

## USPEŠNA ORGANIZACIJA 94. DELAVNICE IUVSTA O ZANESLJIVOSTI SENZORJEV ZA MERJENJE RADIKALOV IN KONTROLI KONCENTRACIJE RADIKALOV V REAKTIVNIH PLAZMAH V KRANJSKI GORI

Naše društvo je organiziralo 94. tematsko delavnico IUVSTA o zanesljivosti senzorjev za merjenje radikalov in kontroli koncentracije radikalov v reaktivnih plazmah (*94<sup>th</sup> IUVSTA Workshop on reliable sensing and control of reactive plasmas, 29<sup>th</sup> May to 2<sup>nd</sup> June 2022, Kranjska Gora, Slovenia*).

Mednarodna zveza nacionalnih vakuumskih društev IUVSTA spodbuja organizacijo specializiranih znanstvenih posvetov. Posveti so namenjeni promociji zveze med strokovnjaki, ki sodijo med vodilne na znanstvenih področjih, katere pokriva IUVSTA. Med najbolj aktivnimi je področje plazemskih znanosti. Organizator tematske delavnice je nacionalno društvo, ki na posvet povabi izbrane strokovnjake s celega sveta. Zveza priporoča, da je delavnica v odročnih krajih, kar omogoči optimalno mreženje med udeleženci. Povabljeni strokovnjaki predstavijo novejša znanstvena odkritja in trende raziskav v znanstveni niši. Udeleženci kritično razpravljajo o predstavljenih temah, skušajo izluščiti ključne dosežke in evidentirati potrebe po nadaljnjih raziskavah. Razprave so lahko formalne (na primer v obliki okroglih miz) ali pa neformalne (med odmori ali v času ekskurzij). Večji del razpoložljivega časa se nameni razpravam, tako da predstavitve vabljenih predavateljev trajajo v povprečju le tri do štiri ure dnevno. Mreženje se nadaljuje tudi ob večerih, pogosto ob predstavljenih plakatih. O sklepih s takšnih posvetov ustno poroča organizator na naslednji seji izvršnega odbora mednarodne zveze, ne objavi pa podrobnosti razprav oziroma sklepov, saj gre za odkrito in pogosto zelo kritično razpravo.

Družba se sooča s četrto industrijsko revolucijo, ki jo pogosto imenujemo industrija 4.0. Nanaša se na koncept tovarn, v katerih so stroji nadgrajeni z brezžično povezalnostjo in senzorji, v širšem smislu pa tudi na razvoj proizvodnih procesov, ki so združljivi z glavnim konceptom. Trenutne plazemske tehnologije večinoma ne izpolnjujejo standardov industrije 4.0 zaradi pomanjkanja zanesljivih senzorjev za spremljanje parametrov plazme in stanja površine obdelovancev v realnem času. Plazemski znanstveniki se soočajo z izjemnim izzivom: razvojem zanesljivih in poceni senzorjev, ki naj bi jih bilo mogoče vključiti v pametne proizvodne linije.

Motivacija za organizacijo 94. tematske delavnice IUVSTA o zanesljivosti senzorjev za merjenje radikalov in kontroli koncentracije radikalov v reaktivnih plazmah je pomanjkanje kontrole procesnih parametrov. S tem so povezane težave pri razumevanju površinskih pojavov, ki so posledica interakcije z

delci, značilnimi za reaktivne plazme. Gre predvsem za molekularne radikale vključno z nevtralnimi atomi reaktivnih plinov.

Na posvetu so se zbrali mnogi vodilni znanstveniki na področju plazemskih senzorjev, ki so razpravljali o nedavnih dosežkih v tehnologiji reaktivnih plazem in pomanjkljivosti trenutno uporabljenih senzorjev. V naslednjem desetletju bo treba razviti inovativne senzorje, ki bodo omogočili spremljanje in posledično tudi krmiljenje plazemskih parametrov med obdelavo materialov. Glavna zahteva je zanesljivost senzorjev. Natančnost ni ključna, dokler je v proizvodnem procesu sprejemljiv širok razpon parametrov obdelave, ki omogočajo vzbujanje plazme s širokim razponom koncentracije molekularnih radikalov. Odziv senzorjev mora biti predvidljiv in zato primeren za integracijo v digitalne dvojčke.

Srečanje je potekalo v hotelu Best Western v Kranjski Gori. Hotel razpolaga z vsem, kar je potrebno za uspešno izvedbo takšnega posveta, prijazno osebje pa je pomagalo organizatorjem iz vrst našega društva. Predsednik organizacijskega odbora in glavni organizator tematske delavnice je bil član izvršnega odbora DVTS doc. dr. Gregor Primc. Udeleženci tematske delavnice so se zbrali v nedeljo, 29. maja 2022. Uradni program se je začel z registracijo in dobrodošlico v nedeljo zvečer. V naslednjih štirih dneh (od ponedeljka do četrтка) so povabljeni znanstveniki predstavili novejše dosežke.

Vodene razprave so potekale v obliki okroglih miz z naslednjimi temami:

- inovativni plazemski senzorji
- vzbujanje plazme pri velikih močeh in v tlačnem območju do atmosferskega tlaka
- plazemske tehnologije v industriji 4.0

Spletna stran 94. tematske delavnice IUVSTA je dosegljiva na spletni strani: <https://www.plasma-dis.com/wp/94th-iuvsta-workshop/>.

Vabljeni govorci smo izbrali med priznanimi raziskovalci s področja karakterizacije in uporabe reaktivne plinske plazme. Povabljeni so bili strokovnjaki s celega sveta, vendar se povabljeni iz azijskih držav zaradi omejitev potovanja, ki so posledica virusnih ukrepov, žal niso mogli udeležiti srečanja. Predavatelji so prišli iz Avstrije, Češke, Hrvaške, Irske, Francije, Madžarske, Nemčije, Srbije, Slovenije in ZDA.

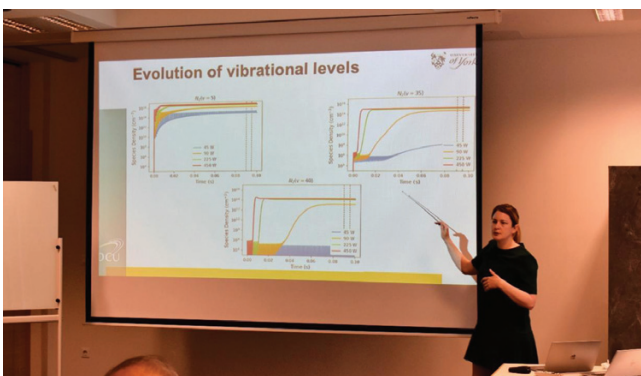
Doc. dr. Gregor Primc in prof. dr. Miran Mozetič



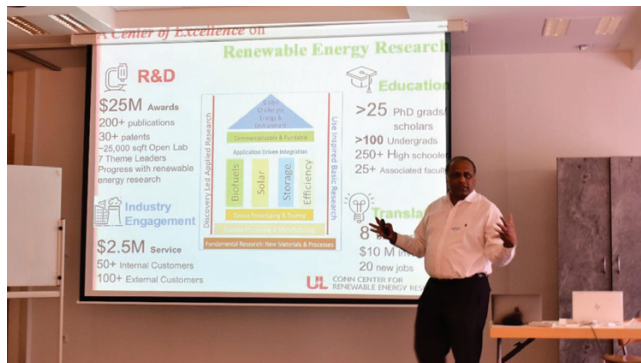
**Slika 1:** Predsedujoči tematske delavnice je bil dolgoletni član našega društva in podpredsednik DVTS Miran Mozetič.



**Slika 2:** Thierry Belmonte je predstavil izzive, s katerimi se soočajo raziskovalci, ki se ukvarjajo z meritvami plazemskih parametrov v plazmah, vzbujenih v tekočih medijih.



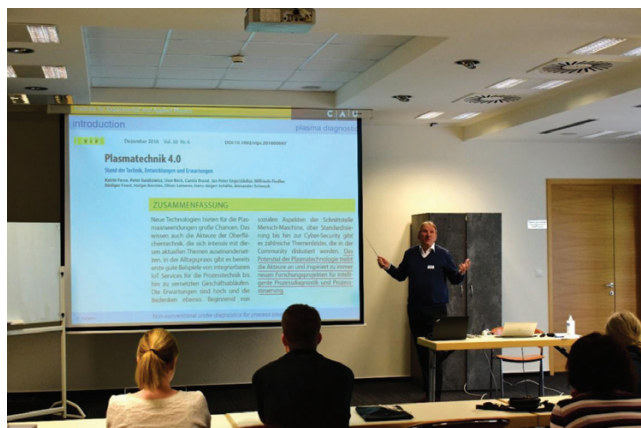
**Slika 3:** Deborah O'Connell je predstavila vlogo vibracijsko vzbujenih molekul dušika v plazmah, ki so zanimive za fiksacijo dušika, torej tvorbo kemijsko reaktivnih molekul iz N<sub>2</sub> v pogojih neravnovesne plinske plazme.



**Slika 4:** Mahendra Sunkara je izpostavil pomen kontrole plazemskih procesov v sodobnih tehnologijah, ki so povezane z raziskavami na področju obnovljivih energijskih virov.



**Slika 5:** Marija Gorjanc je razpravljala o interakciji plazemskih radikalov s tekstilijami, posebej o modifikaciji tekstila s plazemskimi radikali, ki vodijo k izboljšani absorpciji ultravijoličnega sevanja.



**Slika 6:** Holger Kersten je predstavil inovativne senzorje za sprotno in lokalizirano merjenje gostote toka delcev in gostote energijskega toka, ki je posledica interakcije plazemskih delcev z obdelovanci.



**Slika 7:** Nevena Puač je predavala o uporabi neravnovesne plinske plazme v kmetijstvu in poudarila nekonsistentnost objavljenih rezultatov stimulacije rasti kulturnih rastlin zaradi plazemske obdelave.



**Slika 9:** Kinga Kutasi je razpravljala o zanesljivosti senzorjev v plazmi, ki jo vzbuja v mešanici različnih reaktivnih plinov.



**Slika 8:** Viktor Schneider je predstavil inovativno tehniko za merjenje električnega polja v mejni plasti med plazmo in obdelovancem. Tehnika temelji na levitaciji drobnih delcev, kar omogočajo sodobne optične pincete.



**Slika 10:** Timo Gans je predstavil zadnje dosežke na področju merjenja nevtralnih kisikovih radikalov in kritično razpravljal o aktinometriji kot alternativni laserske dvo-fotonske absorpcije.