pomaka rotora s magnetima. Tako se postižu: jednoličnost magnetiziranja polova, jednostavnost i brzina provođenja procesa kao i sigurnost pri provođenju procesa koji se provodi u tri koraka. Naprava i sklop omogućuju magnetiziranje različitih duljina paketa rotora kao i primjenu u laboratorijskim i u industrijskim uvjetima.

Prof. dr. sc. Ante Jukić je rođen 1971. godine u Vukovaru. Redoviti je profesor Sveučilišta u Zagrebu Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije (SUZG FKIT) u trajnom zvanju od 2018. Diplomirao je 1997., magistrirao 2001. (prirodne znanosti, kemija; Zavod za elektrokemiju) i doktorirao 2004. (tehničke znanosti, kemijsko inženjerstvo; Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju) na SUZG FKIT. Predaje kolegije iz područja naftno petrokemijskih procesa, vodikove energije i ekonomije, razvoja materijala. Na kraćim znanstvenim usavršavanjima boravi 2003., na *Max Planck Institute for Polymer Research* (Mainz, Njemačka) i 2014. na *Institute of Chemistry - Chinese Academy of Sciences* (Peking, Kina). Voditelj je više znanstvenih i istraživačkih projekata velike vrijednosti u područjima polimerizacijskog inženjerstva, funkcionalnih i nanostrukturiranih polimernih materijala, nanofluida, biogoriva i biomaziva, kao i infrastrukturnih projekata. Voditelj je i suradnik na više od 70 stručnih projekata izravne suradnje s gospodarstvom. Objavio je više od 80 recenziranih znanstvenih radova u časopisima i zbornicima radova (42 CC/SCI; h indeks 16, citiranost 600). Stalni je recenzent više znanstvenih časopisa s velikim utjecajem, a recenzirao je i više od 40 istraživačko-razvojnih projekata. Od 2021. dekan je Sveučilišta u Zagrebu Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije (prethodno prodekan za poslovanje, od 2017.-2021.). Član je izvršnog odbora Znanstvenog vijeća za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku HAZU, predsjednik nadzornog odbora Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa (predsjednik upravnog odbora od 2015.-2020.), član predsjedništva Hrvatskog

društva za goriva i maziva (urednik časopisa Goriva i maziva od 2010. do 2016.). Vodio je i sudjelovao u organizaciji više međunarodnih i domaćih skupova. Nagrađen je s nekoliko nagrada za znanstveni rad i s više zlatnih i posebnih međunarodnih nagrada za inovacije. Stručni je ocjenitelj pri Hrvatskoj akreditacijskoj agenciji u području krovnih normi za inspekcijska tijela i ispitne laboratorije.

Poboljšanje izolacijskog sustava električnih rotacijskih strojeva primjenom nanotehnologije

Sažetak: Izolacijski sustav električnih rotacijskih strojeva ima najveći utjecaj na životni vijek strojeva. Istraživanja ukazuju da se primjenom nanotehnologije može značajno pridonijeti poboljšanju toplinske vodljivosti bez smanjenja električne otpornosti i naponske čvrstoće. Stoga su u impregnacijsku smolu dodane toplinski vodljive anorganske i organske nanočestice koje su ujedno i dobri električni izolatori, do udjela od 6 mas. %. Disperzijama nanočestica u smoli određena su glavna fizikalno kemijska svojstva u ovisnosti o vrsti i koncentraciji nanočestica, osobito viskoznost te utjecaj na kinetiku i entalpiju kemijskog procesa umrežavanja smole. Osigurani su homogenost i stabilnost nanodisperzije nužni za industrijsku primjenu. Umreženi nanostrukturirani polimerni materijali pokazali su povećanje toplinske vodljivosti do 14 %, uz zadržavanje izvrsnih električnih izolacijskih svojstava iskazanih volumnom otpornošću i probojnim naponom. Laboratorijski postupci pripreme i primjene nanostrukturirane izolacijske smole su iz laboratorijskog uvećani na industrijske mjerilo, primijenjeni su i potvrđeni na proizvedenom generatoru.

Prof. dr. sc. Stjepan Stipetić rođen je 1985. godine u Ogulinu gdje je završio osnovnu školu, osnovnu glazbenu školu i gimnaziju. Diplomirao je 2008., a doktorirao 2014. na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. U 2015. i 2016. radio je kao poslije doktorski istraživač na Marie Curie ITN projektu ADEPT u Francuskoj (Grenoble). 2016. je izabran u znanstveno-nastavno zvanje docenta, 2019. godine u znanstveno-nastavno zvanje izvanrednog profesora, a 2022. godine u znanstveno-nastavno zvanje redovitog profesora. Od 2022. godine obnaša dužnost predstojnika Zavoda za elektrostrojarstvo i automatizaciju FER-a. Prof. dr. sc. Stjepan Stipetić objavio je 15 znanstvenih radova A kategorije po WoS bazi te više od 30 radova u ostalim časopisima, zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom i na stručnim skupovima. Njegovi glavni znanstveni i stručni interesi su projektiranje i proračuni strojeva s permanentnim magnetima, reluktantnih strojeva i sinkronih generatora te optimizacijski proračuni i njihova primjena u projektiranju. U svojstvu voditelja i suradnika sudjelovao je u brojnim međunarodnim i domaćim javno financiranim znanstvenim projektima te razvojno-istraživačkim stručnim projektima u suradnji s hrvatskim i inozemnim gospodarstvom.

Optimiranje geometrije generatora s obzirom na korisnost i cijenu

Sažetak: Primjena matematičkih metoda optimiranja u modernim postupcima projektiranja električnih strojeva postala je nezaobilazna. Razvoj topologija električnih strojeva i primjenjivih materijala dosegao je svojevrzni vrhunac ili zastoj, stoga jedino tehnike optimiranja mogu otići korak dalje od klasičnih inženjerskih znanja. U posljednjim godinama, zbog porasta računalnih zahtjeva elektromagnetskih i posebice svezanih modela, optimiranje temeljeno na matematičkim meta modelima nudi znatno kraće ukupno trajanje uz minimalno

odricanje od točnosti. U ovom predavanju bit će predstavljeno tehno-ekonomsko optimiranje provedeno za različite kombinacije utora i polova sinkronih generatora s feritnim magnetima i tzv. „spoke“ topologijom rotora. Optimizacijski postupak je proveden i implementiran u računalnim programima Ansys OptiSlang i Ansys Motor-CAD upravljanim korištenjem MATLAB skripti. Novost u pristupu je provjera otpornosti magneta na demagnetizaciju tijekom postupka optimiranja na temelju provjere iznosa jakosti magnetskog polja na tri zamišljene linije unutar magneta. Optimirane su tri kombinacije utora i polova, 135 utora / 30 polova, 144 utora / 24 pola i 144 utora / 30 polova, koje su uspoređene s obzirom na cijenu aktivnog materijala generatora i korisnosti, uzevši u obzir ograničenja postavljena na postupak optimiranja.

Dr. sc. Ivan Triplat rođen je 1985. godine u Zagrebu. Završio Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, smjer Strojstvo, usmjerenje Inženjersko modeliranje i računalne simulacije. Preddiplomski studij završava 2008. godine, s temom preddiplomskog rada *Analiza čvrstoće i vlastitih frekvencija ventilatorske lopatice*, 2009. godine završava diplomski studij, s temom diplomskog rada *Analiza uzroka loma ventilatorske lopatice*. Uz rad upisao postdiplomski studij smjer Teorija konstrukcija, te 2021. godine završava postdiplomski studij s temom *Model razvoja električnoga generatora velike snage*. Od zaposlenja do ljeta 2018. godine radi u tvrtki Končar - Generatori i motori d.o.o. na mjestu konstruktora, tj. na mehaničkim proračunima generatora i motora. Od 2018. do 2023. godine, radi kao voditelj kompaktnih generatora. U 2023. godini postaje voditelj odjela Konstrukcije malih strojeva. Pridruženi je član HRO CIGRÉ-a, član grupe CroFToMM-a, te član Hrvatskog društva za elemente strojeva i konstruiranje (HDESK).

Tehničko rješenje hidro agregata za gradnju elektrana s minimalnim utjecajem na okoliš

Sažetak: U novije vrijeme, naglasak se stavlja na izgradnju malih hidroelektrana s niskim padom vode i s minimalnim utjecajem na okoliš. Pod minimalni utjecaj na okoliš smatra se da dijelovi nakon završetka životnog vijeka generatora moraju biti razgradivi, ne zahtijevaju veliku strojarnicu, da ne utječu na kvalitetu vode, te da minimalno utječu na promjenu okoliša. Za navedene zahtjeve odabran je sinkroni generator s feritnim permanentnim magnetima. Odabrano rješenje je s potpuno potopljenim agregatom visokog stupnja korisnosti. Osnovna ideja ovog rješenja bila je izrada modularnog sustava, koji će omogućiti jednostavnu zamjenu generatora (zajedno s turbinom), kako bi u slučaju iznenadnog kvara, vrijeme zastoja moglo svesti na minimum. Zahvaljujući priključku na mrežu preko frekvencijskog pretvarača, generator ima promjenjivu brzinu vrtnje što omogućava efikasnije iskorištenje vodnog potencijala vodotoka. Agregat je moguće pratiti naprednim monitoring sustavom, što omogućuje prediktivno i preventivno održavanje, kako bi se trošak popravka i vrijeme zastoja sveli na minimum.