

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE
ak. god. 2020./2021.

FIRST CONFERENCE OF EUROPEAN CLEAN ENERGY TRANSITION

Prijava za Rektorovu nagradu u akademskoj godini 2020./2021.

Zagreb, lipanj 2021.

Naziv projekta: First Conference of European Clean Energy Transition

Sastavnica Sveučilišta u Zagrebu: Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

Datum održavanja projekta: 27. veljače 2021.

Studenti uključeni u projekt: Danijela Ivandić, Mislav Matić, Tina Zubović, Iva Žuvić, Daniela Vasiljević, Dubravka Tavra, Hrvoje Tašner, Katarina Sokač, Leonarda Vugrin, Lucija Terihaj, Matija Krvavica, Nikolina Zekić, Nora Čobanov, Samanta Tomičić, Dora Ljubičić, Adriana Tičić, Petra Plavičić, Barbara Arambašić, Marijana Marcelja, Laura Milek, Martina Batur, Magdalena Vujašinović

Mentor: prof. dr. sc. Tomislav Bolanča

Sažetak

Dana 27. veljače 2021. godine održana je „First Conference of European Clean Energy Transition“. Zbog svog međunarodnog karaktera konferencija se održavala na engleskom jeziku i to online putem uz pomoć platforme Zoom. Prisustvovalo je 295 sudionika iz četrnaest zemalja, a predavanja su održali vodeći stručnjaci za tehnologije vodika i vodikovu energiju u Europi. Na konferenciji je sudjelovalo deset izlagača koji su obrazložili i diskutirali o raznim problematikama i izazovima koji su vezani uz vodikovu energiju i tehnologiju. Također, izložili su i rezultate svojeg dosadašnjeg stručnog i znanstvenog rada na ovome području. Sama konferencija inspirirana je zelenim planom kojega Europska unija nastoji provesti, a kojim se želi ostvariti klimatska neutralnost do 2050. godine. Misao vodilja bila je osvrnuti se na trenutačno jedan od najopsežnijih i najvažnijih problema s kojima se suočava čovječanstvo, a to su klimatske promjene te kako ih se najučinkovitije može spriječiti ili barem usporiti upotrebom obnovljivih i ekološki prihvatljivih izvora energije, a poseban je naglasak stavljen na vodik i vodikovu energiju. Zaključeno je kako je za saniranje i sprječavanje posljedica klimatskih promjena nužno razvijanje i implementiranje efikasnih strategija koje uključuju pravilno gospodarenje resursima, razvijanje novih tehnologija na bazi vodika i njegove energije te izgradnja pametne infrastrukture. Razmotren je i potencijalan razvoj hrvatskog gospodarstva u skladu sa zelenim planom te ostvarivanje konkurentnosti na tržištu, a preispitan je i potencijal Republike Hrvatske u smislu proizvodnje i primjene vodika kao energenta.

Ključne riječi: vodik, vodikova energija, klimatske promjene, obnovljivi izvori energije, energetska tranzicija

Abstract

The First Conference of European Clean Energy Transition was held on 27 of February 2021. The conference was international therefore all of the lectures were held in english. Zoom platform was used to hoast the conference. There were 295 participants from fourteen different countries. Ten experts from the field of hydrogen energy and technology held lectures. They presented their work and discussed various issues and challenges related to hydrogen technology. The inspiration to make this conference came from European Unions green plan which has a goal for Europe to become enviornmentally neutral by 2050. The guiding thought was to look at one of the most comprehensive and important problems facing humanity at the moment, namely climate change and how it can be most effectively stopped or at least mitigated using renewable energy sources. Special emphasis was on hydrogen energy. At the conference, it was concluded that in order to lessen the effects of climate change it is necessary to develop and implement efficient strategies that include proper resource management, development of new technologies based on hydrogen and its energy and construction of smart infrastructure. The potential development of Croatian economy and industrial capacity in line with the green plan was discussed. Furthermore, the potential for production and application of hydrogen as an enegy source in Croatia was considered in order to achieve competeveness on global market.

Key words: hydrogen, hydrogen energy, climate change, renewable energy sources, energy transition

Sadržaj

1. Općenite informacije vezane uz konferenciju.....	1
2. Cilj i svrha provođenja projekta.....	1
3. Motivacija za održavanje konferencije	2
4. Sadržaj konferencije	3

1. Općenite informacije vezane uz konferenciju

First Conference of European Clean Energy Transition projekt je studenata Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, koji su ujedno i članovi Studentske sekcije Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa. Konferencija je održana dana 27. veljače 2021. godine i to *online* putem preko platforme Zoom. Konferencija je međunarodnog karaktera te se sukladno tome održavala u potpunosti na engleskom jeziku. Ukupno je prisustvovalo 295 sudionika i to iz 14 zemalja koje su: Japan, Nizozemska, Indija, Izrael, Hrvatska, Danska, Belgija, Slovenija, Njemačka, Bosna i Hercegovina, Italija, Srbija, Češka te Ujedinjeno Kraljevstvo. Na konferenciji su predavanja održali vodeći stručnjaci za tehnologije na bazi vodika i vodikove energije.

2. Cilj i svrha provođenja projekta

Cilj ovog projekta bio je prvenstveno aktivacija studenata u svrhu razvoja gospodarstva Republike Hrvatske u skladu s Europskom unijom tj. zelenim planom. Kako bi dane informacije bile što točnije i aktualnije ostvarena je suradnja s vodećim stručnjacima za tehnologije na bazi vodika i vodikove energije. Osim razvoja gospodarstva Republike Hrvatske u skladu s najnovijim standardima opisanima u zelenom planu tj. o transferu gospodarstva prema zelenim tehnologijama, bitno je bilo informirati sudionike o ekološkoj važnosti prelaska na tehnologije koje koriste vodik, izgradnji odgovarajuće infrastrukture te razjasniti kakav bi utjecaj prelazak na vodikovu energiju mogao imati na globalnu politiku. Također od velike važnosti je i uputiti mlade znanstvenike o najnovijim tehnologijama vodika, mogućnostima njegove proizvodnje i katalize same reakcije u svrhu povećanja učinkovitosti i isplativosti proizvodnje, o novo razvijenoj metodi proizvodnje vodika uz pomoć sunčeve energije gdje se uz pomoć jednog obnovljivog izvora energije dobiva drugi ekološki prihvatljiv izvor energije, o trenutnoj proizvodnji vodika u Hrvatskoj te o planovima vezanima za povećavanje tj. širenje iste u skoroj budućnosti, o potrebama tržišta, poboljšanju raznolikosti obnovljivih izvora energije te o njihovoj mogućoj integraciji, načinima pohranjivanja obnovljivih izvora energije, mogućnosti izgradnje međusektorske energetske zajednice, upoznavanje s EU fondovima i načinima povlačenja sredstava iz istih u svrhu provođenja projekata koji su u skladu sa zelenim planom te o implementaciji vodikove energije kao goriva u kopnenom prometu tj. transportnom sustavu Europe. Osim pozitivnih i ohrabrujućih činjenica vezanih uz vodik te njegovu primjenu kao energenta trebalo je i osvijestiti određene nedostatke, probleme i izazove koje je potrebno pomno razmotriti i naglasiti nužnost što bržeg rješavanja istih. Zaključno svrha konferencije bila je potaknuti sudionike na razmišljanje o novim i kreativnim načinima proizvodnje i implementacije obnovljivih izvora energije ponajviše vodikove te njihov spoj s najsuvremenijom tehnologijom, otvoriti pitanje kako to može pozitivno utjecati na razvoj

Hrvatskog gospodarstva i konkurentnosti na tržištu, dotaknuti se moralnih pitanja vezanih uz očuvanje okoliša i okretanje prema održivim izvorima kako bi i sam održiv razvoj bio što prije uspostavljen i moguć tj. usmjeriti misli i energiju u rješavanje bitnih aktualnih globalnih problema.

3. Motivacija za održavanje konferencije

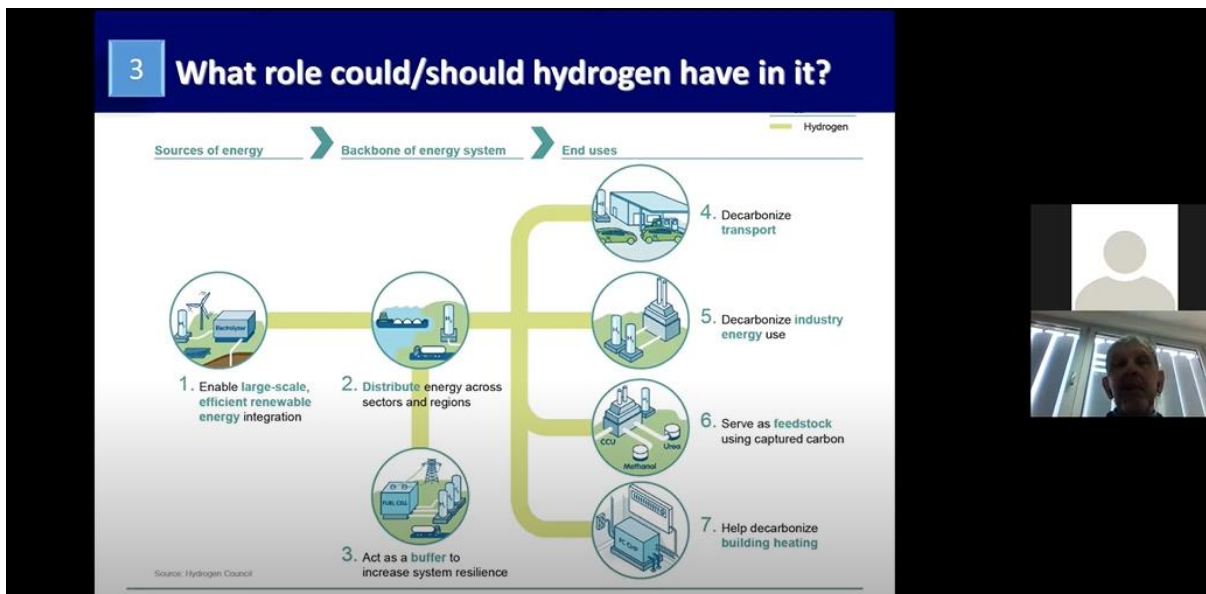
Klimatske promjene predstavljaju jedan od najvećih i najopsežnijih problema suvremenog čovječanstva. Za saniranje i sprječavanje posljedica klimatskih promjena nužno je razvijati i implementirati efikasne strategije koje uključuju gospodarenje resursima, gospodarenje otpadom, energetske politiku kao i znanstvena istraživanja i razvoj. Europska unija (EU) predstavila je sveobuhvatan plan i program koji se bavi navedenim te nosi prigodni naziv Zeleni plan. Krajnji cilj je ostvarenje klimatske neutralnosti na području Europske Unije do 2050. godine. Uz to nastoji se zaštititi, očuvati i povećati prirodni kapital EU-a te zaštititi zdravlje i dobrobit građana od rizika povezanih s onečišćenjem okoliša. Smanjenje emisija predstavlja veliki izazov te zahtjeva velika javna ulaganja i preusmjerenje privatnog kapitala na djelovanje u području klime i okoliša. Također ovisnost o neodrživim načinima rada i proizvodnje mora se izbjeći. Daljnja dekarbonizacija energetske sustava ključna je za postizanje ciljeva zelene politike. Proizvodnja i upotreba energije u gospodarskim sektorima izvor su velikog djela emisija stakleničkih plinova te je potrebno razviti energetske sektor koji se temelji na obnovljivim izvorima. Uz navedeno mora se ukloniti rizik od energetske siromaštva. Pametna infrastruktura nužna je za prelazak na klimatsku neutralnost, stoga se moraju poticati inovativne tehnologije i infrastrukture poput pametnih mreža, vodikovih mreža te tehnologija hvatanja i skladištenja ugljika. Jedna od najvećih posljedica razvoja ovih tehnologija jest dostupnost čiste energije po cijeni pristupačnoj za potrošača. Godišnja globalna ekstrakcija materijala kontinuirano raste te predstavlja veliki rizik jer upravo ekstrakcija resursa i prerade u materijale, goriva i hranu uzrokuje približno polovinu ukupne emisije stakleničkih plinova, gubitka bioraznolikosti i nestašica vode. Na globalnim tržištima postoji znatan potencijal za održive tehnologije s niskom razinom emisija, ali njihova zastupljenost se povećava nedovoljno brzo. Globalnoj industriji, kao i industriji Europske Unije potrebni su stručnjaci koji će predvoditi razvoj u području klime, resursa i energije te implementaciju novih naprednih tehnologija u ključnim industrijskim sektorima, ali i svakodnevnom ljudskom životu. Prioritetna područja uključuju čisti vodik i gorivne članke i alternativna goriva te tehnologije hvatanja i skladištenja ugljika. Posebna pozornost usmjerena je na tehnologije vodika i vodikovu energiju. Za ostvarivanje zelenog plana moraju se osigurati znatna ulaganja koja će godišnje iznositi 260 milijardi EUR od čega će se oko 30% izdvojiti za sredstva za borbu protiv klimatskih promjena. Kako javni resursi neće biti dostatni za ostvarivanje željenog cilja, svaka članica trebat će izdvojiti i vlastita sredstva. Sama financijska sredstva nisu jedini izazov, već je i

cilj potaknuti širu javnost na sudjelovanje u podizanju svijesti o važnosti energetske i klimatske tranzicije.

4. Sadržaj konferencije

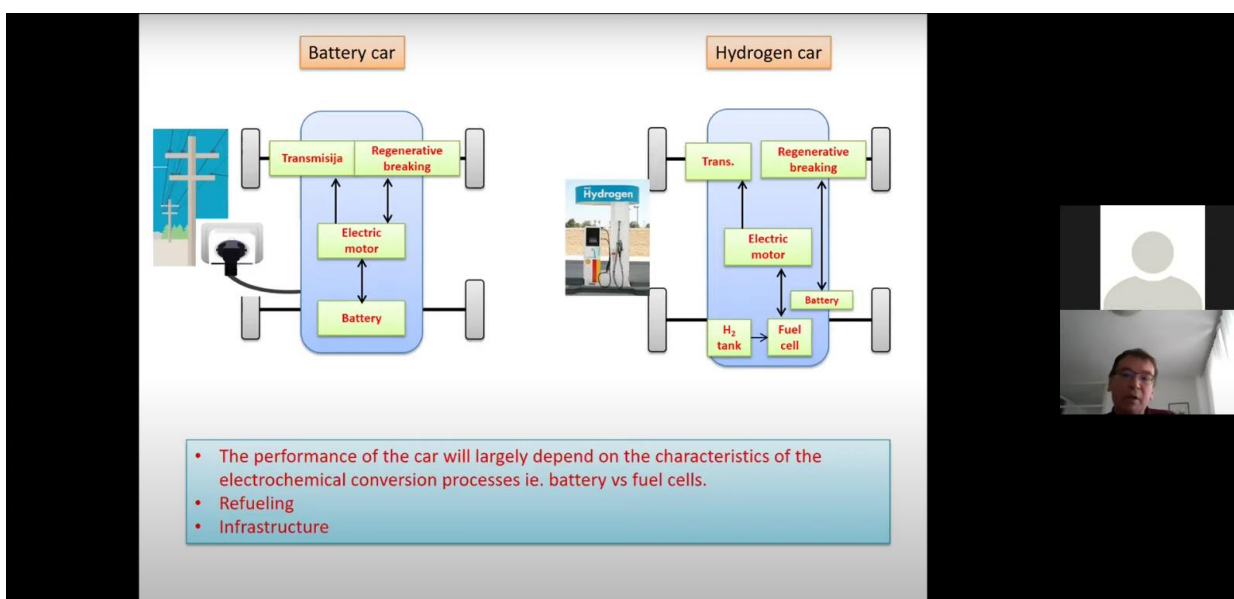
Na konferenciji je sudjelovalo ukupno 10 izlagača koji su obrazložili i diskutirali o raznim problematikama vezanih uz vodikovu energiju i tehnologiju. Također, izložili su i rezultate svojeg dosadašnjeg stručnog i znanstvenog rada na ovome području. U ovome dijelu sažeto su izdvojene ključne točke njihovih izlaganja.

Dr. sc. Frano Barbir, predsjednik Hrvatske udruge za vodik i *professor emeritus* na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, održao je predavanje pod naslovom *Frequent Misconceptions About Hydrogen's Role in New Energy Order* o čestim zabudama vezanim uz ulogu vodika u novom energetske poretka. Taj poredak podrazumijeva smanjenje otpuštanja ugljikovog dioksida u atmosferu, a temelji se na korištenju obnovljivih izvora energije, kao što su primjerice solarna energija i energija vjetra. Uloga vodika u tom novom energetske poretka temelji se na omogućavanju velike i učinkovite integracije obnovljivih izvora energije, raspodjeli energije po sektorima i regijama, zaštitnom djelovanju za povećanje otpornosti sustava, kao i na dekarbonizaciji prometa, upotrebe energije u industriji i grijanja zgrada. Najčešće zablude navedene u predavanju podrazumijevanju neshvaćanje povezanosti vodika i izvora energije – potrebni su izvori energije kako bi se vodik proizveo, vjerovanje da će se vodik i u budućnosti uglavnom proizvoditi iz fosilnih goriva i u nepostojanje vodikove infrastrukture te smatranje kako ne postoji budućnost za električna vozila s vodikovim gorivnim ćelijama. Nadalje, ovdje spadaju i zablude o vodiku kao izuzetno opasnom elementu, ogromnim količinama vode proizvedenim prilikom njegove upotrebe, većim u usporedbi s proizvedenom vodom prilikom upotrebe fosilnih goriva, i o potpunoj neučinkovitosti proizvodnje vodika i naknadnog pretvaranja u električnu energiju. Pojašnjena je razlika između sivog vodika (dobiven iz prirodnog plina uz otpuštanje ugljikovog dioksida u atmosferu), plavog vodika (dobiven iz prirodnog plina uz podzemno skladištenje oslobođenog ugljikovog dioksida) i zelenog vodika (dobiven iz obnovljivih izvora energije) čijem bi načinu proizvodnje trebalo težiti u budućnosti. Također, velika važnost pridana je vodiku kao jedinom mediju za pohranu velikih količina energije u dužem vremenskom periodu. Usporedbom vodika i fosilnih goriva utvrđeno je da je energija goriva oslobođena prilikom curenja manja u slučaju upotrebe vodika, veća je difuzivnost i uzgon, niža je granica zapaljivosti u zraku kao i količina eksplozivne energije po uskladištenoj energiji, emisija plamena, toksičnost dima plamena i goriva. Sve navedene činjenice dovele su do zaključka kako vodik ima izuzetno važnu ulogu u novom energetske poretka



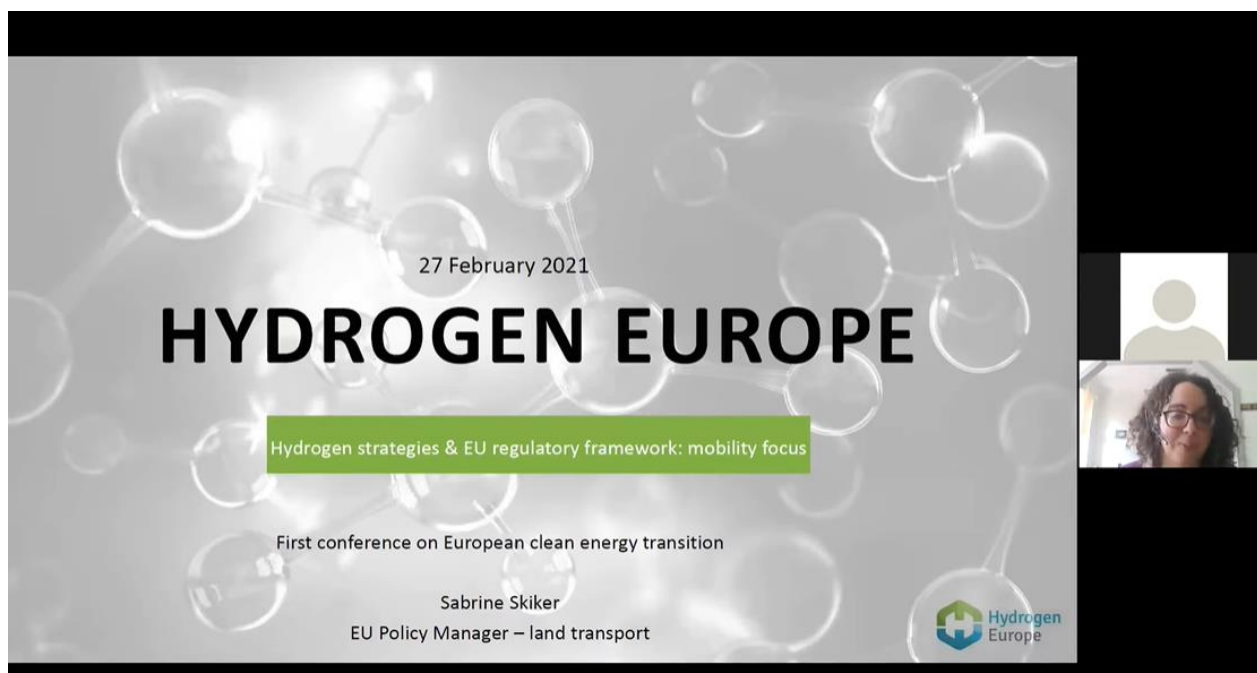
Slika 1. Isječak s predavanja prof. dr. sc. Frane Barbira.

Dr. sc. Zoran Mandić, redoviti profesor na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, održao je predavanje pod nazivom *Battery and hydrogen powered electric vehicles: challenges and opportunities*. U svojem predavanju, dr. Mandić objasnio je nekoliko prednosti uporabe električnih vozila umjesto vozila s motorom s unutrašnjim izgaranjem. Također, osvrnuo se na nedoumicu u terminologiji koja se često provlači u mnogim medijima – vozila koja kao gorivo koriste vodik su također električna vozila kao i vozila koja koriste baterije. Budućnost električnih automobila ovisit će o razvoju elektrodnih materijala, dostupnosti vodika kao i nužnoj prometnoj infrastrukturi koju je potrebno izgraditi. Uz navedeno, potrebno je razviti i nove generacije galvanskih i gorivnih članaka koje mogu dati dovoljno energije za primjenu u vozilima.



Slika 2. Isječak s predavanja prof. dr. sc. Zorana Mandića.

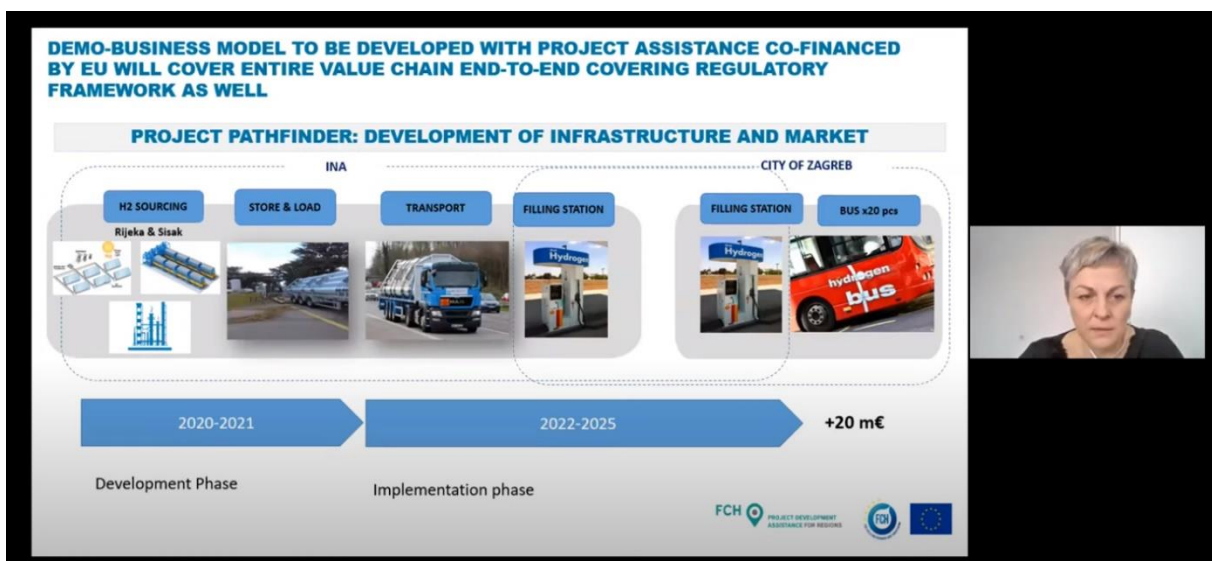
Sabrine Skiker, članica i voditeljica novih strategija zajednice „Hydrogen Europe“ održala je predavanje na temu vodika u prometu kao segmenta sektora kopnenog prometa i zakonskih prepreka u primjeni vodika u prometu općenito. U početku se osvrnula na ciljeve strategije spomenute zajednice, ali i Europske unije. Pri tome je naglasak stavila na smanjenje korištenja fosilnih goriva, a time i na smanjenje ovisnosti o istim te poticanje primjene električnih vozila. Cilj je integrirati nove tehnologije u transportnom sustavu Europe. Zatim je objasnila nacionalne strategije vodikove energije u Kanadi, Čileu, Južnoj Koreji, a isto tako i Europskoj Uniji. Posebice se osvrnula na stanje u Njemačkoj, Španjolskoj, Francuskoj, Austriji i Italiji. Hrvatsku je predstavila kao važnu članicu koja se evidentno trudi raditi na implementaciji vodikove energije u sustav javnog transporta. Predavanje je nastavila objašnjenjem izazova s kojima se susreće ova tehnologija poput premalo punionica i nedostatak vozila na tržištu. Isto tako je spomenut i problem skladištenja vodika. No, osvrnula se i na određene tehnološke zahtjeve koje ova tehnologija izvrsno ispunjava. Među njima se i grafički prikazao broj prijeđenih kilometara raznih vozila (automobila, autobusa, vlakova) pogonjenih na vodik koji je ukazao na visoku učinkovitost ove tehnologije. Navela je i kratkoročne te dugoročne ciljeve EU vezane uz vodik. Za kraj je zaključila kako je energetska transformacija u Europi, ali i svijetu nužna te je to jedan od preduvjeta održivog razvoja kojeg Europska unija promovira. Svakako je potrebno raditi na poticanju razvoja vozila na vodik, infrastrukture te korištenju čistog vodika.



Slika 3. Isječak s predavanja Sabrine Skiker.

Vesna Kučan Polak, glavni stručnjak za pročišćavanje i istraživanje u INA Grupi te voditeljica Projekta vodik, održala je predavanje na temu vodikovog potencijala odnosno osvrnula se na sam Projekt vodik. Objasnila je kako je primarna ideja unaprijediti vodikovu energiju kao zamjenu za pogonska goriva u Hrvatskoj. Trenutno se u rafineriji nafte u Rijeci proizvodi vodik, a otvara se i nova proizvodnja zelenog

vodika. INA na tržištu nudi vodik razumne cijene što za posljedicu ima dugoročni razvoj gospodarstva vodika. Za Hrvatsku to znači dekarbonizacija prometa, smanjenje emisije stakleničkih plinova te generalno korištenje zelene i nisko ugljične energije koristeći EU fondove. Sam Projekt vodik se sastoji od svojevrсна dva dijela, jedan koji se odnosi na proizvodnju i drugi na tržište. Što se tiče proizvodnje, u rafineriji nafte u Rijeci se odvija tehnologija obrade parom metana kojom se dobiva najveća količina vodika u Hrvatskoj te je to trenutno tehnologija s najnižim troškovima proizvodnje koja kao takva može imati najnižu cijenu vodikove energije na tržištu. Osim toga INA može koristiti i CCS tehnologiju s kojom je moguće smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 90 % čime se sivi vodik prevodi u plavi vodik. Takva tehnologija je još u razvoju. Također, razvijaju i mogućnost proizvodnje zelenog vodika pomoću elektrolize iz obnovljivih izvora energije. Što se tiče tržišta usmjereni su na velika, teška vozila koja ne može pogoniti baterija kao što su gradski autobusi i kamioni. Nadalje ističe da su Direktivom EU iz 2019. godine o promicanju čistih i energetske učinkovitih vozila za cestovni promet, postavljeni minimalni ciljevi za udio nabave čistih cestovnih vozila od kolovoza 2021. godine. To znači da bi u Hrvatskoj do 2025. godine trebalo biti 27 % „čistih“ autobusa, dok se do 2030. godine taj broj penje na 37 %. Također, do 2025. godine se planira uložiti u 3 punionice vodikove energije i osnovnu TEN-T mrežu, a do 2030. godine u njih 5. Projekt je predložen gradu Zagrebu koji ga je dobro prihvatio. U suradnji su pripremili koncept pod nazivom Projekt Zagreb. Cilj projekta je da INA proizvede vodikovu energiju, organizira transport te izgrade punionice, dok će grad Zagreb odnosno ZET nabaviti minimalno 20 autobusa. Procjena koštanja projekta je 21 mil. € iako vjeruju da će taj iznos još rasti, a postavljeni cilj je da se do 2025. godine krene s uporabom. Trenutno su u fazi razvoja te se nadaju da će rezultati biti dovoljno dobri, što bi značilo da bi izvedba krenula već iduće godine. Ističe kako je potrebno istovremeno razvijati proizvodnju, infrastrukturu te tržište.



Slika 4. Isječak s predavanja Vesne Kučan Polak.

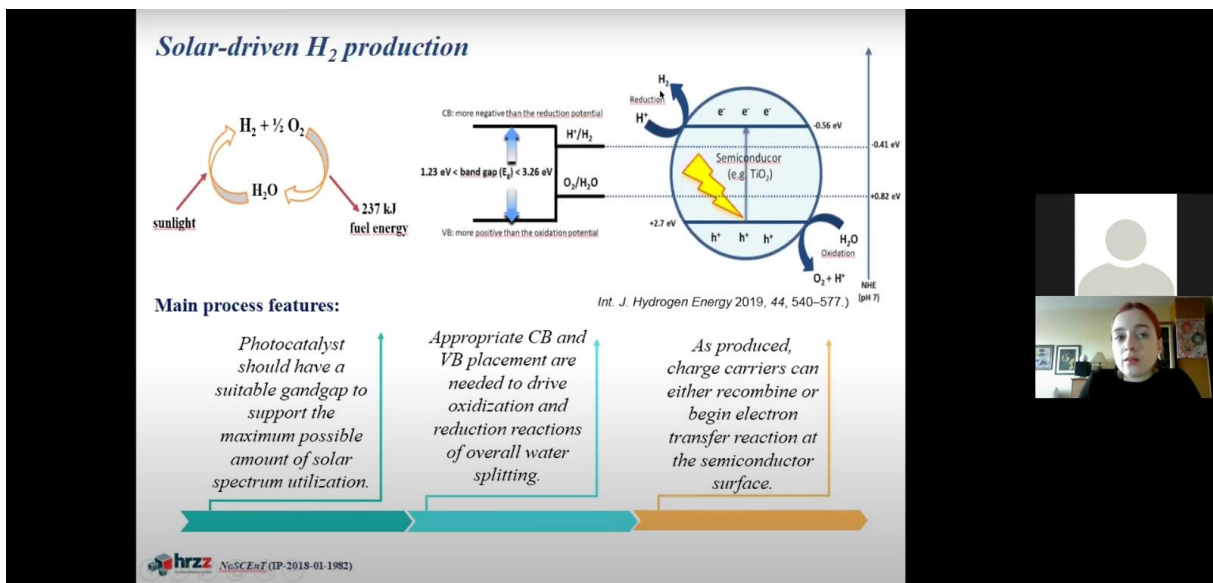
Izlaganjem na temu *What are EU funds and what is proper purpose of EU funds?*, ravnatelj Uprave za programe i projekte EU, europske i međunarodne poslove Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja Marko Markić približio je i upoznao sudionike s temeljnim konceptima EU fondova. Sudionici su izlaganjem dobili osnovna znanja o samom pojmu, raspodjeli i cilju EU fondova, kao i o tome koji su tipovi upravljanja i kontrole te za što se EU fondovi mogu koristiti. Izlaganjem je stavljen naglasak da su EU fondovi kao i sama EU zajednica stvoreni s ciljem rješavanja zajedničkih pitanja te postizanja jednakih prilika i stupnja razvoja za sve članice i regije. Hrvatska kao članica nije na jednakom stupnju razvoja kao ostatak EU no pozitivan aspekt njezinog niskog stupanj razvoja je visok stupanj potencijala za razvoj, posebice u sferi energije. Tijekom izlaganja u fokus je stavljeno ulaganje u infrastrukture koje doprinose ostvarivanju određenih ciljeva, pri čemu su za iduće programsko razdoblje od 2021. do 2027. godine obnovljivi izvori energije, novi izvori energije te novi načini uštede, odnosno zadržavanja energije infrastrukture koje će se poticati EU fondovima, a u okviru kojih je uključen i vodik kao bitna tema, kako u EU tako i u Hrvatskoj. Izlagač je istaknuo činjenicu da je većina EU sredstava korištenih u Hrvatskoj dolazi iz Fondova za upravljanje dionicama (eng. *Share management funds*) te je sudionike upoznao sa svrhom svakog od njih i sa samim procesom prilikom povlačenja sredstava iz određenog fonda. Zaključno su izlaganjem dani ključni principi dijeljenja javnog novca s naglaskom na situacije u kojima princip Pravila državne potpore (eng. *State Aid Rules*) u svrhu promicanja određenih aktivnosti kao što su poticanje obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti može biti izuzet zbog većeg javnog interesa.



Slika 5. Isječak s predavanja Marka Markića.

Mag. ing. oecoing. Klara Perović, asistentica je na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije., održala je predavanje na pod nazivom Razvoj i primjena nanokompozitnih fotokatalitičkih materijala na bazi TiO_2 za proizvodnju vodika pomoću Sunčeve svjetlosti (eng. *The development and application of TiO_2 -based nanocomposite photocatalytic materials for solar-driven hydrogen generation*). Na početku predavanja osvrnula se na dosadašnju proizvodnju vodika te trendove razvoja tehnologije proizvodnje

vodika. Zatim je ukratko opisala princip proces proizvodnje vodika fotokatalitičkom razgradnjom vode. Potom je iznijela koje zahtjeve trebaju zadovoljiti fotokatalizatori te koje se materijali koriste u tu svrhu. Također, iznijela koji su nedostaci poluvodičkih fotokatalizatora te osnovne načine poboljšanja njihovih svojstava. Glavni problem TiO_2 kao fotokatalizatora je velika energije potrebna za pobudu TiO_2 te je cilj njenog istraživanja razvoje nanokompozita na bazi TiO_2 takvih da se fotokatalizator može pobuditi vidljivom svjetlošću. Takvi fotokatalizatori omogućuju ekološki prihvatljivu proizvodnju vodika iz obnovljivih izvora energije odnosno pomoću sunčeve svjetlosti. Odabrani materijali za izradu novih fotokatalizatora uz TiO_2 su SnS_2 , MoS_2 te napredni materijali na bazi grafena. Odabrani materijali pogodni su za izradu fotokatalizatora zbog povoljnih fizikalno-kemijskih svojstava, ekološke prihvatljivosti te razmjerno niske cijene. Mag. ing. oecoing. Perović objasnila je proces izrade fotokatalizatora hidrotermalnom i mikrovalnom sintezom. Osim pripreme fotokatalizatora, istraživanje uključuje i karakterizaciju pripremljenih fotokatalizatora te ispitivanje performansi proizvodnje vodika u laboratorijskim uvjetima. Zaključak predavanja je taj kako su istraživanja naprednih tehnologija proizvodnje vodika i ostale tehnologije proizvodnje energije iz obnovljivih izvora ključne za održivi razvoj. Također, na samom kraju predavanja mag. ing. oecoing. Perović odgovorila je na pitanja publike.



Slika 6. Isječak s predavanja Klare Perović, mag. ing. oecoing.

Ivica Jakić međunarodni je konzultant za energetiku. Predavanje mu se temeljilo na vodikovoj energiji u Hrvatskoj i budućnosti vodikove energije. Opće je poznato da je Europska strategija za period od 2030. do 2050. dekarbonizacija na nultu stopu, a uz upotrebu vodika kao goriva nulte emisije, plan nije nemoguć. Hrvatska udruga za razvoj i primjenu vodikovih gorivnih članaka, čiji je Ivica Jakić član, ima za cilj izvoz vodika iz Republike Hrvatske. Udruga je razvila dva stupa razvoja. Prvi predstavlja grad Vukovar, a moto je „Čisti vodik za plavi Dunav i zelenu Slavoniju“. Vukovar bi bio luka izvoza vodika obzirom na brojnost farmi i poljoprivrednih djelatnosti. Postoji potencijal za mnogo solarnih ploča u tom dijelu Hrvatske. Vodik bi se u nezapaljivom obliku transportirao preko Dunava do istočnog dijela

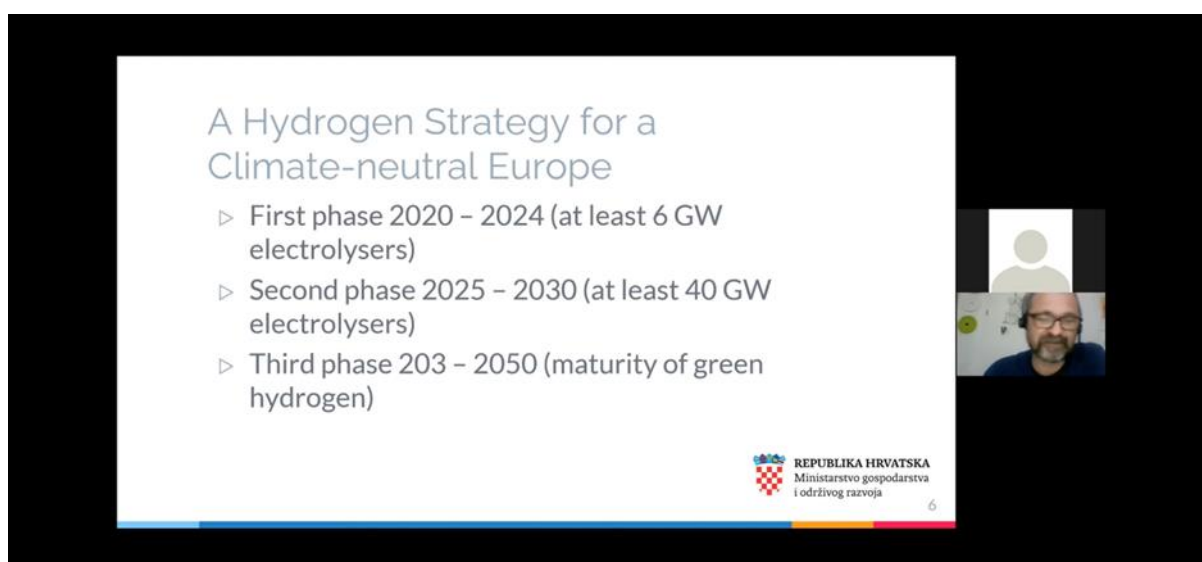
Europe koji ima mnogo sati strujanja vjetra, konkretnije Ukrajinu, Bugarsku, Rumunjsku. Iz spomenutih zemalja, vodik bi se prevozio do srednje Europe odnosno najvećih potrošača; Mađarske, Austrije, Češke, Slovačke i Njemačke koji bi ga iskoristili u raznim industrijama. Drugi stup razvoja i projekt predstavlja grad Zadar, a moto projekta je „Čisti vodik za plavo Jadransko more“ gdje bi se vodik, kao novo gorivo, dobiven od snage vjetra koristio za brodsku industriju i transportni sustav u Europi. Izvoz vodika, uvelike bi pridonijelo i pozitivno utjecao na hrvatsku industriju, a samim time i na ekonomiju. Njegova još jedna zanimljiva ideja je plan o „Refit-u vozila“. Prvenstveno se misli na vozila u agrokulturi kao što su traktori. Iz traktora se izvadi standardni Diesel motor i zamjeni ga se sa spremnikom za vodik, gorivnim člankom i motorom. Na taj način staro kućište dobiva „novo srce“, čistije i ekološki prihvatljivije srce. U svom izlaganju, Ivice Jakić, objedinio je znanost, gospodarstvo i ministarstvo. Naglasio je kako su to tri velike grane koje moraju djelovati zajedno i da je suradnjom i uzajamnim pomaganjem moguće realizirati ideje.



Slika 7. Isječak s predavanja Ivice Jakića.

Na konferenciji smo imali priliku čuti i nekoliko riječi načelnika Sektora za energetska politiku i planiranje, doktora znanosti Vjekoslava Jukića, ujedno i člana Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja. Uputio nas je u europske novousvojene rezolucije za ostvarenje klimatski neutralne Europe koje uključuju i EU strategiju za vodik, u cilju provedbe aktivnosti iz Europskog zelenog plana i fonda za oporavak. Kao članica Europske unije, Hrvatska također ima obvezu ostvariti određene ciljeve. U to je ime, između ostalog, u veljači 2021. g. Vlada RH prihvatila odluku da se razvije Hrvatska strategija za vodik. U razvoj spomenute strategije uključila se i Hrvatska gospodarska komora koja potiče znanstvenike i poduzetnike da osmišljavaju i razvijaju projekte kako bi idejama i smjerovima razmišljanja i planiranja pomogli razviti strategiju. Naravno, projekti se teško realiziraju bez sufinanciranja i zato nam je doktor još ukazao na tri mogućnosti, odnosno izvora financiranja projekata koji uključuju vodik. Prvi čine EU fondovi, drugi Nacionalni fondovi te treći izvor financiranja može

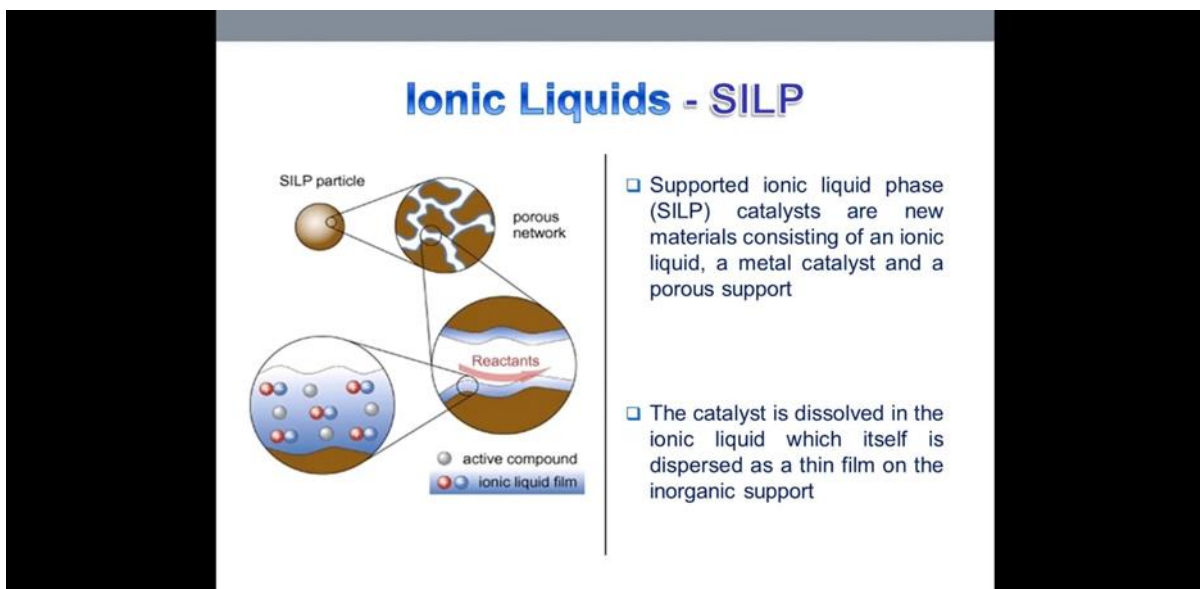
biti iz privatnog sektora. Savjet doktora Jukića je da je najbolje kombinirati sva tri ili barem dva izvora. Jedan od europskih programa za financiranje projekata i zahvata do 2027. g za klimatski neutralnu Europu je Horizon Europe koji je više usmjeren u projekte inovacija i istraživanja čiji budžet prelazi 95 mlrd. eura. Još jedan od spomenutih fondova je Innovation Fund koji je također jedan od najvećih svjetskih programa financiranja, a potiče razvoj čistih tehnologija i tehnologija za smanjenje ugljičnog otiska i emisija. Osigurat će oko 20 mlrd. eura u periodu od 2020. do 2030. godine za projekte koji razvijaju tehnologije hvatanja i iskorištavanja CO₂, pohrane energije, iskorištavanje obnovljivih izvora energije, itd. Od nacionalnih fondova doktor Jukić je spomenuo Nacionalni plan oporavka i otpornosti, *Operational programme 2021-2027* te Modernization fund kojima su glavni ciljevi omogućiti razvoj Hrvatske i tako joj pojačati ekonomsku kompetitivnost na europskom tržištu te, još važnije, razvojem joj pomoći u doprinosu realizacije cilja Zelenog plana, a to je da do 2050. Europa postane prvi CO₂ neutralni kontinent.



Slika 8. Isječak s predavanja Vjekoslava Jukića.

Nataša Vučemilović Alagić magistrica je fizike i asistentica na Institutu Ruđer Bošković. Doktorandica je HRZZ-a, a u svojoj doktorskoj disertaciji bavi se istraživanjem ionskih tekućina u katalitičkim sustavima te je održala predavanje pod naslovom *Ionic liquids in Supported Ionic Liquid Phase (SILP) catalysis*. Skrenula nam je pozornost na važnost ionskih tekućina u proizvodnji vodika. Ionske tekućine su rastaljene soli sastavljene od organskih kationa i organskih ili anorganskih aniona. Imaju neznatan tlak pare i tekućine su u velikom temperaturnom rasponu. Mogu biti hidrofilne i hidrofobne, što ovisi o njihovom sastavu. Široke su primjene, zbog mogućnosti podešavanja strukture izborom kombinacije aniona ili kationa, stoga se nazivaju „dizajnerskim otapalima“. Ionske se tekućine primjenjuju kao funkcionalni materijali, elektroliti te otapala koja se koriste u procesima katalize o čemu nam je predavačica pričala. Ona je teorijska fizičarka te modelira ovaj proces kako bi njezini kolege koji rade na eksperimentalnom dijelu znali koja je ionska tekućina najbolja za korištenje u reakciji katalize. Rade

na SILP sistemu koji se sastoji od poroznih čestica, ionskih tekućina i metalnih katalizatora (najčešće rodij ili rutenij). Metalni katalizator otopljen je u ionskoj tekućini koja se rasprši na stijenkama pora. SILP-ova velika prednost je omogućavanje odvijanja izmjene vode i plina iz koje možemo dobiti vodik. To je bazična reakcija u kojoj iz ugljičnog monoksida i vode dobivamo vodik i ugljični dioksid. Njihov najveći uspjeh je što su uspjeli podesiti ionske tekućine tako da katalitička reakcija ima najveće iskorištenje. Blizu su cilju kojemu teže, a to je dodati aditive koji poboljšavaju aktivnost za gotovo 30%. Naime, znaju da su ionske tekućine s kloridnim ionom najučinkovitije, a generalno žele maksimizirati iskorištenje reakcije. U svemu tome im pomaže rad na računalima gdje simuliraju sve što može pomoći u eksperimentalnom dijelu kako ne bi proveli godine na traženje optimalnog okruženja za katalizu.



Slika 9. Isječak s predavanja Nataše Vučemilović Alagić, mag. phys.

Dinko Đurđević, trenutani zaposlenik Energetskog instituta Hrvoje Požar, predstavio je projekt *DanuP-2-Gas*. U projekt je uključeno 12 od 14 država dunavske regije te je Hrvatska jedna od njih. Projekt je usmjeren prema diverzifikaciji izvora energije, jačanju strategija proizvodnje i skladištenja energije iz obnovljivih izvora u dunavskoj regiji te poboljšanje međunarodne suradnje. Dunavska regija ima veliki potencijal za održivu proizvodnju energije te velike količine neiskorištene biomase. Ideja ovog projekta je prerada neiskorištenog organskog otpada u biougljen, kako bi se omogućio jednostavan transport kroz Dunav te njegovo korištenje kao osnova za proizvodnju sintetskog plina. Sintetski plin se unaprjeđuje u prirodni plin dovođenjem vodika iz obnovljivih izvora energije, prvenstveno iz solarne energije i energije vjetra. To omogućava skladištenje energije u već postojeću distribucijsku mrežu plina te iskorištenje sintetskog plina u mreži prirodnog plina. Korištenjem vodika za proizvodnju prirodnog plina, povezuje se sektor proizvodnje električne energije s mrežom prirodnog plina. Vodik i sintetski plin koriste se za skladištenje električne energije dobivene iz obnovljivih izvora. *DanuP-2-Gas* će poboljšati raznolikost korištenih izvora obnovljive energije, energetske učinkovitost, integraciju različitih energetskih mreža, skladištenje, održivost te proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Time

se nastoji postići izgradnja međusektorske energetske zajednice, razvoju instrumenata korištenih za povezivanje plinskog i elektroenergetskog sektora te usmjeravanje prema ulaganjima u nove načine energetske pohrane. Krajnji cilj ovog projekta je podrška u razvoju održive energije iz obnovljivih izvora te stvaranje novih poslova u ruralnim područjima kroz lokalnu proizvodnju i skladištenje bioenergije u dunavskoj regiji.

The image is a screenshot of a presentation slide. At the top left is the logo for the 'FIRST CONFERENCE OF EUROPEAN CLEAN ENERGY TRANSITION'. At the top right is the logo for 'Interreg Danube Transnational Programme DanuP-2-Gas', which includes the European Union flag. The main title 'DanuP-2-Gas' is centered in a large, bold, grey font, flanked by horizontal lines. Below the title is the subtitle: 'Innovative model to drive energy security and diversity in the Danube Region via combination of bioenergy with surplus renewable energy'. At the bottom left, there are two lines of text: 'February 27th, 2021 | First Conference of European Clean Energy Transition' and 'DanuP-2-Gas | Energy Institute Hrvoje Požar | Dinko Đurđević'. At the bottom center, it says 'Project co-funded by European Union funds (ERDF, IPA)'. At the bottom right is the logo for 'EIHP'.

Slika 10. Isječak s predavanja Dinka Đurđevića.