



HRVATSKI SABOR

KLASA: 022-02/22-01/17

URBROJ: 65-22-02

Zagreb, 17. ožujka 2022.

ZASTUPNICAMA I ZASTUPNICIMA HRVATSKOGA SABORA

PREDSJEDNICAMA I PREDSJEDNICIMA RADNIH TIJELA

Na temelju članka 33. stavka 1. podstavka 3. Poslovnika Hrvatskoga sabora u prilogu upućujem *Prijedlog hrvatske strategije za vodik do 2050. godine*, koji je predsjedniku Hrvatskoga sabora podnijela Vlada Republike Hrvatske, aktom od 17. ožujka 2022. godine.

Za svoje predstavnike, koji će u njezino ime sudjelovati u radu Hrvatskoga sabora i njegovih radnih tijela, Vlada je odredila ministra gospodarstva i održivog razvoja dr. sc. Tomislava Čorića i državne tajnike Ivu Milatića, dr. sc. Marija Šiljega, Milu Horvata i Natašu Mikuš Žigman.

PREDSJEDNIK

Gordan Jandroković



VLADA REPUBLIKE HRVATSKE

KLASA: 022-03/22-43/02
URBROJ: 50301-05/31-22-5

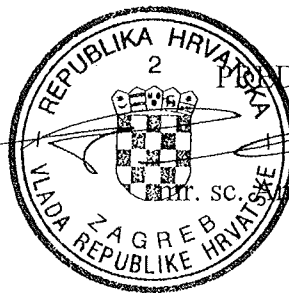
Zagreb, 17. ožujka 2022.

PREDSJEDNIKU HRVATSKOGA SABORA

PREDMET: Prijedlog hrvatske strategije za vodik do 2050. godine

Na temelju članka 172. stavka 2. Poslovnika Hrvatskoga sabora („Narodne novine“, br. 81/13., 113/16., 69/17., 29/18., 53/20., 119/20. – Odluka Ustavnog suda Republike Hrvatske i 123/20.), a u vezi s člankom 11. stavkom 2. Zakona o sustavu strateškog planiranja i upravljanja razvojem Republike Hrvatske („Narodne novine“, broj 123/17.), Vlada Republike Hrvatske podnosi Prijedlog hrvatske strategije za vodik do 2050. godine.

Za svoje predstavnike, koji će u njezino ime sudjelovati u radu Hrvatskoga sabora i njegovih radnih tijela, Vlada je odredila ministra gospodarstva i održivog razvoja dr. sc. Tomislava Čorića i državne tajnike Ivu Milatića, dr. sc. Marija Šiljega, Milu Horvata i Natašu Mikuš Žigman.



PREDSJEDNIK

dr. sc. Andrej Plenković

VLADA REPUBLIKE HRVATSKE

PRIJEDLOG HRVATSKE STRATEGIJE ZA VODIK DO 2050. GODINE

Zagreb, ožujak 2022.

1. Sadržaj

1. VIZIJA RAZVOJA GOSPODARSTVA ZASNOVANOG NA VODIKU	2
1.1 Uvod	2
1.2 Strateški i zakonodavni okvir	3
1.3 Vizija	5
2. RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA	6
2.1 Potencijal vodika u Republici Hrvatskoj	6
2.2 Strateške smjernice	8
I. PROIZVODNJA VODIKA	9
II. POHRANA (SKLADIŠTENJE) I TRANSPORT VODIKA	11
III. KORIŠTENJE VODIKA	14
IV. OBRAZOVANJE, ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ	19
3. STRATEŠKI CILJEVI RAZVOJA PRIMJENE VODIKA U GOSPODARSTVU	23
4. PROVEDBA	26
4.1 Međuresorna suradnja i suradnja s regionalnom i lokalnom zajednicom	29
4.2 Međunarodna suradnja	29
4.3 Instrument za povezivanje Europe	30
4.4 Doline vodika	31
4.5 Projekti od zajedničkog europskog interesa	31
5. PRAĆENJE PROVEDBE, IZVJEŠĆIVANJE I VREDNOVANJE	32
6. FINANCIRANJE	32
7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	38
8. POJMOVNIK	38

1. VIZIJA RAZVOJA GOSPODARSTVA ZASNOVANOG NA VODIKU

1.1 Uvod

Sukladno članku 18. stavku 5. Zakona o sustavu strateškog planiranja i upravljanja razvojem Republike Hrvatske („Narodne novine“, broj 123/17.), Vlada Republike Hrvatske je na 45. sjednici održanoj 25. veljače 2021. donijela Odluku o pokretanju postupka izrade Hrvatske strategije za vodik od 2021. do 2050. godine (u daljnjem tekstu: Strategija), koju donosi Hrvatski sabor na prijedlog Vlade Republike Hrvatske.

Temeljem navedene Odluke, za izradu Strategije zaduženo je Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja te je ministar, 18. ožujka 2021., donio Odluku o osnivanju stručne radne skupine za izradu prijedloga Hrvatske strategije za vodik od 2021. do 2050. godine (KLASA: 310-02/21-01/94, URBROJ: 517-07-1-2-21-10). Predsjednik Stručne radne skupine je ministar gospodarstva i održivog razvoja, a zadatak skupine je bio pripremiti sve analitičke podloge, temeljene na Nacionalnoj razvojnoj strategiji Republike Hrvatske do 2030. godine te Strategiji energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu, kao i nacrt dokumenta koji će, nakon javne rasprave i uključivanja svih relevantnih dionika, omogućiti razvoj strateških ciljeva vezanih uz gospodarstvo zasnovano na vodiku. Na osnovu brojnih aktivnosti vezanih uz dijalog sa svim zainteresiranim dionicima i aktivnosti Stručne radne skupine, Vlada Republike Hrvatske je pripremila Prijedlog hrvatske strategije za vodik do 2050. godine.

Vodik je, kao nosilac energije, već dulje vrijeme predmet rasprava i sastavni dio planova zemalja Europske unije (u daljnjem tekstu: EU), ali i šire. S ciljem prilagodbe klimatskim promjenama donesen je europski zeleni plan (engl. *European Green Deal*) kojim je postavljen cilj da Europa postane prvi klimatski neutralni kontinent do 2050. godine. Donošenjem europskog zelenog plana, EU je povećala svoje ambicije za smanjenje emisija ugljikovog dioksida (CO₂) te je prvotni cilj za 2030. godinu podigla na minus 55 % u odnosu na 1990. godinu. Smanjenjem emisija CO₂ nastoji se održati temperatura ispod 2 °C (a ciljano i na 1,5 °C) u odnosu na prosječnu temperaturu predindustrijske razine.

Nastavno na navedeno, a s ciljem doprinosa ostvarenju ciljeva postavljenih europskim zelenim planom, 8. srpnja 2020., Europska Komisija (EK) je predstavila dva strateška dokumenta: Strategiju za vodik za klimatski neutralnu Europu (u daljnjem tekstu: EU strategija za vodik), u kojoj je vodik istaknut kao jedna od ključnih poluga za uspješnu energetska tranziciju i Europsku strategiju za integraciju energetskih sustava.

U EU strategiji za vodik navedene su jasne smjernice za suradnju s predstavnicima izvršne i zakonodavne vlasti, industrijom, znanstvenim institucijama i civilnim društvom kroz Europski savez za čisti vodik (engl. *Clean Hydrogen Alliance*) koji je zadužen za razvoj programa ulaganja i niz konkretnih projekata s ciljem primjene vodikove tehnologije. Strategija za integraciju energetskih sustava opisuje kako će trenutni okviri EU politika doprinijeti ostvarenju klimatski neutralnog integriranog energetskog sustava s visokim udjelom obnovljivih izvora energije (OIE).

Obje gore spomenute EU strategije doprinose postizanju ciljeva UN-ovog Programa održivoga razvoja do 2030. i ciljeva Pariškog sporazuma o klimatskim promjenama. Prema EU strategiji za vodik, u prvom razdoblju od 2020. do 2024. godine, strateški cilj je omogućiti instaliranje od najmanje 6 GW elektrolizatora s proizvodnjom do milijun tona obnovljivog vodika (današnji kapacitet instaliranih elektrolizatora u EU je oko 1 GW). Kako bi se ostvarili navedeni ciljevi na razini EU, Europski savez za čisti vodik izradit će jasne smjernice za potrebna ulaganja osiguravanjem financijskih sredstava iz Europskog plana oporavka. U drugoj fazi, u razdoblju od 2025. do 2030. godine, vodik bi trebao postati sastavni dio integriranog energetskeg sustava uz strateški cilj instalacije elektrolizatora kapaciteta najmanje 40 GW za proizvodnju do 10 milijuna tona obnovljivog vodika. U ovoj fazi očekuje se postupna regulacija cijene obnovljivog vodika do mjere da postane cjenovno konkurentan drugim oblicima proizvodnje vodika. Obnovljivi vodik igrat će značajnu ulogu u uravnoteženju elektroenergetskog sustava temeljenog na OIE pružajući potrebnu fleksibilnost. Također, vodik će se koristiti u prometu, kao i za svakodnevnu ili sezonsku pohranu povećavajući na taj način sigurnost opskrbe u srednjoročnom razdoblju. U trećoj fazi, u razdoblju od 2031. do 2050. godine, planiran je širi razmjor primjene tehnologije obnovljivog vodika u različitim sektorima.

Republika Hrvatska (HR) posljednjih godina ulaže značajne napore u dekarbonizaciju energetskeg sektora i gospodarstva. U skladu s tim, potiče se razvoj proizvodnje energije iz OIE, kao i povećanje energetske učinkovitosti u industriji i kućanstvu. Cilj HR je da do 2030. godine 36,6 % električne energije u bruto neposrednoj potrošnji bude iz OIE. U taj postotak ulazi i povećanje OIE u sektorima prometa te grijanja i hlađenja.

Sa svrhom postizanja zadanih ciljeva iz Integriranog nacionalnog energetskeg i klimatskeg plana za Republiku Hrvatsku za razdoblje od 2021. do 2030. godine, vezanih uz smanjenje emisija CO₂, povećanje udjela OIE u ukupnoj potrošnji energije te povećanje energetske učinkovitosti, potrebna je uspostava jače i učinkovitije elektroenergetske infrastrukture (na prijenosnoj i distribucijskoj razini) koja će omogućiti prihvat nove količine energije iz OIE i omogućiti stabilnost sustava. Također, neophodno je, uz dovoljne količine biogoriva na tržištu, potaknuti i elektrifikaciju prometa (korištenjem električne energije i obnovljivog vodika). Strategija stoga određuje okvirne mogućnosti razvoja proizvodnje, pohrane (skladištenja), transporta i općenito uporabe vodika s ciljem smanjenja CO₂ emisija, kao i mogućnosti uključivanja gospodarstva u sektor proizvodnje opreme (poput elektrolizatorskih svežnjeva i svežnjeva gorivnih članaka, mjerne i upravljačke opreme, osjetnika, i dr.), čime bi se osigurala tehnološka prilagodba i sudjelovanje na europskom i svjetskom tržištu vodikovih tehnologija.

1.2 Strateški i zakonodavni okvir

Hrvatska strategija za vodik do 2050. godine u potpunosti je usklađena s Nacionalnom razvojnom strategijom Republike Hrvatske do 2030. godine („Narodne novine“, broj 13/21.), Razvojnim smjerom 3. „Zelena i digitalna tranzicija“, točnije strateškim ciljem broj 8. „Ekološka i energetska tranzicija za klimatsku neutralnost“, Prioritetno područje javnih politika broj 2. „Energetska samodostatnost i tranzicija na čistu energiju“ te strateškim ciljem broj 10. „Održiva mobilnost“.

U veljači 2020. donesena je Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu („Narodne novine“, broj 25/20.) (u daljnjem tekstu: Energetska strategija HR) koja potiče snažnu dekarbonizaciju energetskeg sektora i rast udjela električne energije iz OIE. Također, Energetskom strategijom HR potiče se povećanje proizvodnje i samodostatnost u proizvodnji električne energije što povećava sigurnost opskrbe energijom i otvara potencijal snažnoj elektrifikaciji svih onih grana koje koriste fosilna goriva.

Sukladno vodećim svjetskim trendovima povećanja udjela OIE uz mogućnost primjene inovativnih tehnologija te posljedično smanjenju CO₂ emisija do 2050. godine, EU je postavila jasne ciljeve za dekarbonizaciju gospodarstva. Ti ciljevi su vezani uz smanjenje CO₂ emisija, povećanje udjela električne energije iz OIE u bruto neposrednoj potrošnji, te povećanje energetske učinkovitosti. Ciljevi su definirani na EU razini, a svaka država članica doprinosi tim ciljevima kroz vlastite nacionalne ciljeve sukladno Integriranom energetskeg i klimatskeg planu.

Pored navedenoga, a sukladno Zakonu o klimatskeg promjenama i zaštiti ozonskeg sloja („Narodne novine“, broj 127/19.) donesena je Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu („Narodne novine“, broj 63/21.) (u daljnjem tekstu: Niskougljična strategija HR). U navedenim aktima detaljno su obuhvaćene mogućnosti prijelaza u društvo s niskim emisijama stakleničkeg plinova kroz moguća ulaganja u zeleno poslovanje i tehnologije te inovacije i razvoj s ciljem doprinosa jačanju konkurentnosti na zajedničkomeg europskomeg tržištu koje sve više traži zelene proizvode i usluge.

Energetska strategija HR, kao i Niskougljična strategija HR, predviđa smanjenje emisija stakleničkeg plinova u iznosu od oko 74 % u 2050. godini u odnosu na emisije iz 1990. godine.

Pored navedenoga, Energetska strategija HR prepoznaje vodik kao alternativno gorivo te predviđa njegovu uporabu u prometu s ciljem ostvarenja gore navedenih ciljeva. Vodik kao alternativno gorivo te mogućnosti njegove uporabe u prometu s ciljem smanjenja CO₂ emisija predviđen je također Strategijomeg prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2030. godine („Narodne novine“, broj 84/17.) i Nacionalnim okvirom politike za uspostavu infrastrukture i razvoj tržišta alternativnih goriva u prometu („Narodne novine“, broj 34/17.), (u daljnjem tekstu: NOP).

Zakonodavni okvir podrazumijeva osiguravanje prenošenja EU zakonodavstva u nacionalno zakonodavstvo u skladu s ciljevima postavljenima na EU razini vezanih uz dekarbonizaciju gospodarstva i smanjenje emisija CO₂.

U skladu s navedenim, slijedeći zakoni HR reguliraju mogućnosti korištenja vodika:

Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o biogorivima za prijevoz („Narodne novine“, broj 52/21.) - predviđeno je uvođenje vodika na tržište HR. U skladu s tim Zakonom obveznik stavljanja na tržište biogoriva, odnosno OIE u prijevozu obvezan je izvještavati o uporabi vodika kao alternativnog goriva na tržištu.

Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva („Narodne novine“, broj 120/16.) - definirane su tehničke specifikacije za mjesta za opskrbu vozila vodikom.

Nastavno na navedeno, uvođenje vodika kao novog nosioca energije u prometni sektor HR bit će popraćeno zakonskom i podzakonskom regulativom, koja će obuhvatiti nove standarde koji se odnose na vodik kao alternativno gorivo uključujući i nove tehnologije koje se pojavljuju u procesu od proizvodnje do potrošnje vodika kao spremnika energije i alternativnog goriva. Također, potrebno je izgraditi odgovarajuću infrastrukturu za proizvodnju, distribuciju i opskrbu vodikom te istovremeno poticati nabavu vozila, brodova i vlakova koji koriste vodik kao pogonsko gorivo s ciljem kreiranja potrošnje.

1.3 Vizija

Strategija osigurava okvir za proizvodnju i uporabu vodika s naglaskom na obnovljivi vodik kao zamjenu za fosilna goriva i povećanje stabilnosti elektroenergetskog sustava zasnovanog na OIE, a u svrhu energetske samodostatnosti i tranzicije na čistu energiju te održive mobilnosti.

Vodik i gospodarstvo temeljeno na vodiku važni su elementi zelene energetske tranzicije za ispunjavanje EU ciljeva vezanih uz čistu energiju i smanjenje emisije stakleničkih plinova. Niskougljični vodik se smatra čistim energentom te će kao takav imati važnu ulogu u više sektora (energetika, promet, industrija, poljoprivreda i dr.) s ciljem smanjenja emisija stakleničkih plinova. Očekuje se da će ulaganja u čiste tehnologije povezane s vodikom pridonijeti transformaciji energetskog sektora u sektor niskih, a u budućnosti i nultih emisija stakleničkih plinova, razvoju kružnog gospodarstva, kao i stvaranju novih radnih mjesta povezanih s energetskom održivošću.

U slučaju električne energije, vodik će igrati važnu ulogu kao rješenje za pohranu (skladištenje) što će rezultirati većom proizvodnjom električne energije iz OIE. No, obnovljivi vodik će se moći koristiti i za proizvodnju električne energije u postrojenjima na osnovi visoko temperaturnih keramičkih gorivnih članaka (SOFC - *Solid Oxide Fuel Cells*) i plinskih turbina zbog daleko veće učinkovitosti takvih sustava.

Također, u podsektoru grijanja i hlađenja vodik će biti održiva alternativa za zamjenu fosilnih goriva, čemu će uvelike pridonijeti regulacija obnovljivih plinova i njihovo umješavanje u transportni i distribucijski sustav prirodnog plina.

U sektoru prometa, vodik je jedno od alternativnih i komplementarnih rješenja za električnu mobilnost, posebno za cestovni teretni promet, uključujući gradsku logistiku, cestovni i željeznički prijevoz putnika i robe te pomorski, riječni i zračni promet.

Vodik će također uz sektore električne energije, grijanja, hlađenja i prometa, potaknuti razvoj i primjenu tehnologija u drugim sektorima, posebice energetski intenzivnim, kao i onima koje nije jednostavno dekarbonizirati. Svi oni će pridonijeti dekarbonizaciji društva i zaštiti okoliša kroz inovativne procese proizvodnje i/ili upotrebe vodika.

U tom kontekstu, vodik će imati važnu ulogu u dekarbonizaciji nacionalnog gospodarstva, osobito u sektorima koji trenutno imaju malo alternativnih tehnoloških mogućnosti i gdje bi elektrifikacija mogla dovesti do značajnih troškova, doprinoseći ostvarenju klimatskih ciljeva.

Vodik je kompatibilan s trenutnim obrascima potrošnje i omogućava povezivanje električnih i toplinskih sustava na fleksibilan način, ističući komplementarnost i sinergiju između električnih mreža i plinskih sustava. Tehnologije povezane s vodikom razvile su se diljem svijeta nevjerojatnom brzinom u posljednjem desetljeću. Sada postoje dokazi da je u određenim kontekstima proizvodnje i uporabe vodik već održivo i isplativo rješenje za dekarbonizaciju nekih od najtežih sektora u gospodarstvu, poput prometa ili toplinske energije u nizu gospodarskih grana.

Strategija daje nacionalnu viziju razvoja, istraživanja, proizvodnje, infrastrukture i primjene vodikove tehnologije, s ciljem postizanja klimatske neutralnosti do 2050. godine, kao i viziju nacionalnih ciljeva vezanih za razvoj infrastrukture za alternativna goriva. Uz navedeno, ona je potpuno usklađena s Nacionalnom razvojnom strategijom Republike Hrvatske do 2030. godine, što je vidljivo u sklopu Razvojnog smjera 3. „Zelena i digitalna tranzicija“, gdje su u strateškom cilju 8. „Ekološka i energetska tranzicija za klimatsku neutralnost“ u Prioritetnom području javnih politika „Energetska samodostatnost i tranzicija na čistu energiju“ navedena dva prioriteta provedbe na području energetske politike koja se poklapaju sa Strategijom. To su „Promicanje naprednih biogoriva i električne energije i vodika iz obnovljivih izvora energije“ i „Ulaganja u čiste tehnologije povezane s vodikom“. Strategija predstavlja prvi korak u razvoju primjene vodika u gospodarstvu HR te obuhvaća mogućnosti proizvodnje vodika, pohrane (skladištenja) i transporta vodika, uporabu, kao i potencijale u istraživanju, razvoju i inovacijama na području svih dijelova gospodarstva zasnovanog na vodikom. Strategija će doprinijeti ostvarenju ciljeva smanjenja CO₂ emisija te omogućiti aktivnije uključivanje HR u procese i projekte vezane za vodik na EU razini.

2. RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA

2.1 Potencijal vodika u Republici Hrvatskoj

Sukladno provedbi pravne stečevine EU i postavljanju nacionalnih energetske i klimatskih ciljeva, vodik je prepoznat kao jedan od značajnih energenata čija će uporaba u gospodarstvu, posebice u energetici, prometu i u drugim sektorima industrije, u dugoročnom razdoblju pridonijeti dekarbonizaciji društva i smanjenju CO₂ emisija.

Godišnja potrošnja ukupne energije u HR iznosi oko 100 TWh, od čega približno 50 % otpada na uvoz energije. Dio uvezene energije otpada na električnu energiju. HR sukladno Nacionalnom planu oporavka i otpornosti 2021. – 2026. (u daljnjem tekstu: NPOO) planira priključiti 1500 MW novih izvora električne energije iz OIE u energetske sustav do kraja 2024.. Također, sukladno Energetskoj strategiji HR, planira se oko 2500 MW instalirane snage izgraditi do 2030. godine, a sve s ciljem osiguravanja proizvodnje čiste energije koja bi trebala zadovoljiti vlastite potrebe.

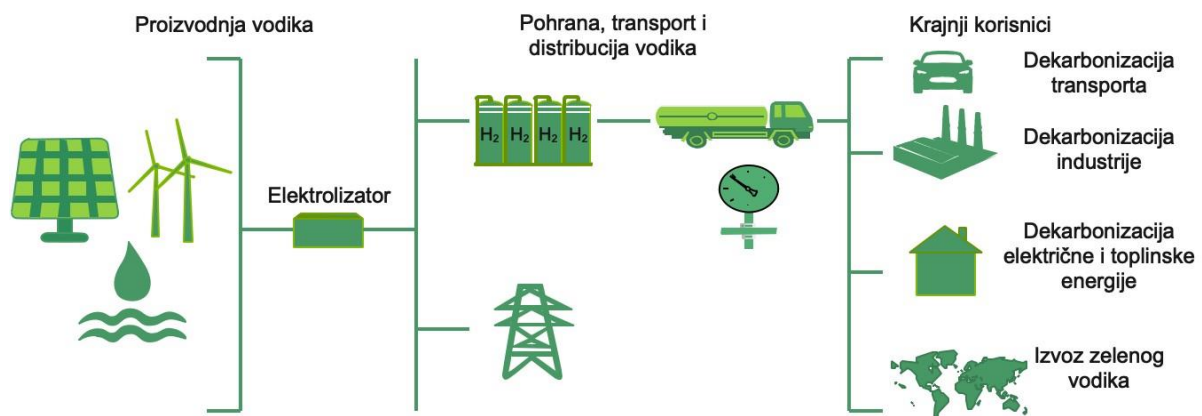
Očekuje se da će proizvodnja vodika u HR biti bazirana na istraživanju, razvoju i primjeni svih mogućnosti proizvodnje niskougljičnog vodika u postojećim industrijskim središtima koji predstavljaju buduće centre potražnje za istim.

Trenutno najzastupljeniji proces proizvodnje vodika u svijetu i HR je proces parnog reformiranja metana (engl. *Steam Methane Reforming* - SMR). Navedeni komercijalni proces proizvodnje vodika iz fosilnih goriva i s njim povezane tehnologije hvatanja, korištenja i pohrane CO₂ (engl. *Carbon Capture and Storage* - CCS) prepoznati su kao značajan potencijal koji ima veliki utjecaj na smanjenje emisija u zrak i dekarbonizaciju postojeće proizvodnje vodika.

CCS tehnologije i infrastrukture povezivat će se s postojećim industrijskim središtima kao što su rafinerije i petrokemijska postrojenja koristeći potencijal naftnih i plinskih polja za pohranu CO₂.

Potencijal vodika u HR prvenstveno proizlazi iz potencijala proizvodnje električne energije iz OIE koja može osigurati odgovarajuću i dugoročnu proizvodnju obnovljivog vodika. No, za uspostavu gospodarstva zasnovanog na vodiku i poticanja same proizvodnje, potrebno je osigurati potražnju za vodikom te sustav distribucije koji će osigurati da se proizvedeni vodik isporuči krajnjim korisnicima.

S ciljem uspostavljanja gospodarstva zasnovanog na vodiku u HR, potrebno je osigurati usklađeni rast tri ključna elementa proizvodnje, distribucije i potrošnje, sa svrhom omogućavanja sustavnog i stabilnog korištenja vodika. Na slici 1. prikazana je opća shema vodikovog lanca vrijednosti (koja ne isključuje ostale načine proizvodnje vodika).



Slika 1. Opća shema vodikovog lanca vrijednosti, od proizvodnje do krajnjeg korištenja

Priprema vodika također je važan dio lanca dobave vodika i gospodarstva zasnovanog na vodiku. Vodik nakon proizvodnje u elektrolizatoru prolazi obradu/pripremu s ciljem njegove prilagodbe za siguran transport i/ili krajnju upotrebu. U pripremu vodika ulaze tehnologije odvlaživanja i ovlaživanja, odvajanja/separacije, ukapljivanja, kompresije, uplinjavanja i termalne obrade vodika (grijanje/hlađenje) itd. Među navedenim tehnologijama postoji još prostora za razvoj i otkrivanje novih tehnologija što otvara mogućnost hrvatskim tvrtkama za stvaranje novih proizvoda i otvaranju novih tržišta.

Sukladno procjenama iz Energetske strategije HR, dekarbonizacija energetskog sektora ide u smjeru instaliranja novih kapaciteta OIE koji se, ovisno o potražnji, mogu koristiti i za proizvodnju vodika. Dio tih kapaciteta ići će prema krajnjim korisnicima u obliku električne energije kroz elektroenergetski sustav HR, dok se dio može koristiti za proizvodnju obnovljivog vodika neposredno na mjestu proizvodnje električne energije. Dodatno, dio tako proizvedene električne energije može se putem elektroenergetskog sustava za prijenos i distribuciju električne energije dovoziti do mjesta proizvodnje obnovljivog vodika uz uvjet da nije skuplja od električne energije koja će se proizvoditi na mjestu proizvodnje obnovljivog vodika.

Pohrana (skladištenje) i transport vodika temelji su za pokretanje veće proizvodnje vodika koja će biti usmjerena na potrebe u prometu, industriji, zgradarstvu i ostalim sektorima. Uzimajući u obzir razvijenu plinsku mrežu kao i postojeće cjevovode izvan funkcije u dugoročnom razdoblju, a ovisno o kretanjima potrošnje, moguće je njihovo korištenje za transport vodika. Vodik može imati važnu ulogu u dekarbonizaciji integracijom različitih sektora, odnosno povezivanjem krajnjih korisnika energije s OIE osobito u područjima gdje se električna energija iz OIE ne može koristiti direktno ili nije ekonomski isplativa. Također, geopolitički položaj HR je vrlo pogodan imajući u vidu povezanost s južnim državama EU kao i afričkim državama koje se okreću značajnijoj proizvodnji obnovljivog vodika te se u dugoročnom razdoblju očekuje pozicioniranje HR kao točke ulaza za pretovar i dovod vodika prema ostalim državama EU.

Vodik je primjenjiv u različitim sektorima od uporabe u prometu, kao gorivo ili sirovina za proizvodnju goriva, preko industrije do sektora grijanja i hlađenja. U ovom trenutku su projekti iz prometnog sektora (nabava čistih vozila) u visokom stupnju pripremljenosti uzimajući u obzir mogućnosti sufinanciranja istih iz EU sredstava, što zahtijeva osiguravanje odgovarajuće infrastrukture za nesmetano prometovanje tih vozila na cijelom prostoru HR.

Kao sljedeći korak očekuje se primjena vodika u industriji što, uz veće promjene, zahtijeva i logistiku koja uz mjesto proizvodnje i korištenja vodika podrazumijeva dogradnju i modernizaciju elektroenergetske mreže i plinskog transportnog sustava. Dekarbonizacija rafinerija korištenjem obnovljivog vodika umjesto vodika iz fosilnog izvora, kao jedan od primjera industrijske primjene vodika, zahtijevat će modernizaciju plinskog transportnog sustava i elektroenergetske mreže. S druge strane, sinteza tzv. zelenog amonijaka iz obnovljivog vodika omogućila bi njegovu širu primjenu i dodatne alate za dekarbonizaciju industrije.

2.2 Strateške smjernice

Strategija se temelji na četiri stupa koja određuju glavne smjernice razvoja gospodarstva zasnovanog na vodik u kako slijedi:

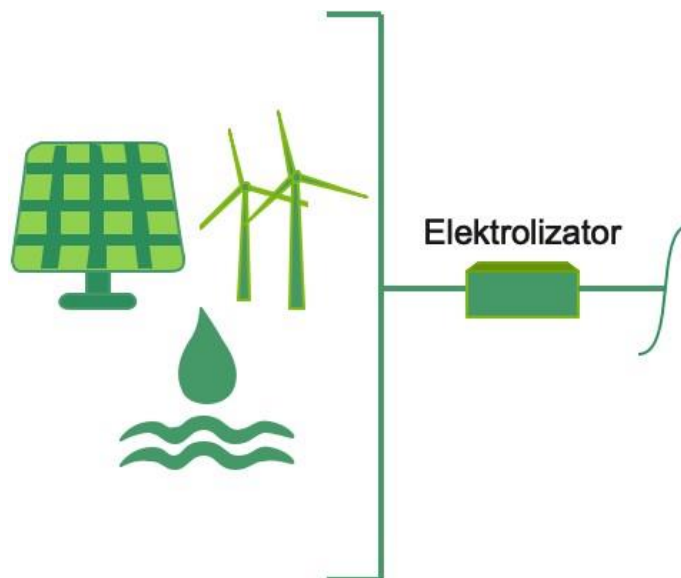
1. Proizvodnja vodika – omogućiti proizvodnju niskougljičnog vodika koja će se prvenstveno orijentirati na obnovljivi vodik s ciljem proizvodnje proizvoda s niskim udjelom ili bez CO₂ emisija.
2. Pohrana (skladištenje) i transport vodika – prenamjena postojeće infrastrukture za transport vodika od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje u dugoročnom razdoblju. U

kratkoročnom razdoblju očekuje se da će mjesta proizvodnje biti na mjestima potrošnje za potrebe industrijskih procesa.

3. Korištenje vodika – omogućavanje korištenja vodika u industrijskim procesima, poljoprivredi i sl., kao i razvoj uporabe vodika u prometu osiguravanjem poticaja za kupnju vozila i plovila na vodik.
4. Obrazovanje, istraživanje i inovacije – osiguravanje razvoja i komercijalizacije novih tehnologija u proizvodnji obnovljivog vodika te njegovog sigurnog korištenja i transporta.

I. PROIZVODNJA VODIKA

Vodik ne možemo naći u prirodi u njegovom elementarnom obliku već vezanog u različite kemijske spojeve. Stoga ga je potrebno izolirati iz spoja u kojem se nalazi, a što se postiže primjenom različitih tehnologija poput reformacije (prerade) prirodnog plina (tzv. sivi vodik) ili proizvodnje vodika elektrolizom vode koristeći OIE (tzv. zeleni, odnosno obnovljivi vodik). Posljednjih nekoliko godina dolazi do značajnijeg razvoja novih tehnologija u području proizvodnje električne energije iz OIE, koja je potrebna za proizvodnju vodika elektrolizom vode, ali i u proizvodnji vodika drugim tehnologijama (npr. pirolizom ili uplinjavanjem otpada) kojima se znatno smanjuje emisija CO₂ ili čak u potpunosti izostaje.



Slika 2. Lanac proizvodnje vodika

Imajući u vidu da HR ima za cilj povećanje udjela proizvodnje električne energije iz OIE, razumljivo je poticanje proizvodnje obnovljivog vodika, a koji bi se većinskim dijelom dobivao elektrolizom vode uz korištenje električne energije iz OIE. Proizvodnja vodika odvijala bi se na mjestu proizvodnje električne energije, koje ujedno može biti i mjesto potrošnje vodika, s ciljem rasterećenja elektroenergetskog sustava.

Nadalje, cilj je omogućiti proizvodnju obnovljivog vodika ne samo na mjestu proizvodnje električne energije iz OIE, nego i putem drugih OIE koristeći elektroenergetsku mrežu. Na početku je potrebno provoditi oba modela proizvodnje vodika, a postupan razvoj proizvodnje odvijat će se u skladu s razvojem novih tehnologija za proizvodnju vodika, mogućnostima elektroenergetske mreže za prijenos električne energije do mjesta proizvodnje vodika te mogućnostima transporta vodika kroz postojeći plinski transportni sustav. Sukladno procjenama iz Energetske strategije HR, dekarbonizacija energetskog sektora ide u smjeru instaliranja novih kapaciteta OIE koji će se usmjeriti prema krajnjim korisnicima u obliku električne energije kroz elektroenergetski sustav HR, dok se dio tih kapaciteta može koristiti za proizvodnju obnovljivog vodika neposredno na mjestu proizvodnje električne energije. Dodatno, dio tako proizvedene električne energije može se, putem elektroenergetskog sustava za prijenos i distribuciju električne energije (distribuirana proizvodnja vodika), usmjeriti do mjesta proizvodnje obnovljivog vodika. Takva distribuirana proizvodnja vodika omogućuje bolju iskorištenost izgrađenih prijenosnih i distribucijskih kapaciteta elektroenergetske mreže, ali i korištenje elektrolizatora za pružanje pomoćnih usluga operatorima prijenosnog i distribucijskog sustava, uz uvjet da se uvedu poticajne tarife za korištenje prijenosne i distribucijske mreže za prijenos zelene električne energije do mjesta distribuirane proizvodnje obnovljivog vodika.

Uz proizvodnju obnovljivog vodika potrebno je osigurati i sustav certifikata u svrhu pouzdanog dokazivanja podrijetla obnovljivog vodika. Također, nužno je osigurati da taj sustav za certificiranje obnovljivog vodika bude na razini sadašnjeg sustava jamstva podrijetla zelene električne energije u HR, a čime bi se omogućilo fleksibilno korištenje zelene električne energije za proizvodnju obnovljivog vodika korištenjem elektrolizatora. U EU postoji projekt koji je posvećen certificiranju obnovljivog vodika (*CertifHy*), pa se sličan model može uvesti i u HR.

Cijena vodika ovisit će o načinu njegove proizvodnje. Sukladno EU strategiji za vodik, cijena vodika koji je proizveden iz fosilnih goriva je trenutno oko 1,5 EUR po kilogramu ne uzimajući u obzir cijenu otpuštenog CO₂ u atmosferu (ova cijena ovisi o cijeni prirodnog plina te je podložna promjenama). Ako uz proizvodnju vodika omogućimo i hvatanje otpuštenog CO₂, onda je ta cijena oko 2 EUR po kilogramu. Cijena proizvodnje obnovljivog vodika, odnosno proizvodnje vodika elektrolizom vode korištenjem električne energije iz OIE trenutno je oko 2,5 - 5,5 EUR po kilogramu. Ukoliko se ostvare predviđanja na tržištu i cijene električne energije proizvedene iz OIE padnu u narednom periodu zajedno s cijenama elektrolizatora, omogućavajući profitabilnost proizvodnje obnovljivog vodika, procjenjuje se da će do 2030. godine obnovljivi vodik cjenovno biti konkurentan vodik proizvedenom iz fosilnih goriva (iako se na razini EU najavljuje konsenzus postizanja cijene obnovljivog vodika od 1,5 - 3 EUR po kilogramu).

Također, iako će se prvi projekti proizvodnje vodika vezati uz elektrolizatore i električnu energiju iz OIE, potrebno je poticati razvoj projekata koji su vezani uz nove tehnologije proizvodnje obnovljivog vodika (uz male ili nikakve emisije CO₂) poput onih u sektoru otpada ili razvoj drugih tehnologija proizvodnje električne energije iz OIE (npr. snaga valova, odobalne vjetroelektrane i sl.). U dugoročnom razdoblju, a ovisno o prestanku rada plinskih

platformi na sjevernom Jadranu, moguće je razviti projekte odobalnih vjetroelektrana za proizvodnju električne energije iz OIE i obnovljivog vodika koji bi se putem postojećeg plinovoda mogao transportirati za potrebe HR i Italije.

Proizvodnja vodika će se, u razdoblju do 2026. godine, prvotno vezati uz promet i industrijski sektor. U prometu već postoje projekti u visokoj fazi pripremljenosti dok je industrijski sektor najspremniji za početak primjene obnovljivog vodika, kao što je to slučaj kod rafinerijskih i petrokemijskih postrojenja. Stoga je potrebno, uz proizvodnju obnovljivog vodika na mjestu proizvodnje električne energije iz OIE, omogućiti i razvoj proizvodnje obnovljivog vodika korištenjem elektrolizatora priključenih na elektroenergetsku mrežu.

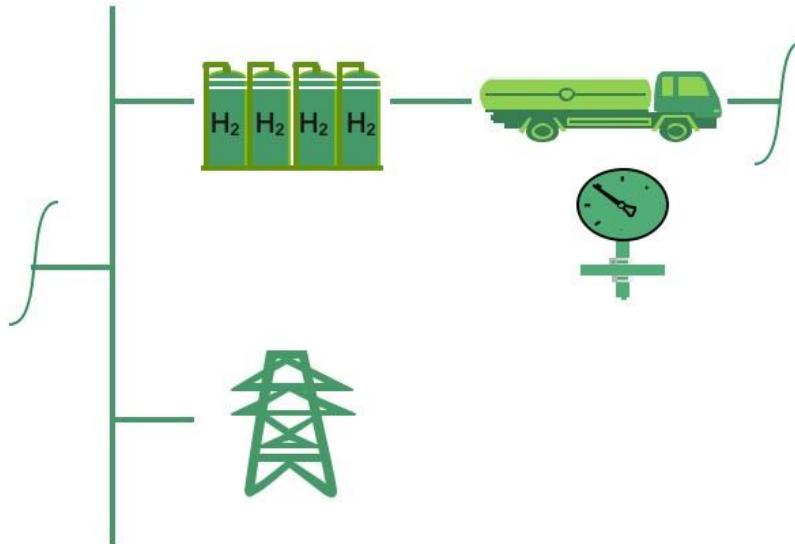
U razdoblju do 2030. godine ključno je osigurati proizvodnju dovoljne količine obnovljivog vodika koji bi poslužio kao sirovina u industrijskim procesima. U skladu s tim, omogućavanje neprekidne proizvodnje obnovljivog vodika osigurat će njegovu primjenu u industrijskim procesima prvenstveno kod petrokemijske industrije, a kasnije i kod industrije koja koristi velike količine prirodnog plina ili težih oblika fosilnih goriva (cementna industrija, industrija stakla, metala i sl.). U tom smislu, potrebna je uspostava dovoljnog kapaciteta elektrolizatora, ali i ubrzana komercijalizacija drugih proizvodnih tehnologija za obnovljivi vodik.

Za uspostavu značajnije proizvodnje obnovljivog vodika, u početnom razdoblju, mogu poslužiti već postojeća industrijska postrojenja (tzv. „*brownfield*“ investicije) koja su pred gašenjem ili koja imaju potencijal prenamjene i uspostave novih, dekarboniziranih tehnologija u svojim proizvodnim procesima. Samo postavljanje elektrolizatora veće snage bit će lakše u onim postrojenjima koja već imaju za to odgovarajuću infrastrukturu.

Nakon 2030. godine, a posebice nakon 2040. godine, pretpostavka je da će potražnja rasti te će u skladu s time biti neophodno osigurati proizvodnju obnovljivog vodika dovoljnog za sve potrebe HR, a pritom vodeći računa i o potencijalnom izvozu obnovljivog vodika u zemlje u širem okruženju. Za postizanje toga, važno je osigurati razvoj i promicanje dodatnih kapaciteta električne energije iz OIE, novih tehnologija u proizvodnji obnovljivog vodika te uspostaviti kvalitetnu međusektorsku suradnju (poljoprivreda, gospodarenje otpadom, energetika, promet itd.) koja će omogućiti konkurentne ulazne troškove u proizvodnji obnovljivog vodika.

II. POHRANA (SKLADIŠTENJE) I TRANSPORT VODIKA

Pohrana (skladištenje) vodika na samom početku razvoja gospodarstva zasnovanog na vodikom može biti u plinovitom obliku. U dugoročnom razvoju, kada poraste potražnja za vodikom, moguća je njegova pohrana i u tekućem obliku koji ima smisla samo u nekim specijalnim primjenama gdje komprimirani vodik ne može zadovoljiti zahtjeve za volumenom. Također, imajući u vidu potencijal vodika za šire održivo gospodarstvo i ciljeve EU do 2050. godine, očekuje se usmjeravanje znanstveno istraživačkih kapaciteta na osiguravanje novih tehnologija pohrane (skladištenja) vodika.



Slika 3. Lanac pohrane (skladištenja) i transporta vodika

Transport vodika može se obavljati u prikolicama sa spremnicima za vodik u plinovitom ili tekućem stanju koristeći cestovni, željeznički, pomorski i riječni promet. U slučajevima gdje je potrebno osigurati veće količine vodika i neprekidnu dobavu kao što je to slučaj kod industrijskih procesa, važno je osigurati odgovarajuću infrastrukturu cjevovodima (odnosno vodikovodima) od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje vodika. Izgradnja izravnog vodikovoda je tehnički izvediva, a do 2025. godine očekuje se i donošenje zakonodavnog okvira za transport i pohranu (skladištenja) vodika. Transport vodika je također moguć plinskim transportnim sustavom na način da se vodik, u određenom postotku, miješa s prirodnim plinom u transportnom sustavu uz naknadnu separaciju vodika iz mješavine, ako je negdje potreban čisti vodik. Ukoliko je potrebna samo energija, onda ga nije potrebno odvajati.

HR ima razvijen plinski transportni i distributivni sustav. Ukupna duljina plinskog transportnog sustava iznosi preko 2.500 km, a distributivnog sustava preko 18.000 km preko koje se plinom izravno opskrbljuje preko 680.000 krajnjih kupaca u 19 od ukupno 20 županija i Gradu Zagrebu (neposredno preko sustava centraliziranog toplinskog grijanja broj krajnjih korisnika prirodnog plina je znatno veći). Plinski transportni sustav je preko interkonekcija s Mađarskom i Slovenijom povezan s regionalnim i europskim plinskim sustavom, a terminalom za ukapljeni prirodni plin (u daljnjem tekstu: UPP) i evakuacijskim plinovodima sa svjetskim tržištem UPP-a, što omogućava transport plina prema regionalnom i europskom tržištu.

U prvoj fazi će infrastrukturne potrebe za transportom vodika ostati ograničene jer će se potražnja podmirivati proizvodnjom u blizini ili na licu mjesta potrošnje. U određenim područjima očekuje se miješanje s prirodnim plinom. Odmah će započeti planiranje transportne infrastrukture za transport čistog vodika i infrastrukture za hvatanje i korištenje CO₂ s ciljem olakšavanja primjene određenih oblika vodika s niskim udjelom emisija CO₂. Planiranje razvoja mreže za transport vodika i CO₂ temeljit će se na principu najmanjeg troška, odnosno na optimiziranom korištenju i prenamjeni postojeće plinske infrastrukture u plinovode za transport vodika i CO₂.

U drugoj fazi će vodikova infrastruktura (novoizgrađena ili infrastruktura od prenamijenjenih plinovoda za prirodni plin) transportirat vodik ne samo za industrijske i prometne primjene već i za uravnoteženje električne energije i opskrbu toplinom za stambene i poslovne zgrade. U ovoj će se fazi pojaviti potreba za transportnom infrastrukturom na razini cijele HR i EU. Poduzet će se svi potrebni koraci s ciljem omogućavanja transporta vodika iz područja s velikim potencijalom OIE do centara potražnje smještenih na područjima s manjim potencijalima OIE, a i prema drugim državama članicama EU ili Energetske zajednice. HR će se aktivno uključiti u razvoj okosnice buduće paneuropske mreže za transport vodika (engl. *Backbone Transmission Infrastructure*). Gdje god je to tehnički i ekonomski opravdano, postojeći plinski transportni sustav će se prenamijeniti za transport obnovljivog vodika na veće udaljenosti, a razvit će se i veći spremnici vodika za koje se procjenjuje da će u ovoj fazi postati nužni. EU očekuje razvoj međunarodne trgovine vodikom pa će shodno tome HR iskoristiti svoj povoljan geografski položaj i potencijal postojećeg plinskog transportnog sustava te će, prema potrebi, izgraditi nove plinovode za transport vodika s ciljem preuzimanja uloge neizostavne karike u transportu vodika iz istočne Europe, Balkana i zemalja južnog i istočnog Mediterana krajnjim korisnicima vodika u HR i prema rastućem regionalnom i europskom vodikovom tržištu. U konačnici, postojeća lokacija za UPP terminal će se, ovisno o razvoju tržišta i realiziranim nacionalnim potencijalima za proizvodnju vodika, prenamijeniti u lokaciju za dobavu obnovljivog vodika.

Konačno, najveća prepreka bržem i širem usvajanju OIE, odnosno zelenoj energetske tranziciji je prvenstveno njihova promjenljivost na dnevnoj i godišnjoj razini. Za tu je svrhu potrebno kombinirati varijabilne izvore energije i neku vrstu pohrane (skladištenja) energije ako bi se ona mogla koristiti u vrijeme kada je potrebna, a ne kada je proizvedena.

Kada bi se uz sustave koji koriste OIE gradili i vodikovi sustavi, viškovi električne energije, koji se povremeno javljaju, mogli bi se pohranjivati (skladištiti) za kasniju uporabu. Time bi se preskočila najveća prepreka snažnijem razvoju novih elektrana. Pohrana (skladištenje) električne energije danas se odvija putem reverzibilnih hidroelektrana, baterijskih sustava i vodika.

Spremnici vodika mogu biti strateški geografski raspoređeni i međusobno povezani. Oni su centralni dio mikro-mreže. Umrežavanjem zelenih mikro-mreža može se prekriti čitav geografski prostor regije ili države jednom izuzetno fleksibilnom i robusnom zelenom električnom mrežom. Moguće je i direktno povezivanje spremnika i mrežom cjevovoda za vodik.

HR trenutno ima operativno jedno podzemno skladište plina „PSP Okoli“. U tijeku je izgradnja novog, manjeg podzemnog skladišta plina na lokaciji eksploatacijskog polja „Grubišno Polje“. Dodatno se, tijekom redovnih aktivnosti operatora sustava skladišta plina u HR, radi na daljnjem razvoju sustava kontinuiranim vrednovanjem novih potencijalnih lokacija podzemnih geoloških struktura pogodnih za pohranu (skladištenje) plina kao i njihovom potencijalu za skladištenje vodika u budućnosti. S obzirom na to da vodik, kao jedan od energenata budućnosti, privlači sve veći interes u EU i u svijetu zbog moguće svestrane primjene i doprinosa dekarbonizaciji, provest će se znanstveno utemeljena procjena mogućnosti

prenamjene postojećih podzemnih skladišta plina za pohranu vodika. Pri tome će se uzeti u obzir različiti čimbenici, kao što su analiza troškova i koristi i iz tehničko-gospodarske i iz regulatorne perspektive, opća integracija sustava i dugoročna troškovna učinkovitost. Utvrdit će se mogućnost pohrane (skladištenja) vodika u velikim količinama u postojeće podzemno skladište plina „PSP Okoli“, kao i u podzemno skladište plina „PSP Grubišno Polje“ koje je u izgradnji. Također, tijekom procesa vrednovanja novih lokacija za podzemno skladištenje (pohranu) plina utvrdit će se pogodnost geoloških formacija za pohranu vodika.

U prvoj fazi se u HR ne očekuje značajnija potreba za velikim spremnicima za vodik (engl. *Large Scale H₂ Storage*). No, u ovoj fazi je potrebno krenuti s planiranjem, zakonskom i tehničkom regulacijom i razvojem infrastrukture za pohranu vodika u velikim količinama, bilo vodika pomiješanog s prirodnim plinom ili samo čistog vodika. Dakle, alate za učinkovito otklanjanje potencijalnih prepreka potrebno je uključiti u sadržaj regulative od značaja za investicije i održivost projekata izgradnje skladišne infrastrukture za vodik.

Vodik će se koristiti za dnevnu i sezonsku pohranu energije te pružanje pričuve i privremene rezerve, čime će se srednjoročno povećati sigurnost opskrbe. U toj fazi pojavit će se potreba za logističkom infrastrukturom na razini cijele EU te će se vodik transportirati iz područja s velikom količinom energije iz OIE do centara potrošnje, koji se mogu nalaziti i u drugim državama članicama. Isplanirat će se okosnica paneuropske mreže i uspostaviti mreža punionica vodika. Postojeća plinska mreža može se prenamijeniti za transport vodika iz OIE na veće udaljenosti, za čiju pohranu će biti potrebni veliki podzemni spremnici za vodik.

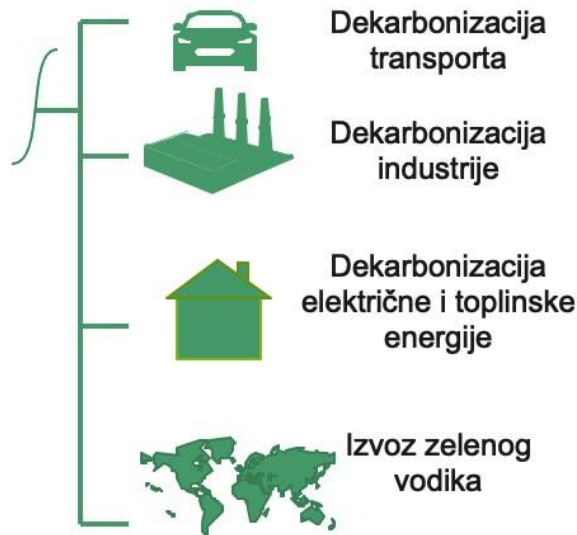
Nakon druge faze, tehnologije proizvodnje vodika, transporta, pohrane i korištenja vodika potrebno je usavršiti i široko primjenjivati u svim sektorima i djelatnostima. Stoga će biti potrebno izgraditi odgovarajuće podzemne kapacitete spremnika za vodik sukladno prognoziranim budućim energetske potrebama za ovim energentom u HR, a prema potrebi i zemljama regije.

III. KORIŠTENJE VODIKA

Vodik je jedan od elemenata važnih za provedbu dekarbonizacije energetike i gospodarstva. Posebice jer postoji niz sektora u kojima se vodik može primjenjivati: kao sirovina (u petrokemijskoj industriji, rafinerijama i sl.), u prometu (cestovni, željeznički, brodski i zračni prijevoz), energetika (pohrana energije, usluge sustava nužne za rad prijenosnog i distribucijskog sustava). Također, ne smije se zanemariti njegov potencijal kao moguće direktne zamjene za prirodni plin, ali i biti komplementaran ili zamjenski energent za održiva tekuća goriva.

Razvoj tržišta vodika i jačanje njegove potražnje treba se odvijati paralelno s razvojem kapaciteta za njegovo korištenje. Primjerice, osim razvijanja tehnologije proizvodnje obnovljivog vodika, važan preduvjet za njegovu primjenu u prometu je, uz nabavu vozila na vodik, i istovremeni razvoj potrebne infrastrukture za punjenje i transport vodika. Puno je veći izazov transformacija industrije koja će vodik početi koristiti za dekarbonizaciju stvarajući tako potrebu za velikim količinama obnovljivog vodika.

HR ima značajan potencijal unutar industrijskog sektora, posebice u rafinerijskoj proizvodnji i petrokemijskoj industriji, koje i danas koriste vodik proizveden iz prirodnog plina u sklopu svojih proizvodnih procesa. Vodik se može koristiti u ostalim energetski intenzivnim industrijama kojima je plin nužan u procesima kao sirovina, ali i kao energent. No, kako bi se to omogućilo, proces prelaska s fosilnih goriva na korištenje vodika kao energenta mora biti konkurentan i koordiniran sa stvaranjem i povećanjem kapaciteta za proizvodnju obnovljivog vodika.



Slika 4. Lanac korištenja vodika

Korištenje vodika u prometu

Imajući u vidu emisije CO₂ po sektorima, vodeći je sektor prometa koji ima najviše emisija CO₂ pa je sukladno tome istraživanje, razvoj i primjenu vodika potrebno usmjeriti u sve njegove grane. Posebice ukoliko se u obzir uzme i potencijalno nametanje sustava trgovanja emisijama stakleničkih plinova (ETS sustav) sektoru prometa.

Uvođenje prometa u ETS sustav dodatno će ubrzati proces prelaska na promet s manjim CO₂ emisijama gdje vodik, uz električnu energiju i ostala alternativna goriva, može biti važan pokretač promjena. Vodik se kao pogonsko gorivo može uvesti u sve dijelove prometa, od cestovnog preko željezničkog do pomorskog, a tehnologija vodika otišla je toliko daleko da danas postoje i ultralaki gorivni članci i spremnici vodika koji se koriste u zrakoplovima i dronovima.

Za snažniju primjenu vodika u prometnom sektoru važno je istovremeno osigurati sve dijelove vrijednosnog lanca vodika od proizvodnje, preko transporta sve do korištenja vodika (odnosno osiguravanja dovoljnog broja vozila koja će vodik koristiti). Usklađivanje završetka izgradnje infrastrukture sa završetkom postupka nabave i isporuke vozila na vodik važno je za učinkovito korištenje te infrastrukture, što ima značajan utjecaj na brzinu razvoja novog tržišta i povjerenje u rezultate takvih investicija.

Danas već postoje vozila na vodik u serijskoj proizvodnji (automobili, autobusi, kamioni i sl.) što olakšava primjenu vodika u ovom dijelu prometa. Pritom se prvenstveno misli na javni gradski prijevoz čijim će se smanjenjem emisija CO₂ poboljšati kvaliteta zraka u urbanim

sredinama. U skladu s tim, sektor prometa je ujedno i najzreliji za primjenu vodika u HR. Iako je na svjetskoj razini udio teških vozila još uvijek zanemariv, imajući u vidu obećavajuću tehnologiju primjene gorivnih članaka za pogon teških vozila i značajne napore koji se ulažu u razvoj tehnologija u ovoj grani prometa, to se može vrlo brzo promijeniti.

Uspostava infrastrukture (punionica za vodik) predviđena je NOP-om, u kojemu vodik predstavlja jedno od rješenja za zamjenu ugljikovodika u gorivima srednjih i većih vozila. Strategijom prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2030. godine predviđeno je da će smanjenje negativnih ekoloških utjecaja na promet biti definirano mjerama koje su potrebne za ostvarivanje nacionalnih ciljeva i te mjere će se revidirati u okviru izrade novog NOP-a za uspostavu infrastrukture za alternativna goriva.

Uspostavu tržišta vodika u cestovnom prometu potrebno je započeti s velikim krajnjim korisnicima poput obveznika javne nabave u prijevozu putnika i roba sukladno usvojenim EU direktivama. Istodobno, potrebno je osigurati uspostavu mreže punionica za vodik u cestovnom prometu koja će, u prvim koracima, biti vezana uz veća gradska središta. U ovom koraku važno je osigurati uvjete (primjerice bespovratna sredstva) kojima će se izgraditi prva mreža punionica koje u prvih nekoliko godina, sasvim sigurno neće biti ekonomski isplative. Uspostavom mreže od deset punionica osigurat će se daljnje širenje mreže punionica na tržišnoj osnovi.

Posebno je važno osigurati brzi prelazak javnog gradskog prijevoza s fosilnih goriva na električnu energiju, odnosno baterije i vodik. Pri tome treba voditi računa kako su obje tehnologije jednako važne i nužne, ali vodik posebno treba potencirati u sredinama koje su na brdovitom terenu, imaju duge linije ili velike temperaturne oscilacije tijekom godina koje mogu utjecati na kapacitet baterija. Osim njih, veliki potencijal prelaska na vodik imaju i vozila u sektoru otpada kojima će se osim smanjenja emisija CO₂ osigurati i smanjenje buke što je nužno s obzirom na vrijeme provođenja operacija sakupljanja otpada.

U željezničkom prometu nema konkretnih ciljeva za razvoj i korištenje vodika stoga je isto neophodno razmotriti u odnosu na druga alternativna goriva. S obzirom na to da niz važnih željezničkih pravaca još uvijek nije elektrificiran, potrebno je razmotriti isplativost ulaganja u vodik u odnosu na ulaganja u elektrifikaciju navedenih pravaca. Studija „*Study on the use of fuel cells and hydrogen in the railway environment*“ koju je 2019. objavio *Fuel Cell Hydrogen Joint Undertaking* (FCH JU) je pokazala da su vlakovi na vodik konkurentni za duge neelektrificirane linije dulje od 100 km s niskom iskorištenošću – manje od 10 vlakova dnevno. Za putnički željeznički promet postoje gotova rješenja obzirom da unutar Europe postoji već nekoliko proizvođača koji nude vlakove na vodik što dodatno pojačava konkurentnost korištenja vodika u željezničkom prometu. Zbog toga je nužno razmotriti prednosti korištenja vodika u željezničkom prometu s ciljem brze i učinkovite transformacije željezničkog prometa s fosilnih goriva na čistu energiju.

Pomorski promet također ima veliki potencijal za korištenje vodika. Posebice kada se radi o prometu vezanom uz povezivanje kopna i otoka. Iako su otoci u HR povezani s kopnom podmorskim kabelima, prilikom osiguravanja energetske neovisnosti pojedinih otoka, vodik se može koristiti kao potencijalni spremnik energije i ujedno kao gorivo za javni otočni prijevoz

kao i za trajekte, posebice kada su trajekti u stanju mirovanja i kada im za potrebe korištenja električne energije radi motor. Time bi se pohrana proizvedene električne energije iz viškova mogla kvalitetnije koristiti, posebice u periodu kada se smanjuje nastanjenost otoka (izvan turističke sezone) pa kapaciteti za proizvodnju postanu predimenzionirani.

Drugi segment brodskog prometa vezan je uz rijeke, a posebice Dunav koji je zadnjih godina postao atraktivan za riječne kruzere. Doda li se tome europska inicijativa kojom se namjerava uspostaviti transport vodika s jugoistoka Europe do zapadnog dijela EU, uporaba vodika može imati prednost nad drugim alternativnim gorivima.

Poseban segment koji se veže uz brodski promet vezan je uz opskrbu električnom energijom brodova na vezu (engl. *Cold Ironing*). Ovo je važan element posebice u lukama koje primaju veći broj kruzera (Dubrovnik, Split, Zadar). Većina luka danas koristi agregate na fosilna goriva koji emitiraju veliku količinu stakleničkih plinova te pri tome proizvode i buku. Zbog toga je nužno ovaj segment poslovanja luka što prije dekarbonizirati te osigurati ili direktnu opskrbu s OIE ili korištenje vodika preko gorivnih članaka za osiguravanje dovoljne količine električne energije za brodove u lukama.

Prometni sektor ima veliki potencijal za korištenje vodika kako u cestovnom, tako i u željezničkom, brodskom i zračnom prometu. Posebice je važno osigurati prelazak na vodik u sektoru željeznica kojima je uspostava infrastrukture za opskrbu vodikom daleko jednostavnija od ostalih prometnih sektora, a učinak na smanjenje emisija CO₂ velik.

U području zračnog i brodskog prometa moguće je koristiti sintetska goriva (e-goriva) koja imaju potencijalno manje troškove logistike i veću gustoću energije u odnosu na komprimirani ili ukapljeni vodik te istovremeno koriste poznate tehnologije motora s unutrašnjim izgaranjem. Također, potrebno je razviti cjelovito planiranje korištenja vodika u zračnim lukama.

Zaključno, za bržu implementaciju i sigurno korištenje vodika, uz sve navedeno, potreban je regulatorni i normativni okvir.

Korištenje vodika u industriji

Industrijska proizvodnja u HR ima veliki potencijal za korištenje vodika, posebice u procesu dekarbonizacije kao zamjena za fosilna goriva. Ovo se prvenstveno odnosi na industriju koja već koristi vodik u svojim procesima (petrokemijska industrija, rafinerije), ali se korištenje vodika treba usmjeriti i na sve druge energetske intenzivne industrije koje koriste fosilna goriva (posebice prirodni plin) kao energent za svoje proizvodne procese.

U HR danas se vodik uglavnom proizvodi u sklopu industrijskih postrojenja za potrebe vlastitih proizvodnih procesa, a proizvodi se iz prirodnog plina (tzv. *sivi vodik*). Ovo su ujedno i prva industrijska postrojenja u kojima se može razmišljati o dekarbonizaciji s ciljem zamjene vodika koji se proizvodi iz fosilnih izvora s obnovljivim vodikom.

Ujedno su to i lokacije koje trebaju značajne količine vodika te se na taj način može osigurati ujednačeno podizanje proizvodnje i korištenja vodika čime će se osigurati ekonomska

isplativost obaju procesa neophodnih za potpunu uspostavu gospodarstva zasnovanog na vodik.

Također, u sklopu tih procesa može se osigurati proizvodnja vodika na mjestu (ili blizu mjesta) korištenja čime će se smanjiti početne cijene proizvodnje zbog izbjegavanja transporta vodika na druge lokacije.

Slično kao i kod OIE, proizvodnja obnovljivog vodika može se decentralizirati s ciljem smanjenja cijena proizvodnje i jačanja konkurentnosti u industrijskim granama kojima se nameće pritisak dekarbonizacije.

Osim petrokemijske industrije i rafinerija (koje već koriste vodik), potreban je početak njegove primjene i u industrijama koje u tehnološkom procesu trebaju velike količine visoko temperaturne toplinske energije (npr. cementna industrija). Također, potrebno je istražiti i potencijal prelaska na vodik kod proizvodnje električne energije i potencijala vezanog za upravljanje električnom mrežom.

Povećanje potražnje za vodikom mora ojačati i industriju vezanu uz proizvodnju vodika i stvaranje novih poslova koji su vezani za dekarbonizaciju. Dekarbonizacija industrije, temeljena na korištenju vodika, mora obuhvatiti sve elemente gospodarstva zasnovanog na vodik od proizvodnje, preko pohrane (skladištenja) i transporta, do korištenja vodika u industrijskim procesima te kao energenta.

Kućanstvo

Vodik se može koristiti i kao nosilac energije za grijanje/hlađenje domova, bilo da se radi o većim ili manjim zatvorenim sustavima. Osim toga, kao prijelazna faza u dekarbonizaciji EU, potiče se umješavanje vodika u prirodni plin. Iako je za takve aktivnosti nužna prenamjena postojećih plinskih sustava, HR je, kao potpisnica deklaracije „*Održiva i pametna plinska infrastruktura za Europu*“, kojom se potiče jača primjena postojeće plinske infrastrukture u infrastrukturu za dekarbonizirane plinove, pokazala kako postojeća infrastruktura ima veliki potencijal za razvijanje distribucije vodika velikom broju krajnjih kupaca koji danas koriste prirodni plin uglavnom za grijanje i pripremu tople vode.

Potencijal korištenja vodika u grijanju i hlađenju još se uvijek razvija, ali već postoje razvijeni sustavi grijanja na vodik. Dodatni potencijal ima i korištenje vodika preko gorivnih članaka za dobivanje električne energije jer je u ovom procesu uz vodu, jedan od nusproizvoda i određena količina toplinske energije.

U skladu s navedenim, može se očekivati da će se vodik početi koristiti i u zatvorenim sustavima grijanja, posebice kod pametnih domova gdje će se iz vodika preko gorivnih članaka proizvoditi električna energija i toplina.

Za ovaj tip korištenja vodika potrebno je osigurati distribucijsku mrežu, ali se dugoročno može očekivati da će sustavi temeljeni na vodik polako istiskivati sustave na fosilna goriva koji su danas široko rasprostranjeni.

Iako za šire korištenje vodika treba osigurati distribucijski sustav, potencijal kojega ovi sustavi mogu imati u modernim domovima (korišteni kao sustavi mini kogeneracije), kao i razvijeni distribucijski sustav, mogu potaknuti masovnije korištenje vodika u grijanju i hlađenju u razdoblju nakon 2030. godine. Danas se u područje grijanja i hlađenja kućanstava sve više koriste klima uređaji koji su zapravo dizalice topline. Potrebno je uložiti okvirno trećinu energije u proces dizanja temperaturne razine toplinske energije uzete iz okoliša i njezino prebacivanje u zatvoreni prostor koji se zagrijava. Ta količina energije je uobičajeno električna energija (jer se grijanje provodi zimi) te se uzima iz električne mreže. No ona se može proizvesti ljeti iz sunčeve energije, pohraniti u vodik i koristiti po zimi preko gorivnih članaka. Alternativno je moguća i pohrana električne energije u baterijama, ali s manjom pouzdanošću.

Sigurnost opskrbe / pričuveni sustavi

Vodik je kao energent potrebno sve više uključivati u sigurnosne sustave civilne, ali i vojne namjene. Obzirom na široki spektar opcija koje nudi (skladište/pohrana električne energije, pogonsko gorivo) svakako je zanimljiv kao dio pričuvenih sustava koji ovog trenutka rade na fosilna goriva (bolnice, veliki sustavi opremljeni agregatima u slučaju nestanka električne energije), ali i za ugradnju u stambene zgrade. Ti sustavi mogu se prebaciti na vodik čime će se osigurati smanjenje emisija stakleničkih plinova, ali i sigurnost korištenja takvih sustava u zatvorenim prostorima (primjerice brodovima ili prostorijama) koji potencijalno mogu biti mjesta razvijanja ugljikovog monoksida (CO) prilikom rada pričuvenih sustava, posebice u situacijama kada se takvi sustavi koriste minimalno.

Takvi pričuveni sustavi već postoje na tržištu, a imajući u vidu niz institucija koje moraju osigurati minimalnu količinu energije zbog osiguravanja svojih aktivnosti, ovo može otvoriti nove gospodarske aktivnosti vezane uz proizvodnju dijelova opreme i opskrbu vodikom.

Jedna niša ovakvih sustava su i mini sustavi na udaljenim i teško pristupačnim mjestima do kojih nije moguće jednostavno i sigurno dovesti električnu energiju. U situaciji snažnog razvijanja digitalnih sustava, potencijal vodika kao nosioca energije za te mikro sustave je posebno zanimljiv.

Opskrba vojnih objekata također je niša koja ima veliki potencijal u daljnjem razvoju gospodarstva zasnovanog na vodik, posebice jer vodik može biti gorivo za vozila, a u isto vrijeme može biti i spremnik za proizvodnju električne energije nužne za napajanje građevina i sustava u slučaju velikih kriza.

Dodatni poticaj korištenja vodika u pričuvenim sustavima i spremnicima energije može biti i mogućnost decentralizirane proizvodnje obnovljivog vodika koju se može vezati uz pojedine lokalitete i na taj način ih učiniti još manje ovisnima o uobičajenim logističkim sustavima opskrbe.

IV. OBRAZOVANJE, ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ

Obrazovanje, istraživanje i razvoj proizvoda i usluga vezanih uz gospodarstvo zasnovano na vodik može dodatno osigurati gospodarski rast i razvoj novih gospodarskih grana u HR,

posebice jer se može raditi o proizvodima s visokom dodanom vrijednošću (poput proizvodnje elektrolizatora, proizvodnje i strojne obrade vitalnih komponenti i sl.).

Iako je niz sustava koji koriste vodik u prometu i industriji već došao do komercijalne faze (primjerice u sektoru prometa već postoji niz vozila na vodik u serijskoj proizvodnji), za unaprjeđenje potencijalnog korištenja vodika u svim nabrojanim segmentima nužno je usavršavanje postojećih i razvoj novih tehnologija u proizvodnji, transportu i korištenju vodika.

Primjerice, robotizirani viličari i dostavna vozila s pogonom na vodik mogu biti značajni segment buduće industrijske proizvodnje prenosila i dizala. Proizvodnja modula za električne viličare na gorivne članke zasigurno je dugoročni strateški smjer industrijske tranzicije HR.

Također, nužno je i obrazovanje i osposobljavanje ljudi koji će nositi razvoj gospodarstva zasnovanog na vodik, kako u segmentu istraživanja i komercijalizacije, tako i u segmentu korištenja vodikovih sustava kao dio već postojećih procesa (primjerice u građevinskoj industriji, prometu i slično). Ono je posebno važno kada govorimo o sigurnosti sustava i eventualnim negativnim posljedicama koje se mogu dogoditi u sustavima koji koriste vodik. Upravo negativna percepcija javnog mijenja može uvelike usporiti proces tranzicije što u trenutku snažne, ambiciozne i ubrzane dekarbonizacije može biti glavni razlog nedovoljne primjene vodika u gospodarstvu i kašnjenja u procesima dekarbonizacije. Stoga treba razvijati i promovirati i druge, znatno sigurnije načine pohrane vodika od onog pod visokim tlakom (primjerice koristeći metalne hidride).

Vežano za proizvodnju obnovljivog vodika, potencijal koji se danas promovira vezan je prvenstveno za elektrolizu. No, sve je više i drugih tehnologija (primjerice piroliza, uplinjavanje i sl.) kojima se vodik proizvodi uz minimalne količine CO₂. Potrebno je naglasiti da se razvijaju i tehnologije kojima se CO₂ može hvatati i koristiti ili se pak može pohraniti u geološke strukture.

Uloga istraživanja i razvoja je unaprjeđenje već postojećih tehnologija s naglaskom na povećanje učinkovitosti u procesima pohrane električne energije u vodik, kao i proizvodnje električne energije iz vodika. Minimalno povećanje učinkovitosti u ovim pretvorbama otvorit će još veći potencijal korištenju vodikovih tehnologija koje su sada još uvijek skuplje u nekim granama od tehnologije baziranih na korištenju fosilnih goriva. Također, potreban je fokus i na istraživanje materijala koji trebaju osigurati bolje čuvanje i transport vodika uz uporabu što je moguće manje energije za ovakve aktivnosti.

U skladu s navedenim, posebnu pažnju potrebno je usmjeriti na obrazovanje (stručnjaka i šire javnosti), razvoj novih inovativnih rješenja i na njihovu komercijalizaciju.

Obrazovanje

Danas se na nekoliko visokih učilišta održava nastava koja uključuje predavanja vezana na vodikovu tehnologiju (Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Zagreb i drugi). Posebno je važno u postojeće studijske programe na visokim učilištima jače integrirati nove

obrazovne module i početi stvarati nove obrazovne programe na visokim učilištima koji će usmjeriti obrazovanje i osposobljavanje na segmente gospodarstva zasnovanog na vodiku i koji će obrazovati nove generacije visokokvalificiranih stručnjaka specijaliziranih za vodikove tehnologije.

Također, potreban je razvoj koncepta cjeloživotnog obrazovanja koje bi osiguralo adekvatnu specijalizaciju postojećih stručnjaka i pratilo razvoj svih segmenata tehnologije proizvodnje, pohrane (skladištenja), transporta i korištenja vodika.

Cjeloživotno obrazovanje posebice je važno u industriji, odnosno gospodarskim granama koje svoju budućnost vide u potencijalu vodikovih tehnologija i koji već aktivno rade na razvijanju novih proizvoda i usluga vezanih uz vodik.

Osim toga, potrebno je i široj javnosti približiti teme vezane uz vodik, posebice u području sigurnosti i potencijala koji vodik nudi pojedincima (vozila, sustavi grijanja / hlađenja i slično). Ovdje se uz obrazovne institucije mogu aktivno uključiti i udruge koje će osmisliti kratke programe odgovarajuće za određene dobne skupine te na taj način osigurati bržu i jaču primjenu ovih ideja u formalno obrazovanje.

Istraživanje novih tehnologija

Razvoj gospodarstva zasnovanog na vodiku potrebno je povezati s inovativnim proizvodima i uslugama koje će osigurati komercijalizaciju i širu primjenu novih tehnologija vezanih uz vodik.

U proizvodnji je potrebno promovirati usavršavanje proizvodnje vodika elektrolizom vode, kao i niz novih tehnologija za proizvodnju obnovljivog vodika ili iz do sada nekorištenih OIE (primjerice valovi) ili potpuno novim tehnologijama (primjerice piroliza otpada, uplinjavanje, fotoelektrokemijsko rastavljanje vode na vodik i kisik i drugo).

U području pohrane (skladištenja) i transporta treba osigurati tehnološke procese za umješavanje vodika u prirodni plin, kao i opremu i procese za prihvatljivu prenamjenu postojećih sustava temeljenih na prirodnom plinu. Osim toga, naglasak treba staviti i na razvoj novih metoda pohrane (primjerice metalni hidridi, LOHC - *Liquid Organic Hydrogen Carrier* i sl.).

Kod korištenja vodika potrebno je dodatno jačati elektrolizu, ali i niz sustava koje koriste vodik bilo kao energent, bilo da se radi o prijevoznim sredstvima, bilo da se radi o različitim uređajima kojima se osigurava uspješan tehnološki proces. Tehnologija elektrolize već je provjerena i razvijena (elektrolizatori s protonski izmjenjivom membranom, alkalni elektrolizatori, elektrolizatori s krutim oksidom), a za razvoj i demonstracije posebno su aktualni alkalni elektrolizatori bez membrane koji omogućavaju proizvodnju vodika na većim tlakovima.

Znanstvene institucije trebaju potaknuti primijenjena istraživanja vezana uz usavršavanje tehnologije proizvodnje obnovljivog vodika, njegovo čuvanje i transport te načine korištenja s posebnim naglaskom na razvoj novih tehnoloških procesa za industrije koje sada koriste fosilna

goriva. Jedno od područja istraživanja, razvoja i inovacija u kojemu HR može napraviti značajan iskorak je u optimiranju upravljanja procesima, dakle u upravljanju elektrolizatorima i gorivnim člancima, a pogotovo u upravljanju cijelim sustavima. Osim navedenoga, iskorak se može napraviti i u prenamijeni vozila na fosilna goriva u vozila na vodik (posebice kada su u pitanju željeznice i brodovi kao dugoročna prijevozna sredstva na kojima ovakav tip zahvata može biti isplativ). Potrebno je dodatno usavršavanje tehnologije korištenja vodika u prometnom sektoru vezano za izgaranje (kemijsko i elektrokemijsko) vodika (što ima potencijala primjerice u zrakoplovnoj industriji). Ovi tipovi istraživanja imaju za cilj osigurati povezivanje akademske zajednice i industrije.

Nadalje, potrebno je potaknuti jačanje istraživanja i inovacija u privatnom sektoru kroz transfer znanja iz akademske zajednice u industriju, u kontekstu razvoja novih proizvoda i usluga koje se mogu primjenjivati na tržištu EU, ali i na svjetskoj razini. Ovo je važno u onim dijelovima industrije kojima je glavna djelatnost vezana uz fosilna goriva ili su im tehnološki procesi ovisni o korištenju fosilnih goriva.

Znanstvena zajednica treba osigurati adekvatan broj stručnjaka koji će se aktivno uključiti u rad s industrijom te osigurati razvoj novih ideja kojima će se ubrzati proces uspostave gospodarstva zasnovanog na vodiku. Također, potrebna je uska suradnja znanstvenog i gospodarskog sektora u tzv. inovativna partnerstva s ciljem postizanja najboljih mogućih rezultata u razvoju novih proizvoda i usluga kojima se pospješuje brža primjena tehnologija temeljenih na korištenju vodika kao nosioca energije.

HR ima potencijala da uz već uspostavljene sustave vezane za korištenje vodika, unutar znanstvene zajednice, u suradnji s industrijskim sektorom, osigura niz inovacija kojima će se ubrzati korištenje vodika i brža uspostava gospodarstva zasnovanog na vodiku.

Obzirom da se radi o energentu koji sve više ulazi u gospodarstvo EU, svako rješenje i svaka inovacija ima veliki potencijal ne samo unutar HR već i na svjetskoj razini.

Regionalni centar za vodik

U sklopu istraživačkih aktivnosti i jačanja primijenjenih istraživanja vezanih uz vodik, potrebno je u HR razmotriti osnivanje Regionalnog centra za vodik (u daljnjem tekstu: Centar) koji bi bio mjesto za širenje gospodarstva zasnovanog na vodiku unutar tzv. EU 13 zemalja (13 najmlađih država članica EU-a) u kojima je korištenje vodika tek na početku. Zadaća Centra bila bi povezivanje postojećih istraživačkih grupa koje se bave vodikovim tehnologijama na području HR i regije, ali i njegovo afirmiranje kvalitetom i međunarodnom kompetitivnošću unutar tzv. EU 13 zemalja.

Centar bi vodila znanstvena zajednica uz podršku industrije i politike iz zemalja u širem okruženju HR te bi kao takav predstavljao mjesto susreta industrije i istraživanja, s ciljem realizacije projekata vezanih uz vodik i gospodarstvo zasnovano na vodiku. Glavni cilj Centra bio bi postati generator ideja i inovativnih rješenja koja će osigurati jačanje razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku. Tehničke informacije vezane uz osnivanje i

funkcioniranje Regionalnog centra za vodik definirat će se zasebnim aktom Vlade Republike Hrvatske.

Centar će biti i okosnica konzorcija znanstvenih institucija za provedbu Važnih projekata od općeg europskog interesa (engl. *Important Projects of Common European Interest - IPCEI*) vezanih uz vodik te će ubrzati razvoj novih tehnologija i opreme vezane za vodik i korištenje vodika. U skladu s navedenim, Centar će nabavljati odgovarajuću opremu i koordinirati nabavu opreme za testiranje gorivnih članaka i elektrolizatora te razvoj tehnologija proizvodnje, transporta i korištenja vodika, kao i provoditi istraživanja s ciljem njihove daljnje komercijalizacije.

Zaposlenici i suradnici Centra (sa svih znanstvenih ustanova u HR i iz regije), stručnjaci u području vodikovih tehnologija, provodit će dodatno obrazovanje postojećih inženjera koji žele nadograditi znanje i uključiti se u razvijanje vodikovih tehnologija.

3. STRATEŠKI CILJEVI RAZVOJA PRIMJENE VODIKA U GOSPODARSTVU

Strategija, u skladu s EU strategijom za vodik, određuje ciljeve u kratkoročnom razdoblju do 2026. godine, srednjoročnom od 2027. do 2030. godine i dugoročnom razdoblju od 2031. do 2050. godine.

Strategijom su postavljeni strateški ciljevi, koji direktno doprinose dekarbonizaciji gospodarstva i pridonose dekarbonizaciji Europe sukladno europskom zelenom planu i nacionalni ciljevi koji pokazuju potencijal i smjer kojim će se razvijati uspostava i funkcioniranje gospodarstva zasnovanog na vodik u HR.

Strateški ciljevi vezani su uz zajedničku EU politiku kojoj direktno doprinosi i HR, a kojima će se osigurati postizanje glavnog cilja klimatske neutralnosti EU do 2050. godine.

Strategijom su identificirani sljedeći strateški ciljevi HR:

- 1. Povećanje proizvodnje obnovljivog vodika;**
- 2. Povećanje iskorištavanja potencijala OIE za proizvodnju obnovljivog vodika;**
- 3. Povećanje korištenja vodika;**
- 4. Poticanje razvoja znanosti, istraživanja i razvoja vodikovih tehnologija.**

Strateški ciljevi horizontalno doprinose smanjenju CO₂ što je posebno važno imajući u vidu međunarodne obveze koje je HR preuzela kao dio EU s ciljem smanjenja utjecaja na globalno zatopljenje i smanjenje emisije stakleničkih plinova.

Jedna od zadaća ove Strategije je promicanje proizvodnje i potrošnje obnovljivog vodika u različitim sektorima gospodarstva, stvarajući potrebne uvjete za gospodarstvo zasnovano na vodik. Kako bi se osigurala potražnja, važno je postaviti ambiciozne, ali realne ciljeve za uključivanje vodika u različite sektore gospodarstva, koji su kompatibilni s ambicijama različitih sektora u energetskej tranziciji, s trenutnim i budućim investicijskim kapacitetima te s dostupnošću tehnoloških rješenja sposobnih osigurati željenu razinu inkorporacije. Navedeno

proizlazi iz dosadašnjeg znanja, temeljenog na studijama i izvješćima te zahtijeva dublju i tehničku raspravu s glavnim dionicima u različitim sektorima.

Za potrebe uspješnosti provedbe strateških ciljeva odabrani su pokazatelji učinka prikazani u tablici 1.

Tablica 1. Pokazatelji učinka strateških ciljeva

STRATEŠKI CILJ	POKAZATELJ UČINKA	POČETNA VRIJEDNOST	CILJNA VRIJEDNOST	
		2021/2022	2030	2050
Povećanje proizvodnje obnovljivog vodika	Kapacitet elektrolizatora Jedinica mjere: MW Kod: II.02.6.48	0	70	2750
Povećanje iskorištavanja potencijala OIE za proizvodnju obnovljivog vodika	Udio vodika u ukupnoj potrošnji energije, Jedinica mjere: % Kod: II.02.6.49	0	0,2	11
Povećanje korištenja vodika	Broj punionica vodika Jedinica mjere: broj Kod: II.02.6.50	0	15	100
Poticanje razvoja znanosti, istraživanja i razvoja vodikovih tehnologija	Broj patenata vezanih za gospodarstvo temeljeno na vodiku Jedinica mjere: broj Kod: II.02.6.51	0	5	50

Strateški ciljevi i pokazatelji učinka usklađeni su sa scenarijem klimatske neutralnosti, a ostvarenje postavljenih ciljnih vrijednosti u promatranom razdoblju uvelike će ovisiti o nizu vanjskih faktora. Scenarij klimatske neutralnosti napravljen je nastavno na scenarije iz Energetske strategije HR, a kako bi se isti uskladili s europskim zelenim planom koji je donesen na razini EU nakon donošenja Energetske strategije HR te isti ima veće ciljeve smanjenja CO₂ emisija. Navedeno je komplementarno s Energetskom strategijom HR s obzirom na to da se nadograđuje na već postavljene ciljeve i projekte koji su predviđeni Energetskom strategijom HR te ostavlja značajan prostor za razvoj vodika sa svrhom ostvarenja ciljeva sukladno scenariju klimatske neutralnosti.

Ostvarenje ciljeva moguće je aktiviranjem bliske suradnje znanstvene zajednice i gospodarskih subjekata u području razvoja tehnologija vodika i gospodarstva zasnovanog na vodiku. Također, za razvoj gospodarstva zasnovanog na vodiku neizostavna je nacionalna, regionalna i međunarodna suradnja u području vodikovih tehnologija s naglaskom na proizvodnju obnovljivog vodika.

Također, potrebno je istaknuti očekivanja tehnološkog skoka u području proizvodnje, pohrane (skladištenja) i korištenja obnovljivog vodika iza 2030. godine, a što može pozitivno utjecati na povećanje kapaciteta obnovljivog vodika.

Tablica 2a. Kretanja potrošnje i proizvodnje vodika sukladno scenariju klimatske neutralnosti

<i>Godina</i>	<i>Ukupna potrošnja energije* GWh/god</i>	<i>Udio vodika u ukupnoj potrošnji energije, %</i>	<i>Količina potrebnog vodika, kt/god</i>	<i>Kapacitet elektrolizatora, MW</i>
2020.	99.101	0,0	0	0
2025.	101.786	0,1	2,6	35
2030.	104.470	0,2	5,3	70
2035.	97.358	1,5	37	480
2040.	90.245	3,0	69	900
2045.	83.359	6,5	138	1800
2050.	76.473	11,0	214	2750

**HR, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Izrada scenarija za postizanje većih smanjenja emisija do 2030. godine i klimatske neutralnosti u Republici Hrvatskoj do 2050. godine za energetske sektor, Zagreb, 28. rujna 2020.*

U tablici 2a. prikazani su potrebni kapaciteti elektrolizatora koji električnu energiju potrebnu za proizvodnju vodika dobivaju iz mreže. Pretpostavkom korištenja električne energije iz mreže, iskorištenje kapaciteta elektrolizatora postavljeno je na 50 %, dakle, faktor kapaciteta od 0,50.

Ciljevi iskazani u tablici 2a. odraz su trenutnog stanja i dostupnih sredstava i usklađeni su sa Energetskog strategijom HR.

No, s obzirom na potencijal kojeg gospodarstvo zasnovano na vodiku sve više dobiva u sklopu EU, kao i potencijal kojeg je HR iskazala u pogledu OIE, navedeni ciljevi mogu se dodatno povisiti kako je prikazano u tablici 2b. koja predstavlja scenarij ubrzanog razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku.

U tablici 2b. prikazani su potrebni kapaciteti elektrolizatora koji električnu energiju potrebnu za proizvodnju vodika dobivaju isključivo iz OIE čime se osigurava obnovljivi vodik. S obzirom na varijabilnost OIE, određen je faktor kapaciteta OIE 0,242 u cijelom promatranom periodu od 30 godina.

Tablica 2b. Kretanja potrošnje i proizvodnje obnovljivog vodika sukladno scenariju klimatske neutralnosti (*potencijalni scenarij ubrzanog razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku*)

<i>Godine</i>	<i>Ukupna potrošnja energije GWh/god</i>	<i>Udio vodika u ukupnoj potrošnji energije %</i>	<i>Količina potrebnog obnovljivog vodika kt/god</i>	<i>Kapacitet elektrolizatora MW (uz foIE = 0,242)</i>
<i>2020.</i>	99436,50	0	0	0
<i>2025.</i>	101762,50	1,25	13,94	384,02
<i>2030.</i>	104468,80	3,75	46,20	1272,73
<i>2035.</i>	97357,06	8,125	106,14	2923,97
<i>2040.</i>	90245,30	12,50	172,60	4754,82
<i>2045.</i>	83358,03	13,75	216,86	5974,10
<i>2050.</i>	76470,74	15,00	266,03	7328,65

Imajući u vidu navedene tablice, kao i jasnije definiranje početnih projekata vezanih uz gospodarstvo zasnovano na vodiku u HR, a za koji je dio sredstava osiguran iz EU fondova, prvi rezultati prioriteta provedbe očekuju se tijekom 2026. godine kada će završiti provedba projekata vezanih uz NPOO.

S obzirom na to da će se u prvoj etapi provedbe Strategije obnovljivi vodik proizvoditi pretežno iz elektrolizatora korištenjem električne energije iz OIE, u Tablici 2b. prikazani su planirani kapaciteti elektrolizatora potrebnih za proizvodnju potrebne količine obnovljivog vodika sukladno scenariju klimatske neutralnosti.

U svrhu ostvarenja navedenih ciljeva, potrebno je osigurati kapacitete za proizvodnju vodika kroz više projekata na nacionalnoj razini i s promjenjivim razmjerima, zajedno s infrastrukturom koja će biti sposobna odgovoriti na očekivani razvoj tržišta, posebice u sektoru prometa. Važno je osigurati da se ulaganja u vodik ostvaruju bez značajnijeg pogoršanja energetske troškova krajnjih kupaca, a što je u ovom trenutku moguće kroz financiranje sredstvima iz EU fondova.

4. PROVEDBA

Dekarbonizacija energetske sektora, sukladno EU strategijama, a posebno sukladno europskom zelenom planu, potencira jačanje proizvodnje električne energije iz OIE i razvoj niza tehnologija kojima će se osigurati smanjenje emisija CO₂. No, bez obzira na tranziciju, potrebno je da energetske sustavi i dalje ispunjavaju svoju osnovnu namjenu, a to je sigurna opskrba energijom svih krajnjih kupaca, po prihvatljivim cijenama, uz minimalan utjecaj na okoliš. U skladu s navedenim, potrebno je ubrzati razvoj gospodarstva zasnovanog na vodiku i

ojačati dekarbonizaciju čitave industrije uz otvaranje niza novih prilika koje vodik može otvoriti u lancu provedbe.

Kako bi se osigurala brza uspostava gospodarstva zasnovanog na vodiku potrebno je zainteresirati znanstveni i gospodarski sektor za snažniji upliv u gospodarske aktivnosti vezane uz vodik te na taj način potaknuti razvoj velikog broja projekata vezanih uz sve dijelove lanca vrijednosti gospodarstva vezanog za vodik.

Navedeno će se osigurati uspostavom strateškog i zakonodavnog okvira, podizanjem svijesti o značaju vodika u sklopu dekarbonizacije, jasnim definiranjem granica i komplementarnosti vodika s drugim čistim tehnologijama, osiguravanjem razmjene ideja i tehnologija, fokusiranjem na razvoj gospodarstva zasnovanog na vodiku kao multinacionalnog prioriteta te osiguravanjem izvora financiranja. Uspostava zakonodavnog i strateškog okvira osigurat će adekvatnu primjenu vodika i standardizaciju proizvodnje i korištenja vodika u svim sektorima.

Uredbom (EU) 2018/1999 Europskog parlamenta i vijeća od 11. prosinca 2018. o upravljanju energetsom unijom i djelovanjem u području klime, izmjeni uredaba (EZ) br. 663/2009 i (EZ) br. 715/2009 Europskog parlamenta i Vijeća, direktiva 94/22/EZ, 98/70/EZ, 2009/31/EZ, 2009/73/EZ, 2010/31/EU, 2012/27/EU i 2013/30/EU Europskog parlamenta i Vijeća, direktiva Vijeća 2009/119/EZ i (EU) 2015/652 te stavljanju izvan snage Uredbe (EU) br. 525/2013 Europskog parlamenta i Vijeća (Tekst značajan za EGP) (SL L 328, 21.12.2018.), propisana je obveza za izradom integriranog energetskeg i klimatskog plana kojim se propisuju ciljevi vezani uz dekarbonizaciju do 2030. godine zajedno s provedbenim mjerama, a koji je usvojen od strane Vlade Republike Hrvatske. Uredbom je predviđena izrada planova i za period nakon 2030. godine (2031. – 2040. i 2041. – 2050.)

Revizija spomenutog plana predviđena je za 2023. godinu te će njome biti obuhvaćeni i odgovarajući ciljevi iz Strategije u okviru postojećih i novih mjera. U definiranje mjera bit će uključena sva tijela državne uprave u čiju nadležnost će ulaziti predložene mjere i s njima u koordinaciji će se dogovarati i planirati potrebna financijska sredstva, a koja će na odgovarajući način biti prikazana i planirana u državnom proračunu.

Prioriteti provedbe koji će doprinijeti ostvarenju ciljeva iz Strategije, te koje je potrebno obuhvatiti zakonodavnim i strateškim okvirom su sljedeći:

1. Obnovljivi vodik koji se koristi u rafineriji za preradu konvencionalnih goriva potrebno je uračunati u doprinos smanjenja emisije stakleničkih plinova u prijevozu što će se ugraditi u regulatorni okvir HR. Ovo je u skladu s Direktivom (EU) 2018/2001 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora (Tekst značajan za EGP.) (SL L 328, 21.12.2018.), (u daljnjem tekstu: RED II) te se na ovaj način zamjenjuje doprinos OIE u prijevozu pomoću multiplikatora sa smanjenjem emisije stakleničkih plinova
2. Poticanje izgradnje cijelog lanca dobave (infrastrukture)
3. Poticanje korištenja vodika kao goriva:

- a. transponiranjem Direktive 2009/33/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009. o promicanju čistih i energetski učinkovitih vozila u cestovnom prijevozu (Tekst značajan za EGP) (SL L 120, 15.5.2009.) u regulatorni okvir HR Zakonom o promicanju čistih vozila u cestovnom prijevozu („Narodne novine“, broj 52/21.)
 - b. subvencioniranjem cijene goriva krajnjim korisnicima na paritetu prema konvencionalnim gorivima u početnoj fazi razvoja tržišta sa svrhom stvaranja potražnje
4. U cilju bržeg razvoja prioriteta provedbe pod točkama 2. i 3., nužno je poticati stvaranje vodikovih klastera (engl. *Hydrogen Hubs*), odnosno klastera koji će osigurati potražnju u velikom mjerilu (npr. luke, gradovi ili vodikove doline)
 5. Poticanje i sufinanciranje pilot/demo projekata proizvodnje e-goriva vezana uz obnovljivi vodik
 6. Harmonizacija i uvođenje međunarodnih standarda za primjenu vodika u prijevozu, npr. standardi za punionice vodika, kvalitetu vodika, standardi za kalibracije, odobrenja za vozila (npr. cestovni prijevoz), a za brodove uključiti Hrvatski registar brodova
 7. Bolji okvir za učinkovito korištenje električne energije iz OIE te formiranje prihvatljive cijene vodika, npr. dopuna postojeće Metodologije za određivanje iznosa tarifnih stavki za distribuciju električne energije („Narodne novine“, broj 104/15.), s ciljem izrade novih (poticajnih) tarifnih stavki za korištenje prijenosne mreže za prijenos električne energije iz OIE do mjesta proizvodnje obnovljivog vodika korištenjem elektrolizatora te za mogućnost korištenja elektrolizatora i gorivnih članaka za pružanje usluga operatorima sustava električne energije
 8. Poticanje razvoja inovacija u vrijednosnom lancu vodika stvaranjem pozitivnog regulatornog i strateškog okvira.

Uz navedene prioritete provedbe, potrebno je uložiti napore u podizanje svijesti šire javnosti o ulozi koju vodik može imati u dekarbonizaciji gospodarstva te pokazati da se radi o tehnologiji koja je sigurna i adekvatna za široku primjenu. Također, nužno je primjenu vodika provoditi paralelno s nizom drugih čistih tehnologija koje nisu konkurencija vodiku već se nadopunjavaju. Najbolji primjer je javni gradski prijevoz gdje je, u promicanju čistih vozila, neizostavno potrebno kombinirati vozila na vodik i električna vozila na baterije te koristiti pojedine tehnologije na linijama koje se za tu tehnologiju pokažu najprimjerenijima. Time će se izbjeći negativni učinci pojedinih tehnologija i osigurati ubrzana dekarbonizacija javnog gradskog prijevoza.

S ciljem provedbe i praćenja realizacije ove Strategije ministarstvo nadležno za energetiku će u suradnji s Centrom osigurati donošenje potrebnog zakonodavnog okvira u svrhu provedbe gore navedenih prioriteta i pratiti ispunjavanje postavljenih ciljeva.

Pored navedenoga, a s ciljem ispunjenja svih planiranih prioriteta provedbe potrebno je ojačati suradnju s drugim državama članicama, posebno u sklopu EU te iskoristiti potencijal koji se nudi putem uspostave projekata od velikog europskog značaja vezanih za vodik.

4.1 Međuresorna suradnja i suradnja s regionalnom i lokalnom zajednicom

Obzirom na potrebu razvijanja gospodarstva zasnovanog na vodiku u više sektora nužna je kvalitetna međusektorska suradnja koja će oplemeniti paralelan razvoj proizvodnje i korištenja vodika. Primjerice, u prometnom sektoru potrebna je uska suradnja dvaju tijela državne uprave s ciljem paralelnog razvoja sustava za korištenje vodika u svim segmentima prometa i osiguravanja dovoljne količina obnovljivog vodika, u energetsom smislu, za navedene sustave.

Nadalje, potrebna je i kvalitetna suradnja s regionalnom i lokalnom samoupravom sa svrhom osiguravanja kvalitetne i učinkovite provedbe projekata u skladu sa svim potrebama lokalne zajednice. To je posebice važno kada govorimo o razvoju mreže punionica vodika za promet, ali i kasnije kada će se vodik proizvoditi i koristiti u većim količinama (primjerice u industriji). Uz to, potrebno je voditi računa o interesu regionalne i lokalne zajednice te o potencijalu koji pojedina regionalna i lokalna zajednica posjeduje kada je u pitanju razvoj gospodarstva zasnovanog na vodiku. Taj potencijal i iskaz potreba potrebno je jasnije povezati na nacionalnoj razini s ciljem stvaranja mreže potencijalnih projekata, a u svrhu osiguravanja ubrzane provedbe i otvaranja dodatnog pristupa potencijalnim sredstvima za realizaciju navedenih projekata.

4.2 Međunarodna suradnja

Intenzivna i učinkovita međunarodna suradnja važna je za razvoj gospodarstva zasnovanog na vodiku, naročito u uspostavi masovne proizvodnje obnovljivog vodika kako bi on cjenovno bio prihvatljiv za šire korištenje uz istovremeno osiguravanje tehnološke proizvodnje i korištenja čiste energije.

Na početku uspostave gospodarstva zasnovanog na vodiku potrebno je osigurati harmonizirani rast ponude i potražnje s ciljem otvaranja mogućnosti razvoja tržišnih uvjeta i smanjenja potrebe za subvencioniranjem projekata.

Za istovremeno jačanje proizvodne i potrošačke moći u gospodarstvu zasnovanog na vodiku potrebno je osigurati dovoljno kapaciteta za proizvodnju obnovljivog vodika, ali i dovoljnu potražnju pa se zajedničkom suradnjom nekoliko država može ubrzati proces pokretanja tržišta. Ovakav vid suradnje potencira se i u strateškim dokumentima (primjerice u Integriranom energetsom i klimatskom planu) te predstavlja dobar instrument za ubrzavanje razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku.

Međunarodna suradnja bitna je i zbog jačanja trgovine obnovljivim vodikom na svjetskoj razini, osobito kada je u pitanju standardizacija kvalitete te definiranje minimalnih uvjeta za proizvodnju obnovljivog vodika u svrhu osiguravanja njegove pristupačnosti na svjetskoj razini.

4.3 Instrument za povezivanje Europe

EU je uspostavila instrument za povezivanje Europe (engl. *Connecting Europe Facility*) (u daljnjem tekstu: CEF) kao instrument pomoći usmjeren na izgradnju digitalne, prometne i energetske infrastrukture na razini EU sukladno Uredbi (EU) 2021/1153 Europskog parlamenta i Vijeća od 7. srpnja 2021. o uspostavi Instrumenta za povezivanje Europe i stavljanju izvan snage uredbi (EU) br. 1316/2013 i (EU) br. 283/2014 (Tekst značajan za EGP) (SL L 249, 14.7.2021.). Instrument za povezivanje Europe nadopunjuje Uredbu (EU) br. 347/2013 Europskog parlamenta i Vijeća od 17. travnja 2013. o smjernicama za transeuropsku energetska infrastrukturu te stavljanju izvan snage Odluke br. 1364/2006/EZ i izmjeni uredbi (EZ) br. 713/2009, (EZ) br. 714/2009 i (EZ) br. 715/2009 (Tekst značajan za EGP) (SL L 115, 25.4.2013.), (u daljnjem tekstu: Uredba TEN-E) na način da služi rješavanju problema manjka sredstava namijenjenih projektima koji imaju veliku socioekonomsku i društvenu vrijednost. EK je predstavila prijedlog za reviziju Uredbe TEN-E 15. prosinca 2020. u kojoj je utvrđeno 11 prioriteta koridora i 3 prioriteta tematska područja koja treba razviti i međusobno povezati. Njome se ažuriraju kategorije infrastrukture prihvatljive za potporu s naglaskom na dekarbonizaciji i daje novo usmjerenje na odobalne elektroenergetske mreže, infrastrukturu za vodik i pametne mreže. To će se uglavnom postići putem projekata od zajedničkog interesa koji su prihvatljivi za financiranje iz Instrumenta za povezivanje Europe za razdoblje 2021. – 2027. EK donosi popis projekata od zajedničkog interesa u obliku delegirane uredbi koja se temelji na procjeni takozvanih regionalnih skupina. Vijeće je 11. lipnja 2021. postiglo opći pristup o Uredbi o TEN-E, a 15. prosinca 2021. privremeni politički dogovor o prijedlogu s Europskim parlamentom.

Nadalje, ostvarivanje statusa projekta u skladu s Uredbom TEN-E preduvjet je za financiranje prekograničnih infrastrukturnih projekata iz CEF-a. Ovim instrumentom planirano je sufinanciranje projekata vezanih uz uspostavu infrastrukture za transport i proizvodnju vodika. Financirat će se uspostava mreže cjevovoda za transport vodika diljem EU sa svrhom stvaranja uvjeta za otvaranje tržišta na EU razini i osiguravanja dovoljne količine vodika za sve procese nužne za dekarbonizaciju. S druge strane, financirat će se velika postrojenja elektrolizatora s ciljem poticanja masovne proizvodnje obnovljivog vodika, a koja je potrebna za osiguravanje dekarbonizacije niza industrijskih procesa kojima je, za napuštanje fosilnih goriva, bitno osigurati velike količine vodika. Prilika koju CEF nudi naročito je značajna za manje države članice koje se mogu ujediniti i osigurati proizvodnju koja će zadovoljiti tržišta svih uključenih zemalja.

Također, instrument CEF osigurava bespovratna sredstva za financiranje pripreme i provedbe projekata te je važan element za smanjenje rizika i osiguravanje adekvatne potpore bez koje se niz projekata ne bi nikada realizirao.

Također, potrebno je istaknuti da je ovim instrumentom omogućeno povezivanje pojedinih zemalja u više različitih područja poput potencijalnog transporta vodika, adekvatne razmjene vodika i uspostave sinergije između mjesta koje imaju optimalne uvjete za proizvodnju vodika i industrije kojoj je vodik potreban za uspostavu čistih procesa proizvodnje.

Ovaj instrument, kada je riječ o energetici, osigurava financiranje tzv. Projekata od zajedničkog interesa (engl. *Project of Common Interest - PCI*) koji se odnose na suradnju dviju država članica EU i Projekata od uzajamnog interesa (engl. *Project of Mutual Interest – PMI*), koji se odnose na suradnju države članice i treće zemlje, a sukladno Uredbi TEN-E. Ovaj tip projekata, prije usvajanja, prolazi rigoroznu analizu unutar EK te je nužno da svaki projekt na PCI listi ima direktni ili indirektni utjecaj na najmanje dvije države članice. Imajući u vidu da proces uspostave liste traje gotovo dvije godine, potrebno je što prije pripremiti potencijalne projekte vezane uz transport i proizvodnju vodika s ciljem osiguravanja pristupa potencijalnom financiranju pripreme projekata i njihovoj realizaciji.

4.4 Doline vodika

Poseban oblik međunarodne suradnje vezan je uz potencijalnu uspostavu dolina vodika (engl. *Hydrogen Valleys*). Radi se o svjetskoj inicijativi te je trenutno na pet kontinenata uspostavljeno 36 dolina vodika. To su regionalni sustavi smješteni unutar više država, koji povezuju proizvodnju vodika, transport i različite krajnje uporabe (poput mobilnosti ili industrijske sirovine) te su važni za uspostavu i jačanje gospodarstva zasnovanog na vodik. Postoje i unutar članica EU-a poput Nizozemske, Španjolske, Njemačke i sl.

Doline vodika imaju za cilj promovirati mogućnosti i potencijal vodikovih tehnologija u svrhu privlačenja dodatnih ulaganja u regije i države koje su uspostavile dolinu vodika te osigurati lanac vrijednosti od proizvodnje do korištenja vodika. Privlačenje investicija na svjetskoj razini osigurava vidljivost i prepoznatljivost pojedinih regija po pitanju vodikovih tehnologija.

HR je uključena u projekt „Dolina vodika Sjeverni Jadran“ zajedno s Republikom Slovenijom i *Autonomnom regijom Friuli, Venezia Giulia* iz sjeverne Italije. Predmetna dolina je u procesu uspostave i za cilj ima povezivanje projekata, koji su sastavni dio doline, s potencijalnim partnerima u državama članicama doline. Uz to, dolina ima važnu ulogu i u osiguravanju vidljivosti HR, SI i IT unutar EU-a, kao i njihove vodeće pozicije ispred 13 najmlađih država članica EU-a (EU 13 države), koje još uvijek nemaju dovoljno razvijen potencijal za proizvodnju i korištenje obnovljivog vodika.

4.5 Projekti od zajedničkog europskog interesa

Zbog jačanja gospodarstva zasnovanog na vodik na EU razini javlja se sve veća potreba za uspostavom projekata od zajedničkog europskog interesa za vodik (engl. *Important Project of Common European Interest*) (u daljnjem tekstu: IPCEI). Projekti od zajedničkog europskog interesa (IPCEI) jedan su od mjerodavnih alata za podupiranje strateških lanaca vrijednosti na europskoj razini.

Instrument važnih projekata od zajedničkog europskog interesa (IPCEI) iznimno je važan za mobiliziranje privatnih ulaganja i javnih sredstava u područjima u kojima postoje tržišni nedostaci, posebno kada je riječ o opsežnom uvođenju inovativnih tehnologija. IPCEI je zamišljen kao ključni strateški instrument u okviru provedbe Industrijske strategije Europske unije. IPCEI koja okuplja znanje, stručnost, financijska sredstva i gospodarske aktere diljem EU u cilju prevladavanja važnih tržišnih ili sustavnih propusta i društvenih izazova na koje se, bez aktivacije znanja i resursa nekoliko zemalja unutar EU, ne bi moglo odgovoriti. IPCEI

projekti zamišljeni su kao veliki konzorciji unutar EU koji u sebi objedinjuju ključne strateške lance vrijednosti s usko povezanim projektima pojedinih tvrtki. Poseban je naglasak na istraživanju i razvoju, kao i na prvoj industrijskoj primjeni. Osmišljeni su s ciljem udruživanja javnog i privatnog sektora u provedbi velikih projekata koji EU i njezinim građanima donose znatne koristi.

IPCEI zahtijeva odobrenje EK prema Zakonu o državnim potporama („Narodne novine“, br. 47/14. i 69/17.). Tvrtke i države članice u namjenskom postupku prijavljivanja moraju dokazati da IPCEI slijedi najvažniji europski interes i da se projekti ne bi mogli realizirati samo pod tržišnim uvjetima. Uz njihovo odobrenje, EK osigurava da sve države članice EU mogu imati koristi, da nema velikog narušavanja tržišnog natjecanja i da se tvrtke u svojim projektima pridržavaju osnovnih općih i posebnih kriterija utvrđenih za ovu vrstu projekata.

Proces uspostave IPCEI za vodik je u tijeku, a njegovom uspostavom otvara se mogućnost aktivnog uključivanja HR u konzorcij sa svrhom ostvarivanja potencijala kojeg vodik nudi hrvatskom gospodarstvu.

5. PRAĆENJE PROVEDBE, IZVJEŠĆIVANJE I VREDNOVANJE

Strategija je okvir za razvoj gospodarstva zasnovanog na vodiku i implementacije novih tehnologija vezanih uz vodik u gospodarstvo HR.

Praćenje, vrednovanje i izvješćivanje o provedbi Strategije neizostavan je dio procesa strateškog planiranja. Praćenje provedbe Strategije obuhvaćat će proces prikupljanja, analize i usporedbe pokazatelja kojim će se sustavno pratiti uspješnost provedbe ciljeva iz Strategije. Tijekom provedbe Strategije pratit će se napredak i ostalih dostupnih podataka koji će pomoći pružiti sveobuhvatne informacije o učincima provedbe Strategije i utjecaju na društvo u cjelini.

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja će izvješće o provedbi Strategije podnositi u skladu s propisanim načinom i rokovima, a ključne nositelje strateškog planiranja na svim razinama će, u svrhu pružanja pravovremenih i relevantnih podataka, trajno obavještavati o provedbi Strategije.

Za potrebe poboljšanja uspješnosti provedbe Strategije, nakon 2030. godine će se provesti postupak srednjoročnog vrednovanja kojim će se vrednovati svi ciljevi strategije, odabrani pokazatelji uspješnosti provedbe i njihova usklađenost s povezanim aktima strateškog planiranja.

6. FINANCIRANJE

EU strategija za vodik procjenjuje iznos ukupnih ulaganja u proizvodne kapacitete do 2050. godine, na području EU, u rasponu od 180 do 470 milijardi EUR. U razdoblju do 2030. godine ulaganja u elektrolizatore kretat će se između 24 i 42 milijarde EUR. Istovremeno, bit će potrebno 220 - 340 milijardi EUR za povećanje i izravno spajanje 80 - 120 GW kapaciteta sunčanih elektrana i vjetroelektrana na elektrolizatore s ciljem osiguravanja potrebne električne energije. Ulaganja u opremu postojećih postrojenja s hvatanjem i pohranom CO₂ procjenjuju se na 11 milijardi EUR, a dodatnih 65 milijardi EUR bit će potrebno za transport, pohranu

(skladištenje) i punionice vodika. Prilagodba gospodarstva na korištenje vodika također će zahtijevati značajna ulaganja, npr. 160 - 200 milijuna EUR potrebno je uložiti u prenamjenu postrojenja za čelik u EU, koja su pri kraju životnog vijeka, u postrojenja na vodik. U sektoru cestovnog prijevoza procjenjuje se da bi uvođenje dodatnih 400 punionica vodika na maloj skali moglo zahtijevati ulaganja od 850 - 1000 milijuna EUR.

Za uspostavu gospodarstva zasnovanog na vodiku u HR također su potrebna značajna ulaganja u svim sektorima, od proizvodnje, promicanja i poticanja novih tehnologija, istraživanju, pohrane (skladištenja) i transporta vodika do korištenja vodika u prometu (punionice i vozila) i industriji (tehnološki procesi).

Procjena makroekonomskih učinaka provedena je za dva razvojna scenarija definirana Strategijom. Prvi scenarij, sukladan scenariju klimatske neutralnosti, podrazumijeva instalirani kapacitet elektrolizatora u razdoblju do 2050. godine u iznosu od 2750 MW. Drugi scenarij, zasnovan na pretpostavkama ubranog razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku u istom vremenskom razdoblju podrazumijeva instalirani kapacitet elektrolizatora u iznosu od 7328,7 MW.

Za svaki od predmetnih scenarija procijenjene su potrebne kapitalne investicije kako bi se realizirali potrebni kapaciteti za proizvodnju vodika. Investicije uključuju troškove elektrolizatora, kompresora i spremnika za vodik. Shodno tome, prvi scenarij zahtijeva kapitalnu investiciju u iznosu od 23,8 milijardi HRK u razdoblju do 2050. godine, dok drugi scenarij u istom razdoblju zahtijeva investiciju u iznosu od gotovo 70,2 milijardi HRK.

Makroekonomski učinci ulaganja za svaki pojedini scenarij grupirani su po petogodišnjim razdobljima, a isti su prikazani tablicama u nastavku.

Tablica 3. Makroekonomski učinci kapitalnih ulaganja u infrastrukturu za proizvodnju vodika sukladno scenariju klimatske neutralnosti

<i>Razdoblje</i>	<i>Potrebna kapitalna investicija</i>	<i>Prosječna godišnja investicija</i>	<i>Prosječna godišnja dodana vrijednost</i>	<i>Prosječni godišnji BDP</i>	<i>Prosječna godišnja zaposlenost</i>
<i>Godina</i>	<i>milijuna HRK</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>Broj zaposlenih/god</i>
2020 - 2025	438	88	52	61	296
2025 - 2030	403	81	47	56	272
2030 - 2035	4.305	861	526	631	3.062
2035 - 2040	3.985	797	487	584	2.834
2040 - 2045	7.628	1.526	921	1.108	5.389
2045 - 2050	7.089	1.418	856	1.030	5.009
	23.848 (ukupno)	795 (prosječno)	479 (prosječno)	574 (prosječno)	2.784 (prosječno)

U cjelokupnom analiziranom razdoblju, u prvom bi scenariju prosječna godišnja investicija iznosila 795 milijuna HRK. Za očekivati je da će predmetne investicije dovesti do rasta broja novozaposlenih (u godišnjem prosjeku za 2784 osobe u odnosu na početnu godinu analize). BDP bi u prosjeku godišnje porastao za 574 milijuna HRK, dok bi dodana vrijednost iznosila 479 milijuna HRK u prosjeku godišnje.

Tablica 4. Makroekonomski učinci kapitalnih ulaganja u infrastrukturu za proizvodnju vodika sukladno scenariju ubrzanog razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku

<i>Razdoblje</i>	<i>Potrebna kapitalna investicija</i>	<i>Prosječna godišnja investicija</i>	<i>Prosječna godišnja dodana vrijednost</i>	<i>Prosječni godišnji BDP</i>	<i>Prosječna godišnja zaposlenost</i>
<i>Godina</i>	<i>milijuna HRK</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>Broj zaposlenih/god</i>
2020 - 2025	4.810	962	566	674	3.250
2025 - 2030	10.231	2.046	1.204	1.434	6.913
2030 - 2035	17.338	3.468	2.119	2.541	12.331
2035 - 2040	17.370	3.474	2.123	2.546	12.354
2040 - 2045	10.333	2.067	1.247	1.501	7.301
2045 - 2050	10.108	2.022	1.220	1.468	7.142
	70.191 (ukupno)	2.340 (prosječno)	1.409 (prosječno)	1.690 (prosječno)	8.193 (prosječno)

U scenariju ubrzanog razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku, prosječna godišnja investicija iznosila bi 2,34 milijardi HRK. Shodno tome, rast broja novozaposlenih osoba iznosio bi u godišnjem prosjeku 8.193 u odnosu na početnu godinu analize. BDP bi u prosjeku godišnje porastao za 1,7 milijardi HRK, dok bi dodana vrijednost iznosila 1,4 milijardi HRK u prosjeku godišnje.

Tablica 5. Makroekonomski učinci kapitalnih ulaganja za scenarij razvoja infrastrukture za punjenje vozila s pogonom na vodik

<i>Razdoblje</i>	<i>Potrebna kapitalna investicija</i>	<i>Prosječna godišnja investicija</i>	<i>Prosječna godišnja dodana vrijednost</i>	<i>Prosječni godišnji BDP</i>	<i>Prosječna godišnja zaposlenost</i>
<i>Godina</i>	<i>milijuna HRK</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>milijuna HRK/god</i>	<i>Broj zaposlenih/god</i>
2020 - 2025	36	7,2	4,2	5,0	24,3
2025 - 2030	234	46,8	27,5	32,8	158,1
2030 - 2035	306	61,2	37,4	44,9	217,6

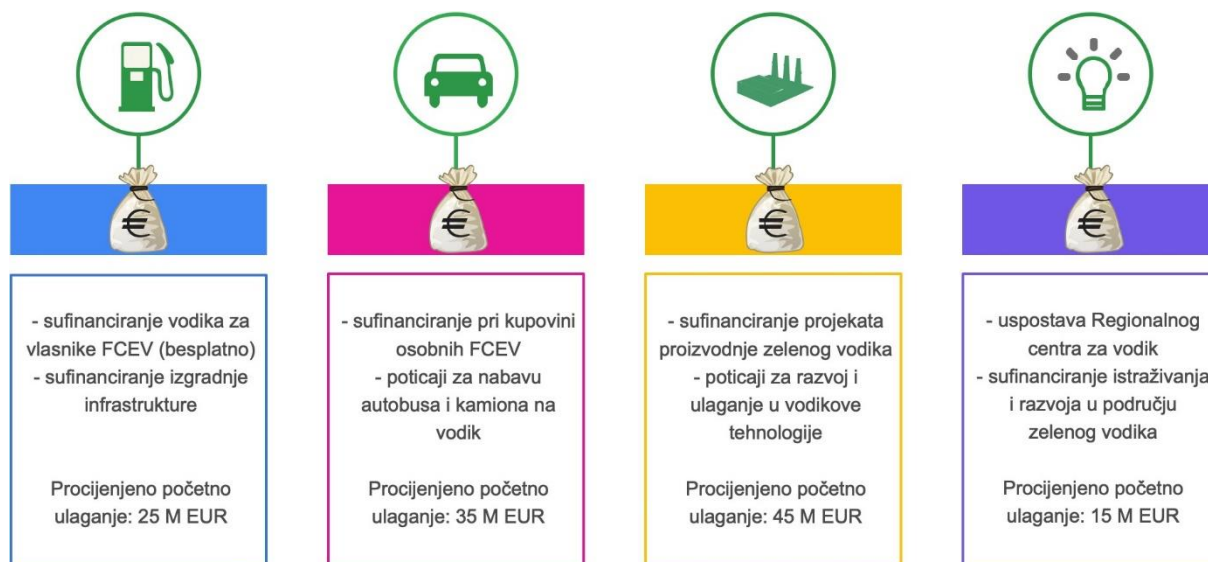
2035 - 2040	230	45,9	28,0	33,6	163,2
2040 - 2045	325	65,0	39,2	47,2	229,6
2045 - 2050	325	65,0	39,2	47,2	229,6
	1.456 (ukupno)	49 (prosječno)	29 (prosječno)	35 (prosječno)	170 (prosječno)

Strategija predviđa instalaciju 100 punionica za vozila s pogonom na vodik. Procijenjeno je da je za navedenu infrastrukturu u razdoblju do 2050. godine potrebna kapitalna investicija u iznosu od gotovo 1,5 milijardi HRK. Shodno tome, prosječna godišnja investicija iznosi oko 49 milijuna HRK. Realizacijom navedenoga, BDP bi u prosjeku porastao za 35 milijuna HRK godišnje, dodana vrijednost za 29 milijuna HRK godišnje, dok bi zaposlenost porasla u godišnjem prosjeku za 170 osoba u odnosu na početnu godinu analize.

Naročito je bitno osigurati bespovratna sredstva u prvim godinama provedbe projekata vezanih uz vodik, s obzirom na to da se radi o relativno novoj tehnologiji koja nije komercijalna te je direktno usmjerena na dekarbonizaciju. Za veći dio potrebnih sredstava potrebno je iskoristiti EU izvore financiranja bez obzira radi li se o investicijama u kapitalne troškove (uključujući i pripremu projekata) ili u operativne troškove vezane uz proizvodnu obnovljivog vodika, dok je dio sredstava potrebno osigurati iz nacionalnih sredstava.

Za kapitalne troškove (CAPEX) potrebna su EU sredstva za ulaganje u prve projekte elektrolizatora, s obzirom na to da je potreban dovoljan broj elektrolizatora u EU za isplativost projekta, a što se očekuje do 2030. godine. Postoje EU fondovi iz kojih je moguće povući sredstva za ovakve projekte i to je jedan od ciljeva realizacije europskog zelenog plana. Također, potrebno je razmotriti i poticanje na strani operativnih troškova poslovanja (OPEX), jer je cijena obnovljivog vodika danas do 2,5 – 5,5 puta skuplja od tzv. sivog vodika.

Dio navedenih sredstava odnosi se na uspostavu gospodarstva zasnovanog na vodiku i u HR. Na slici 5. prikazano je planirano financijsko ulaganje HR u vodikovu tehnologiju za instalaciju punionica vodika, uvođenje vozila i plovila na vodik, tranziciju industrije na vodik te za obrazovanje, istraživanje i razvoj.



Slika 5. Planirana ulaganja u vodikovu tehnologiju u HR

U sektoru transporta vodika potrebno je analizirati mogućnosti korištenja EU fondova, kreditnih linija i/ili nacionalnih programa s ciljem pružanja potpore gospodarstvenicima za lakši prijelaz na zeleno gospodarstvo. Kao primjer dobre prakse može poslužiti model subvencioniranja trošarine na plavo gorivo koje se koristi u javnom obalnom pomorskom prometu, a koji bi se mogao koristiti za subvenciju kWh električne energije proizvedene iz vodika preko gorivnih članaka koja bi se koristila za pogon brodova.

S obzirom na to da je potrebno utvrditi model kreiranja cijena obnovljivog vodika u početnoj etapi razvoja gospodarstva zasnovanog na vodik u HR, a s ciljem stimuliranja rasta potrošnje i uvođenja vodikovih tehnologija u promet, prijedlog je da trošarina, kao i kod čistih biogoriva, iznosi 0,00 HRK. Potencijalni oblici stimuliranja tržišta mogu biti i vaučeri za krajnje korisnike, pogodnosti u cestarinama, parkingu, i sl.

Za uvođenje novih tehnologija i izgradnju vodikove infrastrukture u prometnom sektoru HR, potrebno je osigurati financijska sredstva za sufinanciranje takvih projekata koji zbog svoje niske razine ekonomije volumena nisu isplativi na samom početku razvoja.

Sufinanciranje obje etape uvođenja vodika u prometni sektor HR potrebno je podržati u vremenskom periodu do deset godina jer se u tom periodu očekuje zrelost svih tehnologija i dovoljna razina ekonomije volumena tih tehnologija da one dalje mogu biti komercijalno isplative za sve subjekte u lancu opskrbe vodikom na tržištu. Razina sufinanciranja mora biti dovoljna da nove tehnologije, koje zamjenjuju postojeće, postanu komercijalno isplative za sve subjekte u lancu opskrbe vodikom.

Nužno je u narednom periodu osigurati dovoljno izvora financiranja kojima će se potaknuti rast i razvoj gospodarstva zasnovanog na vodik u. To mogu biti nacionalna sredstva, EU sredstva i privatne investicije te kombinacija svih ovih mogućnosti.

Uspostava gospodarstva zasnovanog na vodiku većim se dijelom treba financirati EU sredstvima i to ne samo onima koja se dodjeljuju na EU razini, već i EU sredstvima koja se dodjeljuje na osnovu nacionalnih programa.

Od programa koja nemaju nacionalne alokacije svakako su najznačajniji **Inovacijski fond** i **Obzor Europa**. Inovacijski fond nudi financiranje projekata u fazi izgradnje, ali i korištenja tehnologije. Inovacijski fond nudi financiranje velikim projektima koji su iznad 7,5 milijuna EUR te manjim projektima čija vrijednost ne prelazi 7,5 milijuna EUR, kojima se financiraju demonstracijske i inovativne niskouglične tehnologije, a time i vodik.

U sklopu programa **Obzor Europa** mogu se financirati istraživački projekti usmjereni na komercijalizaciju istraživanja i sinergijski projekti koji u sebi uključuju zajednički rad znanstvenih institucija, lokalne zajednice i gospodarskih subjekata.

Također, EU sredstva dostupna su i kao nacionalni programi financirani EU sredstvima u sklopu europskih strukturnih i investicijskih fondova (ESIF), NPOO-a, Modernizacijskog fonda i sl.

U sklopu **NPOO-a** financirat će se elektrolizatori, punionice vodika te nabava vozila na vodik. Također, slične su investicije planirane u novom **Operativnom programu Konkurentnost i kohezija** uz što se planira i financiranje razvoja novih tehnologija i komercijalizaciju novih proizvoda, a **Modernizacijski fond** ima široki spektar mogućnosti, od kojih je jedna vezana uz prometni sektor.

Nacionalna sredstva, kojima se mogu financirati projekti koji uključuju vodik, vezana su uz **državni proračun i prihod ostvaren prodajom emisijskih jedinica**.

U planu prodaje emisijskih jedinica 2021. – 2025. godine alocirana su sredstva za niskougličnu energetska tranziciju u sklopu koje se dio sredstava usmjerava na energetiku, a dio na promet. Ova sredstva mogu poslužiti kao dobar generator projekata s vodikom posebice u kontekstu nabave vozila na vodik te uspostave sustava za proizvodnju obnovljivog vodika.

Vezano za privatne investicije, koje se sve više usmjeravaju prema zelenoj tranziciji, iste će uvelike ovisiti o mogućim modelima sufinanciranja i isplativosti takvih projekata.

Korištenje nacionalnih i EU sredstava treba potaknuti daleko veće investicije prvenstveno u prvih desetak godina u proizvodnju obnovljive energije, proizvodnju obnovljivog vodika, njegov transport i pohranu (skladištenje) te istraživanje i razvoj novih proizvoda, kao i pokrenuti novi segment gospodarstva koji će osigurati adekvatnu transformaciju industrije.

U skladu s navedenim, potrebno je razmotriti uvođenje dodatnih mehanizama poticaja kroz druge strateške dokumente i planove u narednom periodu prilikom njihovih donošenja, a sve s ciljem premošćivanja vremenskog perioda između izgradnje infrastrukture i razvoja tržišta do razine ekonomske isplativosti investicija.

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Za ostvarivanje i provedbu procesa dekarbonizacije u HR potrebna je uspostava gospodarstva zasnovanog na vodik. Istovremeno, mogućnosti koje proizlaze iz gospodarstva zasnovanog na vodik predstavljaju dodatni poticaj tranziciji sadašnjeg gospodarstva HR u zeleno i napredno gospodarstvo koje će temelj postaviti na razvoju čistih tehnologija te otvoriti nove prilike.

Slijedom navedenoga, neophodno je započeti proces uspostave gospodarstva zasnovanog na OIE i obnovljivom vodik u cijelosti, odnosno od proizvodnje do korištenja vodika, uz uvjet da se usporedno osigura i odgovarajući broj stručnjaka što će se, između ostalog, osigurati i kroz uspostavljeni Centar.

Također, potrebno je započeti organiziranu i informativnu kampanju s ciljem podizanja svijesti šire javnosti o svim prednostima razvoja zelenih tehnologija i gospodarstva zasnovanog na vodik u HR. Na cijenu cijelog sustava za proizvodnju vodika, s gledišta operativnog rada, najviše utjecaja ima cijena električne energije (>50 %). Slijedom toga, za rad elektrolizatora potrebno je osigurati konkurentnu cijenu električne energije.

Priključenje elektrolizatora na mrežu, u smjeru preuzimanja električne energije s mreže, potrebno je napraviti prema stvarnom, a ne administrativnom trošku. U operativnom radu takav elektrolizator, koji nudi i usluge sustavu, potrebno je povezati s veleprodajnim cijenama električne energije, odnosno ne smije imati status krajnjeg kupca. Nadalje, cijenu električne energije potrebno je direktno povezati s burzom električne energije po veleprodajnoj cijeni, odnosno takav sustav ne smije imati status krajnjeg kupca.

Strategijom su utvrđeni strateški ciljevi koji će doprinijeti smanjenju CO₂ emisija u skladu s obvezama koje je HR preuzela kao dio EU s ciljem smanjenja utjecaja na globalno zatopljenje. Ostvarenje ciljeva će rezultirati povećanim udjelom potrošnje vodika u ukupnoj potrošnji energije u razdoblju do 2050. godine, kao i proizvodnjom obnovljivog vodika koju je potrebno dostići nastavno na projicirani udio u potrošnji.

U narednom periodu osigurat će se kapaciteti za proizvodnju obnovljivog vodika kroz više projekata na nacionalnoj razini, zajedno s infrastrukturom koja će biti sposobna odgovoriti na očekivani razvoj tržišta, posebice u transportnom sektoru. Predloženi mehanizmi poticaja kroz razne mogućnosti EU financiranja omogućit će realizaciju projekata po komercijalnim osnovama u narednom periodu, a sve s ciljem premošćivanja vremenskog perioda između izgradnje infrastrukture i razvoja tržišta do razine komercijalne isplativosti investicija.

8. POJMOVNIK

Elektrolizator (engl. *Electrolyser*) - uređaj za obavljanje elektrolize

Elektrolizatorski svežanj (engl. *Electrolyser Stack*) – skup elektrolizatora

ETS - Sustav trgovine emisijama stakleničkih plinova

GHG – staklenički plin (engl. *Greenhouse gas*)

Gorivni članak (engl. *Fuel Cell*) - izvor električnoga napona u kojemu se hladnim izgaranjem vodika uz dovod kisika i djelovanje katalizatora kemijska energija izravno pretvara u električnu energiju

Gospodarstvo zasnovano na vodiku (engl. *Hydrogen Economy*) - održivi energetske sustav u kojemu čisti vodik zamjenjuje fosilna goriva na bazi ugljikovodika.

Klimatska neutralnost – označava ljudsko djelovanje bez utjecaja na klimu

Niskougljični vodik - smjesa fosilnog vodika uz primjenu tehnologija hvatanja i skladištenja CO₂ i vodika dobivenog elektrolizom vode iz električne energije

Obnovljivi vodik - vodik tijekom čije proizvodnje nema ispuštanja stakleničkih plinova ili je razina ispuštanja niska

Svežanj gorivnih članaka (engl. *Fuel Cell Stack*) - skup gorivnih članaka

Vodik (engl. *Hydrogen*) - kemijski element atomskog (rednog) broja 1 i atomske mase 1,00794(7)

PRILOG - Izvješće o provedenom savjetovanju sa zainteresiranom javnošću

OBRAZAC IZVJEŠĆA O PROVEDENOM SAVJETOVANJU SA ZAINTERESIRANOM JAVNOŠĆU	
Naslov dokumenta	Hrvatska strategija za vodik do 2050. godine
Stvaratelj dokumenta, tijelo koje provodi savjetovanje	Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja
Svrha dokumenta	Strategija daje nacionalnu viziju razvoja, istraživanja, proizvodnje, infrastrukture i primjene vodikove tehnologije, s ciljem postizanja klimatske neutralnosti do 2050. godine, kao i viziju nacionalnih ciljeva vezanih za razvoj infrastrukture za alternativna goriva. Glavni cilj Strategije je proizvodnja i uporaba vodika s naglaskom na obnovljivi vodik kao zamjene za fosilna goriva i povećanje stabilnosti elektroenergetskog sustava zasnovanog na OIE.
Datum dokumenta	8. ožujka 2022.
Verzija dokumenta	Prva
Vrsta dokumenta	Nacionalna Strategija
Naziv nacrt zakona, drugog propisa ili akta	Hrvatska strategija za vodik do 2050. godine
Jedinstvena oznaka iz Plana donošenja zakona, drugih propisa i akata objavljenog na internetskim stranicama Vlade	n/a
Naziv tijela nadležnog za izradu nacrt	Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja
Koji su predstavnici zainteresirane javnosti bili uključeni u postupak izrade odnosno u rad stručne radne skupine za izradu nacrt?	Stručna radna skupina za izradu prijedloga Hrvatske strategije za vodik od 2021. do 2050. godine. Stručna radna skupina brojala je 11 članova i to su bili predstavnici: ministarstava (MINGOR, MMPI, MZO), visokih učilišta (FSB Zagreb, FESB Split), stručnih agencija (EIHP, AZU), javnih i privatnih gospodarskih subjekata iz sektora (Plinacro, HEP, INA) te udruženja (HUP)
Je li nacrt bio objavljen na internetskim stranicama ili na drugi odgovarajući način? Ako jest, kada je nacrt objavljen, na kojoj internetskoj stranici i koliko je vremena ostavljeno za savjetovanje? Ako nije, zašto?	Nacrt Prijedloga Strategije bio je objavljen na vladinim stranicama za e-savjetovanje od 28. siječnja 2022. godine do 27. veljače 2022. godine. Uz to, MINGOR je u suradnji s HGK organizirao predstavljanje Prijedloga Strategije, 7. veljače 2022. godine, u prostorijama HGK. Događaj je bio u hibridnom obliku te ga je, osim prisutnih u HGK, putem online platforme popratilo preko 100 sudionika. Predstavljanje je održano na samom početku e-savjetovanja, točnije 21 dan prije isteka savjetovanja.

<p>Koji su predstavnici zainteresirane javnosti dostavili svoja očitovanja?</p>	<p>Predstavnici zainteresirane javnosti koji su dostavili svoja očitovanja su: Tetida d.o.o., Zelena akcija, Robert Mikulandrić, GRADSKA PLINARA ZAGREB d.o.o., Grupa za energetiku Zavoda za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, HGK, Luka Predragović, DOK-ING Energo d.o.o., Vladislav Brkić, Marijan Kalea, Međunarodna zračna luka Zagreb d.d.,</p>
<p>ANALIZA DOSTAVLJENIH PRIMJEDBI</p> <p>Primjedbe koje su prihvaćene</p> <p>Primjedbe koje nisu prihvaćene i obrazloženje razloga za neprihvatanje</p>	<p>Analiza dostavljenih primjedbi dana je u prilogu ovog obrasca.</p>
<p>Troškovi provedenog savjetovanja</p>	<p>Nije bilo troškova prilikom provedba savjetovanja.</p>

Izvešće o provedenom savjetovanju - Prijedlog Hrvatske strategije za vodik od 2021. do 2050. godine

Redni broj	Korisnik	Isječak	Komentar	Status odgovora	Odgovor
1	Tetida d.o.o.	PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja	<p>1) H2-Hydrogen Cell, Dok.Ing, Eco-ina, Tetida</p> <p>Regulativa i nadležnost otvaranja H2-Punionica Osnivanje Hrvatskg fonda za financiranje pripreme i provođenje H2-projekata u Hrvatskoj Osnivanje "Baze H2- Projekata u Hrvatskoj" Propisivaje učinkovite procedure za dobivanje svih potrebnih operativnih dozvola za provođenje Projekta vodika i ostalih modernih energenata (sintetskih plinova) vezano na način dobivanja istih iz suvremenih tehnologija, solarne, vjetro, geotermalne, uplinjavanja otpada , od izrade ili promjene prostornih planova, sfera sigurnosti, certificiranja opreme i proizvoda-geografskog porijekla vodika i ostalih suvremenih medija, puštan ja u pogon svih segmenata sustava - izvora SE, VE, HE, Geo, elektrolizera, sustava skladištenja i distribucije, u industriji i H2- Punionica za sve vrste prometala.</p> <p>Normativi za postavljanje H2- Punionica na Koridorima i ostalim kategorijama prometnica</p> <p>2) TEMA - Pula ; dr. Branimir Ružojčić</p> <p>S obzirom da je RH proizvođač raznih plovila a da su ista veliki potrošači energije i značajni zagađivači okoliša, predlažem da se svugdje već u planiranju strategije pored generalno vozila, naglasi i "plovila" Kao primjer: Stavak: 2.2 "Strateške smjernice" u točki 3 predlažem dodati: "Korištenje vodika – omogućavanje korištenja vodika u industrijskim procesima, kao i razvoj uporabe vodika u prometu osiguravanjem poticaja za kupnju vozila i plovila na vodik." Slika 5: "Planirana ulaganja u vodikovu tehnologiju u HR " ubaciti kod sufinanciranja pri kupovini "...i plovila"</p> <p>3. Međunarodna zračna luka Zagreb (MZLZ) Str. 16/17 Strategije - dodatak iz oblasti "Zrakoplovstva" U zračnom prometu potrebno je</p>	Nije prihvaćen	<p>Primjedba pod točkom 1) - nije prihvaćeno 1) Hrvatska Strategije za vodik do 2050.godine cjelovit je i sveobuhvatan akt strateškog planiranja koji daje viziju razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku. Detaljnije razrađene regulatorne odredbe, koje su predložene, sastavni su dio provedbenih akata koji slijede nakon donošenja same Strategije. Primjedba pod točkom 2) - prihvaćeno Primjedba pod točkom 3) - djelomično prihvaćeno 3) Strategija nije provedbeni akt i ne propisuje tražene kriterije. U tekst strategije dodan je odlomak koji se odnosi na zračni promet. Primjedba pod točkom 4) - nije prihvaćeno 4) Hrvatska Strategije za vodik do 2050.godine cjelovit je i sveobuhvatan akt strateškog planiranja koji daje viziju razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku. Sustav gospodarenja otpadom reguliraju provedbeni akti u području gospodarenja otpadom.</p>

		<p>razviti sveukupno integrirano „master-planiranje zračnih luka povezano s korištenjem vodika“, promicati interdisciplinarni pristup temi primjene vodika na zračnim lukama što uključuje:</p> <p>I. donošenje regulativa za primjenu vodika u zrakoplovstvu sa aspekta sigurnosti,</p> <p>II. razvoj zračne i zemaljske infrastrukture za vodik za opskrbu u zrakoplovstvu,</p> <p>III. razvoj operacija primjenom vodika na siguran način,</p> <p>IV. kompatibilnost zrakoplova na vodik i zračne luke, te rješavanje cijelog lanca vrijednosti (proizvodnja, transport, ukapljivanje, skladištenje, distribucija, punjenje).</p> <p>Regulativa i aspekti sigurnosti za zrakoplovstvo trebaju uključivati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - operacije na uzletno-sletnoj stazi, - taksiranje, - operacije na stajankama zrakoplova, - odležavanje, - održavanje. <p>kroz normativni/regulatorni pogled i pristup implementaciji potrebnih prilagodbi zračnih luka i regulacijskog okvira za korištenje vodika</p> <p>Sa aspekta primjene vodika, zračna i zemaljska infrastruktura kao i operativne aktivnosti trebaju se sagledavati kroz razvoj infrastrukture za opskrbu mobilnosti, logističku potporu sa primjenom za vozila uključena u procese opsluživanja zrakoplova, kao i prijevozu putnika, i infrastrukture za opskrbu zrakoplova.</p> <p>Posljedično potrebno je:</p> <ul style="list-style-type: none"> - definirati glavne moguće sheme za opskrbu lanca vodika u zračnim lukama za gorivo zrakoplova i - odrediti najrelevantnije obrasce za distribuciju vodika na zračnoj strani za opsluživanje zrakoplova; <p>Također, potrebno je strateški utvrditi utjecaje kompatibilnosti zrakoplova na vodik i zračnih luka kroz:</p> <p>definiciju kontrolnih popisa svih provjera koje operateri zračnih luka moraju izvršiti prije dozvoljavanja operacija zrakoplova na vodik[GA1] , te osigurati usklađenost s važećim primjenjivim propisima, uključujući EASA propis i ostale obveze.</p> <p>4. Grad Vis</p>		
--	--	--	--	--

		<p>Sukladno smjernicama Vlade Republike Hrvatske o Zelenoj energetskej tranziciji i smjernicama EU Zelenog plana s ciljem smanjenja emisija štetnih plinova i korištenju obnovljivih izvora energije sunca, vjetra i suvremenih ekološki prihvatljivih energenata kao što je vodik, ovim putem želimo skrenuti pozornost na važnost izmjene trenutnog sustava gospodarenja otpadom.</p> <p>Prijedlog je da se u izmjene trenutnog sustava gospodarenja otpadom uvrsti suvremena tehnologija koja nakon razvrstavanja otpada (staklo, metal, plastika, papir i bio-otpad) suvremenom metodom uplinjavanja (Metoda ultra visoko temperaturne hidrolize organskog otpada kojom se iz dobivenog bio-sintetskog plina izdvaja vodik) otpad pretvara u vodik.</p> <p>Ovakav sustav gospodarenja otpadom je također cirkularan. Temelji se na tomu da otpad jedne industrije postane sirovina druge. Vodik stvoren iz otpada bio bi dostatan potrošnji vodika svih komunalnih vozila Grada Visa što uvelike pridonosi smanjenju emisije štetnog CO₂ plina.</p> <p>Kao otočna Jedinica lokalne samouprave moramo istaknuti važnost postizanja neovisnosti otoka u odnosu na kopno te težiti cilju „Deklaracije o pametnim otocima“.</p> <p>Inicijativa Pametni otoci inspirirana je inicijativom Europske komisije Pametni gradovi i zajednice, no ide i korak dalje, kroz jačanje sinergija između energetike, transporta i IKT-a, uz uključivanje tema vezanih uz vodu i otpad, po principu cirkularne ekonomije. Taj holistički pristup izvire opravo iz izoliranosti otoka koja nas prisiljava razmišljati kako osigurati optimalno korištenje i upravljanje resursima te doprinijeti održivom i ravnomjernom razvoju koji će iskoristiti otočne potencijale (geografske elemente, prirodne i ljudske resurse, proizvode).</p> <p>Temeljem svega gore navedenog mišljenja smo da je usklađenje tj. izmjena trenutnog sustava gospodarenja otpadom neophodna, a sve kako bi se ostvarili ciljevi i mjere Europske unije vezane za smanjenje</p>		
--	--	---	--	--

			emisija ugljičnih plinova u različitim sektorima i ublažavanje klimatskih promjena.		
2	ZELENA AKCIJA	PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja	<p>Smatramo pozitivnim korakom da se Hrvatska želi usmjeriti na razvoj obnovljivog odnosno zelenog vodika kojeg smatramo jedinim klimatsko i ekološki prihvatljivim oblikom vodika pošto je proizveden korištenjem električne energije dobivene iz obnovljivih izvora. Ostali oblici vodika, poput sivog ili plavog, nisu prihvatljivi jer se u većini slučajeva koriste fosilna goriva ili nuklearna energija (i skupi CCS) za njihovu proizvodnju.</p> <p>Smatramo da se ni u fazi prijelaza ne smije usmjeriti na povećanje korištenja sivog vodika, koji je trenutno najdominantniji, niti plavog kojeg se pokušava predstaviti kao ugljično neutralnog ili čistog. No, koncept "čistog" ili "niskougljičnog" ovisi o tome hoće li hvatanje, transportiranje i (trajno) skladištenje CO2 (CCS) zaista uspjeti. Tu je ključno uzeti u obzir: 1) visoku cijenu CCS tehnologije, 2) energiju koja je potrebna za CCS i 3) istjecanje CO2 i metana što je problem svih oblika vodika baziranih na fosilnim gorivima. Stoga smatramo da CCS tehnologija ne bi trebala biti umjerenje RH u razvoju vodika.</p> <p>Samo se obnovljivi vodik može smatrati čistim jer ne emitira CO2 te može biti korišten kako bi se pomoglo dekarbonizirati sektore poput teške industrije ili transporta (pomorski, zračni). Druge vrste vodika uključuju emisije stakleničkih plinova tijekom cijelog životnog ciklusa i mogu pridonijeti nastavku upotrebe fosilnih goriva, posebno plina, na dulji period. U tom smislu nije prihvatljivo ni miješanje plina i vodika jer će pridonijeti produljenju životnog vijeka plina.</p> <p>No, važno je naglasiti kako su hitne i korjenite promjene, zbog klimatske krize i urgentnosti njenog rješavanja, potrebne u tekućem desetljeću, na što upozorava i znanstvena zajednica (IPCC). Zbog toga ne možemo svu nadu polagati u obnovljivi vodik koji bi tek za desetljeće, dva ili više mogao postati isplativ. Dodatno, RH trenutno nema sredstava za provedbu ove strategije već sve nade, više manje, polaže u dobivanje EU i hrvatskih javnih sredstava. Smatramo da je u</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.

			ovom trenu potrebno dati prednost razvoju obnovljivih izvora energije (posebno solarne) za izravno korištenje, kao i štednji energije te povećanju energetske učinkovitosti.		
3	Robert Mikulandric	PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja	Strana 9 - 'Proizvodnja vodika odvijala bi se na mjestu proizvodnje električne energije s ciljem rasterećenja elektroenergetskog sustava, ali i na mjestu značajnije potrošnje sa svrhom rasterećenja samog prijenosnog sustava'. - u ovom kontekstu nije jasno na koji prijenosni sustav se misli tako da predlažem sljedeću formulaciju: 'Proizvodnja vodika odvijala bi se na mjestu proizvodnje električne energije, koje ujedno može biti i mjesto potrošnje vodika, s ciljem rasterećenja elektroenergetskog sustava'	Prihvaćen	Prihvaćeno.
4	Robert Mikulandric	PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja	Poštovani, predloženi Prijedlog Hrvatske strategije za vodik od 2021. do 2050. godine je kvalitetno napisan i obuhvaća sva postojeća kretanja i trenutne planove u svjetskoj industriji vodika. Po mom osobnom stručnom mišljenju (kao doktora-inženjera u razvoju vodikovih kompresora za prestižnu EU tvrtku u toj domeni) u Prijedlog bi trebalo dodatno uvesti termin tehnologija za PRIPREMU vodika (koje se trenutno ne spominju), kao bitnog dijela lanca dobave vodika i vodikovog gospodarstva. Pod tim tehnologijama podrazumijevam tehnologije odvlaživanja i ovlaživanja, odvajanja/separacije, ukapljivanja, kompresije, uplinjavanja i termalne obrade vodika (grijanje/hlađenje). Nakon što se vodik proizvede u elektrolizatoru on mora proći kroz obradu/pripremu kako bi se doveo do stanja prigodnim za transport i/ili krajnju upotrebu. Tehnologije za tu svrhu mogu stajati na proizvodnoj ali i na potrošačkoj strani lanca dobave, zavisno od toga da li se vodik proizvodi centralizirano ili decentralizirano (kako je objašnjeno u Prijedlogu). Kod sustava s plinovodima/vodikovodima proizvedeni vodik se dodatno mora tlačiti na tlakove do 50 bara ili do 800 bara u slučaju s punionicama. Navedene stavke značajno pridonose u konačnoj cijeni vodika za korisnike (samo trošak kompresije je oko 1.5	Prihvaćen	Prihvaćeno.

			<p>eur/kg H₂). Tehnologije korištenja vodika također zahtijevaju vodik određene kvalitete i svojstva, tako da se vodik mora pripremiti prije samog korištenja. S tog kuta gledišta nije jasno da li su sustavi pripreme vodika dio sustava proizvodnje, transporta ili potrošnje vodika tako da predlažem da ih se navede kao zasebnu kategoriju.</p> <p>Među navedenim tehnologijama postoji još puno prostora za razvoj i otkrivanja novih tehnologija što otvara mogućnost hrvatskim tvrtkama za stvaranje novih proizvoda i otvaranju novih tržišta.</p> <p>Na kraju bi naglasio potrebu za aktivnom ulogom gospodarstva i znanosti u definiranju standarda za vodikove tehnologije, definiranjem zakonskog okvira za dobavu i pripremu voda za proizvodnju vodika pomoću elektrolizatora te dugoročno osiguravanje dovoljnih količina vodika za velike potrošače..</p> <p>Lijepi pozdrav, Robert Mikulandrić</p>		
5	GRADSKA PLINARA ZAGREB d.o.o.	PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 1.Sadržaj	Sadržaj i obim nacrtu Strategije je vrlo sličan Strategiji za vodik za klimatski neutralnu Europu izrađenoj od strane Europske komisije. Podrazumijeva se da kod ovakvih grana energetike koje se tek trebaju razviti, nije moguće u strateškom okviru razraditi preciznije modele gospodarskih tokova, no u tom slučaju se naknadno može izraditi akcijski plan kao što je to napravio Department of Energy SAD-a sa svojim Hydrogen Program Planom. Stoga predlažemo da se nastavi s radom na modeliranju ove djelatnosti na sličan način.	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje. 2023. godine predviđena je revizija Integriranog energetskog i klimatskog plana, a kojom će biti obuhvaćene i odgovarajuće mjere iz Hrvatska Strategije za vodik do 2050.godine.
6	Grupa za energetiku Zavoda za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu	PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 1.VIZIJA RAZVOJA GOSPODARSTVA ZASNOVANOG NA VODIKU	<p>Grupu za energetiku čine: izv. prof. dr. sc. Luka Perković prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar prof. dr. sc. Tomislav Kurevija dr. sc. Marija Macenić</p> <p>Primijetili smo da u strukturi ovog dokumenta u odnosu na Europsku strategiju za vodik nedostaje definicijski dio koji bi jasno i nedvosmisleno definirao pojmove kao što su obnovljivi vodik, e-goriva/sintetska goriva, niskouglični vodik, fosilni vodik, itd. Čini se da je sustav boja, a koji se i dalje spominje u ovom prijedlogu strategije, napušten pa nije sasvim jasno zbog čega se i dalje koristi. Također, ovaj prijedlog strategije ne spominje</p>	Djelomično prihvaćen	Djelomično prihvaćeno. Dio pojmova uključen je u pojmovnik.

		<p>niti po kojem kriteriju će se ocjenjivati održivost, odn. kriterij obnovljivosti vodika, dok Europska strategija implicitno definira da kao kriterij održivosti treba navesti emisije stakleničkih plinova iz analize cjeloživotnog ciklusa (full life-cycle greenhouse gas emissions).</p> <p>Slijedom navedenog, predlažemo da se doda jedno zasebno potpoglavlje "1.1.1. Definicije pojmova vezanih uz vodik" (ili slično) unutar poglavlja "1.1. Uvod" u kojem će nedostajuće definicije biti navedene. Poglavlje može, primjerice biti formulirano ovako: "S obzirom na način dobivanja vodika i proizvoda od vodika temeljem cjeloživotnih emisija CO₂, odnosno tehnologijama proizvodnje i vrste izvora energije, razlikujemo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vodik dobiven elektrolizom vode iz električne energije 2. Obnovljivi vodik/"Čisti" vodik - vodik dobiven elektrolizom vode pri čemu je električna energija dobivena iz obnovljivih izvora energije 3. Fosilni vodik - vodik proizveden iz fosilnih goriva kao sirovina, primarno proizvodnja vodika postupkom parnog reformiranja prirodnog plina 4. Fosilni vodik uz primjenu tehnologija hvatanja i skladištenja CO₂ - ovdje treba uzeti u obzir i efikasnost samog CCS procesa 5. Niskougljični vodik - smjesa fosilnog vodika uz primjenu tehnologija hvatanja i skladištenja CO₂ i vodika dobivenog elektrolizom vode iz električne energije 6. Sintetska goriva/e-goriva dobivena iz vodika - plinovita i kapljevita goriva bazirana na ulaznim sirovinama vodik i ugljiku, pri čemu je za stupanj obnovljivosti mjerodavan stupanj obnovljivosti vodika. Primjeri su sintetski kerozin, sintetski dizel, sintetski mentanol, sintetski etanol, sintetski metan, itd." <p>U ovoj strategiji se izravno ili neizravno spominju gotovo sve gore navedene inačice vodika, a koje bi trebalo definicijski uskladiti u dokumentu. Također, ovdje bi bilo i svrsishodno definirati razinu ekvivalentnih emisija CO₂ po jedinici mase proizvedenog vodika za vodik dobiven iz električne energije. Stoga predlažemo da se, sukladno formatu Europske strategije za vodik, na pojam "1. Vodik dobiven elektrolizom vode" u gore navedenom tekstu</p>		
--	--	---	--	--

			<p>doda fusnota</p> <p>"*prema zadnjim dostupnim podacima o efikasnosti elektrolizatora (60%), specifičnom prosječnom faktoru emisije CO2 po ukupno proizvedenoj električnoj energiji u Hrvatskoj (0.18 kgCO2/kWh-el prema Tablici 10.3.2., Energija u Hrvatskoj 2019) i donjoj ogrijevnoj vrijednosti vodika (33.3 kWh-th/kgH2) dolazimo do vrijednosti od 10 kgCO2 po 1 kgH2 za vodik dobiven elektrolizom vode iz električne energije. Iako je to niže od Europskog prosjeka koji je, prema Europskoj strategiji, 14 kgCo2/kgH2 to je i dalje poprilično visoka vrijednost, s obzirom na rezultirajuću vrijednost od 300 gCO2/kWh-th kojeg vodik ima prije potrošnje, i to bez uključivanja fugitivnih emisija u proračun."</p>		
7	HGK	1.VIZIJA RAZVOJA GOSPODARSTVA ZASNOVANOG NA VODIKU, 1.3 Vizija	<p>Članice Grupacije za vodik HGK predlažu da se u poglavlje 1.3, kada se govori o dekarbonizaciji sektora u gospodarstvu, uz promet i toplinsku energiju u industriji doda termin „i drugim gospodarskim granama“.</p>	Prihvaćen	Prihvaćeno.
8	GRADSKA PLINARA ZAGREB d.o.o.	1.VIZIJA RAZVOJA GOSPODARSTVA ZASNOVANOG NA VODIKU, 1.3 Vizija	<p>Profesor Galović i drugi autori koriste pojam "miješanje plinova" pa predlažemo da se umjesto pojma "ubrizgavanje" koristi pojam "umješavanje". Nadalje, sukladno postojećoj zakonskoj regulativi potrebno je umjesto izraza transportna i distribucijska mreža koristiti transporti i distribucijski sustav prirodnog plina.</p> <p>Misli li se pod izrazom "regulacija obnovljivih plinova" na "regulaciju djelatnosti opskrbe i distribucije obnovljivih plinova" ili na "regulaciju postupka umješavanja obnovljivih plinova s ili bez fosilnih plinova" ili nešto treće? Naime, i jedan i drugi proces bi trebalo podrobnije opisati kako u strategiji, tako i u akcijskom planu.</p> <p>Što se tiče prvog značenja pojma „regulacije“, trenutno su transport i distribucija prirodnog plina putem plinskih sustava određeni kao regulirane djelatnosti koje se obavljaju kao javna usluga. Pojednostavljeno, ti sustavi su određeni kao prostor na kojem se trguje energijom u plinovitom stanju prema reguliranim uvjetima s reguliranim pristupom. Stoga bi o tome trebalo voditi računa kod propisivanja metodološkog okvira za umješavanja obnovljivih plinova u transportne i distribucijske sustave.</p> <p>Što se tiče drugog značenja</p>	Prihvaćen	Djelomično prihvaćeno. Ostatok primljeno na znanje. Prihvaćene predložene jezične izmjene.

			izraza „regulacije“, regulacija postupka umješavanja podrazumijeva određivanje propisa i normi koji će urediti sigurnosne mehanizme na cjelokupnom lancu od prijevoza, skladištenja i umješavanja do distribucije i potrošnje mješavine prirodnog plina i vodika.		
9	Luka Predragović	1.VIZIJA RAZVOJA GOSPODARSTVA ZASNOVANOG NA VODIKU, 1.3 Vizija	"Vodik se smatra čistim energentom te će kao takav imati važnu ulogu u više sektora (energetika, promet, industrija i dr.) s ciljem smanjenja emisija stakleničkih plinova." Iza industrija dodati poljoprivreda. Evo i zašto: U sektoru poljoprivrede bilježi se porast potrošnje tekućih fosilnih goriva što je posljedica mehanizirane obrade zemljišta i grijanja u plastenicima, jedina alternativa za dekarbonizaciju je vodik i vlastita proizvodnja OIE. Za proizvodnju OIE u Hrvatskoj imamo dobar potencijal zračenja Sunca i potrebne poljoprivredne površine, ruralno stanovništvo i priliku za razvoj cjelogodišnje ekološke poljoprivredne proizvodnje (Slavonija, središnja Hrvatska i druga područja). Inovacije i tehnološka dostignuća omogućuju istovremenu poljoprivrednu proizvodnju i proizvodnju energije na istoj površini. Na taj način čuvamo obradive površine, pašnjake i drugo zemljište od jednostranog uzimanja za energetske proizvodnje. Potičemo distribuiranu proizvodnju i potrošnju energije, te lokalnu pohranu energije.	Prihvaćen	Prihvaćeno.
10	DOK-ING Energo d.o.o.	1.VIZIJA RAZVOJA GOSPODARSTVA ZASNOVANOG NA VODIKU, 1.3 Vizija	Vodik će zasigurno najveći utjecaj imati na dekarbonizaciju društva kroz primjenu u proizvodnji električne energije i/ili izvor OIE kao alternative drugim, štetnijim izvorima energije poput fosilnih goriva. Međutim, valjalo bi u viziji upotrebe vodika u RH razmišljati i o procesima proizvodnje samog vodika, a koji također mogu pridonijeti dekarbonizaciji i zaštiti okoliša. Ovakvo promišljanje adresira višestruki ekološki učinak unutar istog vrijednosnog lanca. Na primjer, vodik se može proizvesti metodama, odnosno tehnologijama i procesima, koji koriste sirovine, materijale ili kemijske spojeve koji su sami po sebi štetni za okoliš, a koji se procesom proizvodnje vodika smanjuju ili u potpunosti iskorištavaju, pritom ispunjavajući i načela kružne ekonomije. Predlažemo dodavanje sljedeće	Prihvaćen	Prihvaćeno.

			<p>rečenice na kraju predzadnjeg odlomka ovog poglavlja: Vodik će također uz sektore električne enrgije, grijanja, hlađenja i prometa, potaknuti razvoj i primjenu tehnologija u drugim sektorima koji će pridonijeti dekarbonizaciji društva i zaštititi okoliša kroz inovativne procese proizvodnje i/ili upotrebe vodika. Ovdje se može i ne mora navesti primjer iskorištavanja otpada kao resursa za proizvodnju vodika čime se ne smanjuje samo zagađenje tla, zraka i vode već i umanjuje opasnost od nakupljanja metana te rasterećuje prostorne i ljudske kapacitete potrebne za zbrinjavanje otpada.</p>		
11	ZELENA AKCIJA	<p>PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2.RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA</p>	<p>Postoje još uvijek izazovi za širu i komercijalnu primjenu obnovljivog vodika poput činjenice da je za proizvodnju ovog vodika potrebno izgraditi elektrolizatore u količini većoj nego što smo do sada vidjeli. Potrebni su i ili vrlo visoki tlakovi ili vrlo visoke temperature, oboje s vlastitim tehničkim poteškoćama. Dodatno, zahtijevat će velika ulaganja kako bi se vodik doveo cjevovodima do gradova: sadašnju plinsku mrežu trebalo bi obnoviti odnosno nadograditi kako bi podržavala prijenos 100%-tnog (obnovljivog) vodika. Dotad, vodik bi zapravo trebao biti proizveden iz fosilnih goriva jer postojećom mrežom tehnički još nije moguće prenositi samo (obnovljivi) vodik, već ili plin ili mješavinu (tzv. blending) plina i vodika kojeg ima u manjem omjeru.</p> <p>Što se tiče troškova, po nekim predviđanjima, zeleni odnosno obnovljivi vodik će vjerojatno još neko vrijeme biti oskudan proizvod i skup jer je za njegovu proizvodnju potrebno jako puno električne energije iz obnovljivih izvora. Danas je obnovljivi vodik 2-3 puta skuplji od plavog, a skuplji je i od sivog vodika. Troškovi proizvodnje zelenog vodika određeni su cijenom električne energije iz obnovljivih izvora, investicijskim troškovima elektrolizera i njegovim radnim satima. Povećanje količine obnovljivog vodika ograničeno je činjenicom da će većina obnovljivih energetske kapaciteta tijekom sljedećeg desetljeća biti potrebna za zamjenu konvencionalne proizvodnje (fosilna goriva) ili za zadovoljavanje sve veće potrošnje električne energije. Trenutno, zamjena proizvodnje ugljena ili plina obnovljivim</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.

			<p>izvorima manje je ugljično-intenzivna i isplativija od korištenja obnovljivih izvora za proizvodnju vodika. Neki stručnjaci smatraju da će Europa vjerojatno biti velik uvoznik zelenog vodika iz regija s jeftinijim obnovljivim izvorima što opet postavlja pitanje ovisnosti o drugim zemljama kao i geopolitici.</p> <p>No, zbog još relativno malo razvijene tehnologije, interpretacije su različite. Primjerice, klimatski think-tank Komisija za energetske tranzicije smatra kako trendovi troškova pokazuju da obnovljivi vodik može postati jeftiniji od sivog vodika u sljedećem desetljeću. Što se tiče plavog vodika, smatraju da će troškovi obnovljivog vodika vjerojatno pasti ispod troškova plavog vodika na nekim područjima prije 2030., a na većini do 2050. godine. Zaključuju da "je vjerojatno da će 'zeleni' proizvodni put dugoročno biti glavni proizvodni put, iako sa značajnom ulogom za 'plavi' (vodik) u tranziciji i na određenim mjestima gdje su troškovi plina vrlo niski". Prema izvještaju Međunarodne agencije za obnovljive izvore energije (IRENA) iz prosinca 2020., vodik proizveden iz obnovljive električne energije mogao bi se natjecati po cijeni s alternativnim fosilnim gorivima do 2030. godine. Prema agenciji S&P Global Ratings, troškovi obnovljivog vodika moraju pasti za preko 50% do 2030. da bi on bio održiv.</p> <p>Nadalje, za stvaranje obnovljivog vodika, potrebna je ogromna količina električne energije, što znači veliko povećanje količine energije vjetra i sunca u svrhu proizvodnje vodika. Kako bi zaista bio "zelen", u postojećim okolnostima vodik bi trebao biti proizveden iz viška obnovljive električne energije, tj. samo kada je proizvedeno previše. Idealno, trebala bi postojati planirana proizvodnja zelenog vodika kako bi bila sastavni i predvidiv dio potrošnje dekarbonizirane električne energije.</p>		
12	HGK	2.RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA , 2.1Potencijal vodika u Republici Hrvatskoj	Članice Udruženja energetike predlažu u predzadnjem paragrafu, umjesto izraza „kao gorivo ili sirovina za proizvodnju goriva“ pisati „kao gorivo i kada se upotrebljava kao međuproizvod za proizvodnju konvencionalnih goriva“	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. Obzirom na dekarbonizaciju, Paket „Spremi za 55“ u sklopu kojeg se predlaže i RED III direktiva, veliki naglasak se treba staviti na dekarbonizaciju prometa, a u planu je i ETS sustav za

			(Obrazloženje: izraz je u skladu s RED II direktivom).		promet, pa izraz nije u skladu sa najnovijom politikom EU.
13	Luka Predragović	2.RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA , 2.1Potencijal vodika u Republici Hrvatskoj	Dodati: i ruralnom poljoprivrednom području radi razvoja sela i poljoprivrede.	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. Ovo se podrazumijeva i nema potrebe posebno naglašavati predloženo.
14	DOK-ING Energo d.o.o.	2.RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA , 2.1Potencijal vodika u Republici Hrvatskoj	U ovom poglavlju, prikazana shema vodikovog lanca vrijednosti na jednostavan i slikovit način prikazuje tijek proizvodnje vodika iz OIE. I dok je shema u najvećoj mjeri relevantna za prikaz proizvodnje vodika sukladno općem poimanju tog procesa, ista izostavlja ostale i zelene načine te mogućnost budućih inovativnih rješenja za proizvodnju vodika. Dodatno, inovacije u vodikovom gospodarstvu su predviđene u samoj Strategiji zbog čega bi posebno bilo korisno prepoznati vjerojatnost inovativnih pristupa i u ovom dijelu dokumenta. Stoga predlažemo izmjenu rečenice povezane sa slikom 1: Na slici 1. prikazana je opća shema vodikovog lanca vrijednosti, no ona ne isključuje ostale načine proizvodnje vodika.	Prihvaćen	Prihvaćeno.
15	Grupa za energetiku Zavoda za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu	2.RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA , 2.1Potencijal vodika u Republici Hrvatskoj	Iako je petrokemijska industrija spomenuta u nekoliko navrata unutar same strategije, smatramo da bi bilo dobro da se i u ovom dijelu naglasi industrijska primjena obnovljivog vodika u petrokemijskoj industriji, posebice proizvodnja tzv. "zelenog amonijaka. Predlažemo da se u ovom paragrafu doda jedna rečenica koja glasi: "S druge strane, sinteza tzv. zelenog amonijaka iz obnovljivog vodika omogućila bi dekarbonizaciju proizvodnje umjetnih gnojiva, povećanje energetske efikasnosti u industriji i neposrednu regulaciju elektroenergetskog sustava u prihvatu el. energije iz obnovljivih izvora energije."	Prihvaćen	Prihvaćeno.
16	Luka Predragović	2.RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA , 2.2 Strateške smjernice	Dodati pod točkom 3.: , poljoprivrednoj plasteničkoj proizvodnji i obradi tla	Prihvaćen	Prihvaćeno.
17	DOK-ING Energo d.o.o.	2.RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA , 2.2 Strateške smjernice	Posebno pozdravljamo 4.točku strateških smjernica koja istaknuto prepoznaje ulogu i važnost istraživanja, inovacija i edukacije u vodikovom lancu vrijednosti. Ovo je važno jer govorimo o lancu vrijednosti koji je u RH tek u povojima i koji će uvelike ovisiti o spremnosti radne snage za sudjelovanje u	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.

			istom, a iznimno su važni kapaciteti za istraživanje i primjenu novih tehnologija unutar njega.		
18	Vladislav Brkić	2.RAZVOJNI POTENCIJAL I MOGUĆNOSTI PRIMJENE VODIKA , 2.2 Strateške smjernice	U poglavlju 2.1. spominje se CCS tehnologija. Budući RH ima iskustva u hvatanju i utiskivanju CO2 u pogodne geološke formacije u svrhu dodatnog iscrpka ugljikovodika, zašto se ne iskoristi znanje i geološki potencijal te u strateške odrednice i ciljeve uvrsti i proizvodnja plavog vodika?	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. U Strategiji je stavljen naglasak na obnovljivi ili niskougljični vodik s namjerom jasnog definiranja standarda nužnih za razvoj svjetskog tržišta niskougljičnog vodika.
19	HGK	2.2 Strateške smjernice, I.PROIZVODNJA VODIKA	Članice Udruženja energetike u poglavlju 2.2, točki I. Proizvodnja vodika, predlažu dodati sljedeće: „Nužno je osigurati monitoring količine vodika proizvedenog iz obnovljivih izvora i stavljenog na tržište za potrebe prijevoza, a u skladu s Pravilnikom o mjerama za poticanje korištenja biogoriva u prijevozu (NN 88/2021).“, s obzirom da su projekti iz prometnog sektora (nabava čistih vozila) u visokom stupnju pripremljenosti. Članice Udruženja energetike, u poglavlju 2.2, točki I.. Proizvodnja vodika, predlažu ne navoditi trenutnu cijenu vodika proizvedenog iz fosilnih goriva jer se situacija na tržištu električne energije i prirodnog plina drastično promijenila. Članice Grupacije za vodik, u poglavlju 2.2, točki I. Proizvodnja vodika, mole pojašnjenje vezano uz način računanja cijene vodika. Obzirom na trenutni model izračuna cijene vodika koji je ovisan o načinu proizvodnje samog vodika postavlja se pitanje izračuna cijena vodika proizvedenog novim i inovativnim tehnologijama. Iako je nemoguće predvidjeti najbolji model koji će odgovarati budućim inovacijama, moguće je pretpostaviti tko će o takvom modelu promišljati ili barem koji faktori će se uzimati u obzir prilikom odlučivanja o izračunu takove cijene vodika.	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. Cijene su dio analitičke podloge i navedene su kao informacije. Svjesni smo promjenjivosti cijena, kao i trenutne situacije na tržištu energenata, ali navedena cijena ocrtava omjer cijena dvije vrste vodika i jedina namjera je bila zorno prikazati na koji način se treba potaknuti proizvodnja obnovljivog vodika.
20	Luka Predragović	2.2 Strateške smjernice, I.PROIZVODNJA VODIKA	Komentar: Među prvim projektima biti će iz sektora poljoprivrede i ekološke plasteničke proizvodnje.	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.
21	Luka Predragović	2.2 Strateške smjernice, I.PROIZVODNJA VODIKA	Zamjeniti tekst „obnovljivi“ u zeleni vodik Objašnjenje: Treba jasno naznačiti da od desetak poznatih tehnologija proizvodnje jedino je tehnologija proizvodnje iz OIE (vjetroelektrane i Sunčane elektrane) za proizvodnju „zelenog vodika“	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. Termin obnovljivi vodik je puno širi od zelenog vodika. Iako je glavni naglasak u strategiji stavljen upravo na zeleni vodik treba voditi računa da se ovakva podjela vodika nastoji zamijeniti terminom obnovljivi ili niskougljični vodik s namjerom jasnog definiranja standarda

					nužnih za razvoj svjetskog tržišta niskougljičnog vodika.
22	DOK-ING Energo d.o.o.	2.2 Strateške smjernice, I.PROIZVODNJA VODIKA	<p>Ovo poglavlje adresira prihvatljive načine proizvodnje vodika zato smatramo kako bi se trebale pored zelenog i sivog vodika spomenuti i ostale vrste vodika čiji su načini proizvodnje važni za energetske tranziciju, a neutralni su za okoliš, poput: plavog vodika koji se također dobiva iz prirodnog plina, ali se dio ili cjelokupne emisije ugljikovog (IV) oksida izbjegavaju sustavom za njegovo hvatanje (CCS sustavi), te koji se dalje koristi za neku drugu svrhu, tirkiznog vodika koji se proizvodi tijekom priolize metana prilikom koje se izbjegavaju emisije ugljikovog (IV) oksida jer se sav ugljik iz metana pretvara u kruti ostatak koji se dalje može koristiti u npr. građevinskoj industriji (ovisno o njegovoj čistoći), ljubičastog vodika koji se dobiva korištenjem električne i toplinske energije dobivene u nuklearnim postrojenjima za provođenje termokemijske elektrolize vode, ružičastog vodika koji se proizvodi elektrolizom vode s električnom energijom iz nuklearnih postrojenja te crvenog vodika koji se proizvodi katalitičkim cijepanjem vode na visokim temperaturama korištenjem toplinske energije iz nuklearnih postrojenja. Dodatno, tendencija je da se nomenklatura vodika po bojama promijeni na način da se izražava u emisijama CO2 potrebnih za proizvodnju određene količine vodika, te je možda zgodnije već u HR Strategiji koristiti novu nomenklaturu?</p> <p>Pozdravljamo navođenje i drugih tehnologija proizvodnje vodika u ovom poglavlju, jer su i one važne za postizanje ciljeva EU-a i Republike Hrvatske u pogledu postizanja ciljeva vodikovog gospodarstva. Kao i kod prethodne slike, smatramo kako bi se trebalo napomenuti da je nas slici 2 prikazan samo jedan od načina proizvodnje vodika i da se razvoj ne limitira isključivo na tehnologije elektrolize, nego da se ostavlja prostor i za ostale tehnologije proizvodnje vodika, a koje imaju neutralan ili pozitivan utjecaj na okoliš.</p> <p>Što se tiče trenutnog modela izračuna cijene vodika, koji je ovisan o načinu proizvodnje samog vodika, postavlja se pitanje izračuna cijena vodika</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.

			<p>proizvedenog novim i inovativnim tehnologijama. Iako je nemoguće predvidjeti najbolji model koji će odgovarati budućim inovacijama, moguće je pretpostaviti tko će o takvom modelu promišljati ili barem koji faktori će se uzimati u obzir prilikom odlučivanja o izračunu takove cijene vodika.</p>		
23	GRADSKA PLINARA ZAGREB d.o.o.	2.2 Strateške smjernice, II. POHRANA (SKLADIŠTENJE) I TRANSPORT VODIKA	<p>Sukladno postojećoj zakonskoj regulativi umjesto izraza distributivni sustav potrebno je koristiti izraz distribucijski sustav, umjesto plinske transportne mreže koristiti plinski transportni sustav te umjesto izraza potrošač i korisnik koristiti izraz krajnji kupac.</p> <p>Mišljenja smo kako bi strateški dokumenti koji govore o budućoj primjeni obnovljivih plinova trebali sadržavati i osvrt na korištenje postojećih resursa koji su sada u upotrebi za skladištenje, transport i distribuciju prirodnog plina. Tim više što ti resursi mogu doprinijeti razvoju vodikovog gospodarstva. Tako npr. infrastruktura prirodnog plina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - predstavlja visoke performanse i sigurnost opskrbe, - omogućuje transport energije na velike udaljenosti s vrlo malim gubicima, - može biti fizička platforma za energetske tokove integriranog energetske sektora, - može se nositi s ekstremnim vršnim opterećenjem, odnosno može isporučiti vrlo veliku količinu energije u određeno vrijeme, - ima unutarnju fleksibilnost zahvaljujući podešavanju tlaka koje kontroliraju operatori sustava, - ima veliki međusezonski skladišni kapacitet i - većim dijelom je ukopana i ne vidi se, zbog čega je prihvatljiva za javnost. <p>Sukladno gore navedenom vodik treba biti uključen u Plan razvoja plinskog transportnog/distribucijskog sustava i sustava skladišta plina, a time i reguliran.</p> <p>Konstrukcija rečenice: "U određenim područjima očekuje se miješanje s prirodnim plinom" ukazuje da će primjena vodika kod umješavanja s prirodnim plinom biti slučajnost koja "se očekuje", ali se ne mora desiti. Znači li to da vodik nije rješenje za daljnju upotrebu plinskih sustava i susstituciju prirodnog plina? U ovom poglavlju govori se o</p>	Djelomično prihvaćen	Djelomično prihvaćeno. Ostatok primljen na znanje. Prihvaćene jezične izmjene.

			<p>razvojnim potencijalima i mogućnostima primjene vodika, dok je faznost razvoja opisana kao vizija. Predlažemo da se za svaki razvojni smjer izradi procjena njegovog razvoja na način da se istaknu prilike i prijetnje (koliki je potencijal razvoja pojedine djelatnosti u MWh te o čemu on ovisi).</p>		
24	DOK-ING Energo d.o.o.	2.2 Strateške smjernice, II.POHRANA (SKLADIŠTENJE) I TRANSPORT VODIKA	<p>Intermitentnost OIE će s vremenom biti sve važniji faktor, kako će i gospodarstvo postupno prelaziti na korištenje OIE u sve većoj mjeri. Naravno, kako bi takvo gospodarstvo bilo održivo moramo moći osigurati i računati na dostatan izvor energiju u bilo kojem trenutku. Strategija već prepoznaje značajnu ulogu skladištenja energije koja bi tako mogla osigurati dostatne količine energije u svakom trenutku pod premissom da se dovoljna količina prethodno skladišti. Međutim, za doskočiti ovoj potrebi, veliku ulogu imaju i inovativne tehnologije koje za samu proizvodnju zelenog vodika mogu koristiti konstantne izvore energije, a za primjer ovdje možemo uzeti komunalni otpad koji je neovisan o faktorima poput promjenjivosti vremena. Predlažemo da se odlomka koji počinje s („Konačno, najveća prepreka bržem i širem usvajanju OIE..“) nadopuni na sljedeći način: "Za tu je svrhu potrebno kombinirati varijabilne izvore energije i neku vrstu pohrane (skladištenja) energije ako bi se ona mogla koristiti u vrijeme kada je potrebna, a ne kada je proizvedena ili se okrenuti izvorima energije koji su otporniji na promjenljivost (primjerice komunalni otpad).</p>	Nije prihvaćen	<p>Ne prihvaća se. Hrvatska Strategije za vodik do 2050.godine cjelovit je i sveobuhvatan akt strateškog planiranja koji daje viziju razvoja gospodarstva zasnovanog na vodiku. Sustav gospodarenja otpadom reguliraju provedbeni akti u području gospodarenja otpadom.</p>
25	ZELENA AKCIJA	2.2 Strateške smjernice, III.KORIŠTENJE VODIKA	<p>Smatramo kako učinkovita uporaba obnovljivog vodika znači upotrebu tamo gdje izravna elektrifikacija nije moguća.</p> <p>Slažemo se kako se obnovljivi vodik može se koristiti kako bi se pomoglo dekarbonizirati sektore poput teške industrije ili transporta (pomorski promet, zračni, vlakovi).</p> <p>Postoji konsenzus da je najveći potencijal obnovljivog vodika u dekarbonizaciji teške industrije - posebno čelika, ali i rafinerija, cementa, keramike i kemikalija. U osnovi, bilo koja industrija koja treba ekstremno visoke temperature. Neke od tih industrija mogle bi se elektrificirati, ali to bi zahtijevalo</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.

		<p>velika ulaganja u potpuno novu opremu, dok bi zeleni vodik mogao poslužiti kao gotovo izravna zamjena za ugljen i plin. Što se tiče transporta, obnovljiv vodik može biti koristan osobito za pomorski i riječni te zračni promet, a u određenim okolnostima, željeznički promet te teretna cestovna motorna vozila i autobusi. Naime, s obzirom na izazove u proizvodnji obnovljivog vodika, pogodnije je koristiti električna baterijska vozila gdje je to moguće, što se prvenstveno odnosi na osobne automobile i ostale načine cestovnog prometa, a vodik koristiti u onim sektorima gdje je drugačiji način dekarbonizacije teško izvediv. U većini slučajeva ekonomičnije je koristiti električne autobuse, nego one pogonjene na vodik, međutim, u rijetkim slučajevima prioritet ipak može imati pogon autobusa obnovljivim vodikom, a slično se odnosi i na kamione. Kada govorimo o vlakovima, u većini slučajeva bolje je elektrificirati željezničku infrastrukturu, ali postoje okolnosti u kojima je takav zahvat neisplativ (npr. niska frekvencija polazaka vlakova) i kada je ispravno uvesti vlakove s pogonom na vodik. Veliki izazovi u dekarbonizaciji postoje u pomorskom i zračnom prometu, gdje se, osim električnog pogona, razvijaju i različita sintetska goriva, kao i korištenje vodika. Upravo u tim sektorima će obnovljivi vodik biti važan čimbenik za smanjenje i uklanjanje emisija.</p> <p>S obzirom na visoke troškove, izazove s prijevozom i skladištenjem te vjerojatnu oskudnost obnovljivog vodika u narednim desetljećima, u njegovoj proizvodnji treba prioritetirati tj. usmjerit se na lokalnu proizvodnju i potrošnju umjesto velikih europskih infrastrukturnih projekata koji trenutno služe za produljenje životnog vijeka plina (kroz tzv. blending odnosno miješanje vodika i plina).</p> <p>Smatramo kako vodik nije rješenje za dekarbonizaciju sektora grijanja: nije učinkovit, konkurentan ni jednostavan za korištenje kod grijanja kuća. Potrebno je usmjerit se na rješenja bez fosilnih goriva, ovisno o lokalnom kontekstu i resursima za dekarbonizaciju sektora grijanja, poput daljinskog grijanja i dizalica topline, obnove radi povećanja</p>		
--	--	---	--	--

			<p>energetske učinkovitosti, iskorištavanja otpadne topline, solarne toplotne i geotermalne energije, pametnih uređaja itd. Prema novim analizama, dizalice topline s izvorom topline iz zraka bit će najisplativija tehnologija grijanja stanova u 2050. godini i jeftinije su za najmanje 50% od tehnologija temeljenih na vodik. Prema navedenoj analizi, koju je u ožujku 2021. objavilo Međunarodno vijeće za čisti prijevoz (ICCT), čak i kad bi troškovi prirodnog plina bili 50% niži ili bi cijene električne energije iz obnovljivih izvora bile 50% više u 2050. godini, dizalice topline i dalje bi bile isplativije od vodikovih kotlova ili gorivih ćelija.</p>		
26	Luka Predragović	2.2 Strateške smjernice, III.KORIŠTENJE VODIKA	<p>Nije uvijek priključak na mrežu, jer u ruralnom području obično nema jake mreže n. pr. plastenička poljoprivredna proizvodnja može se opskrbiti energijom otopno iz zračenja Sunca proizvodnjom DC električnom energijom s kojom PEM elektrolizator proizvodi vodik, a univerzalna pohrana i pretvorba vodika je na mjestu potrošnje, pretvorba u krajnju toplinsku i AC električnu energiju može se regulirati i prilagoditi za krajnju potrošnju. Na slici 4. dodati ikonu za dekarbonizaciju električne i toplinske energije u poljoprivredi</p>	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. Slikovni prikaz ne isključuje poljoprivredu.
27	Marijan Kalea	2.2 Strateške smjernice, III.KORIŠTENJE VODIKA	<p>Uz sliku 4. valjalo bi obvezno dodati izdvojeni stavak pod naslovom Dekarbonizacija (proizvodnje) električne i toplinske energije, poput iznesenih stavki o dekarbonizaciji prometa, industrije, kućanstava i pričuvnih sustava. Štoviše, primjena zelenog vodika (dobivenog elektrolizatorima iz električne energije na OIE) za proizvodnju električne energije trebala bi doći na prvo mjesto prioriteta pri uvođenju vodika u našu energetska smjesu. Jer ukupno oko 2500 MW vjetroelektrana i sunčanih elektrana do 2030. godine, neće moći biti sigurno prihvaćeno u elektroenergetski sustav, ako se ne osigura skladištenje vodika i proizvodnja električne energije iz tako uskladištenog vodika u razdobljima smanjene raspoloživosti vjetera ili nulte raspoloživosti Sunčeva zračenja. A u razdobljima povećane raspoloživosti OIE, proizvedena električna energija iz OIE veća od potražnje, skladištala bi se vodikom dobivenim elektrolizatorima.</p>	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. Slikovni prikaz ne isključuje dekarbonizaciju proizvodnje električne i plinske energije. Ostatak primljeno na znanje.

			<p>Trebalo bi - već od 'danas' - onemogućiti rekonstrukciju ili izgradnju novih termoelektranskih jedinica bez primjene turbina koje će - nakon korištenja prirodnog plina, u prvo vrijeme - biti spremna za prijelaz na korištenje vodika. Jednako tako, trebalo bi rekonstrukcije kotlova ili dogradnju novih u centraliziranim toplinskim sustavima, uvjetovati primjenom kotlova koji će moći prijeći na zagrijavanje vodikom, nakon prvotnog korištenja prirodnim plinom.</p> <p>Nakon toga - ili paralelno - trebalo bi pristupiti korištenju vodika velikih industrijskih potrošača topline (primjerice cementara) i petrokemije. a postupno i sve manjih industrijskih potrošača.</p> <p>Kućanstva bi morala doći zadnja na listu prioriteta za korištenje vodika za toplinske potrebe, ako uopće do takvog korištenja vodika uopće dođe. Jer je teško provediva sustavna/ozbiljna kontrola široko distribuiranih trošila vodika, a vodik je značajno opasniji pri korištenju od prirodnog plina, a pogotovo od korištenja sunčanih kolektora ili dizalica topline za toplinsko korištenje u kućanstvima.</p> <p>A, opet je, za značajnije - a vrlo privlačno - korištenje dizalica topline (u kućanstvima i ostaloj potrošnji), potrebna dekarbonizirana električna energija, proizvedna iz OIE, podržana uskladištenim vodikom, kako je naprijed rečeno.</p>		
28	Međunarodna zračna luka Zagreb d.d.	III.KORIŠTENJE VODIKA, Korištenje vodika u prometu	Smatramo da bi bilo svrhovito uspostaviti radnu grupu dionika unutar sektora zračnog prometa (avioprijevoznici, zračne luke, dobavljači goriva na zračnoj luci, predstavnici Vlade RH) koja bi se bavila pitanjima korištenja vodika u zračnom prometu.	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.
29	HGK	III.KORIŠTENJE VODIKA, Korištenje vodika u prometu	<p>Članice Grupacije za vodik HGK smatraju kako je u poglavlju 2.2, točki III. Korištenje vodika, zračni promet nedovoljno zastupljen te ga je potrebno razraditi kroz sljedeće:</p> <p>U zračnom prometu potrebno je razviti sveukupno integrirano „master-planiranje zračnih luka povezano s korištenjem vodika”, promicati interdisciplinarni pristup temi primjene vodika na zračnim lukama što uključuje:</p> <p>I. donošenje regulativa za primjenu vodika u zrakoplovstvu sa aspekta sigurnosti,</p> <p>II. razvoj zračne i zemaljske infrastrukture za vodik za</p>	Djelomično prihvaćen	Djelomično prihvaćeno. Strategija nije provedbeni akt i ne propisuje tražene kriterije. U tekst strategije dodan je odlomak koji se odnosi na zračni promet.

			<p>opskrbu u zrakoplovstvu, III. razvoj operacija primjenom vodika na siguran način, IV. kompatibilnost zrakoplova na vodik i zračne luke, te rješavanje cijelog lanca vrijednosti (proizvodnja, transport, ukapljivanje, skladištenje, distribucija, punjenje).</p> <p>Regulativa i aspekti sigurnosti za zrakoplovstvo trebaju kroz normativni/regulatorni pogled i pristup implementaciji potrebnih prilagodbi zračnih luka i regulacijskog okvira za korištenje vodika uključivati sljedeće: - operacije na uzletno-sletnoj stazi, - taksiranje, - operacije na stajankama zrakoplova, - odleđivanje, - održavanje.</p> <p>Sa aspekta primjene vodika, zračna i zemaljska infrastruktura kao i operativne aktivnosti trebaju se sagledavati kroz razvoj infrastrukture za opskrbu mobilnosti, logističku potporu sa primjenom za vozila uključena u procese opsluživanja zrakoplova, kao i prijevozu putnika, i infrastrukture za opskrbu zrakoplova.</p> <p>Posljedično potrebno je definirati glavne moguće sheme za opskrbu lanca vodika u zračnim lukama za gorivo zrakoplova i odrediti najrelevantnije obrasce za distribuciju vodika na zračnoj strani za opsluživanje zrakoplova.</p> <p>Također, potrebno je strateški utvrditi utjecaje kompatibilnosti zrakoplova na vodik i zračnih luka kroz definiciju kontrolnih popisa svih provjera koje operateri zračnih luka moraju izvršiti prije dozvoljavanja operacija zrakoplova na vodik, te osigurati usklađenost s važećim primjenjivim propisima, uključujući EASA propis i ostale obveze</p>		
30	<p>Grupa za energetiku Zavoda za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu</p>	<p>III.KORIŠTENJE VODIKA, Korištenje vodika u prometu</p>	<p>U ovom poglavlju nisu spomenuta e-goriva, odnosno sintetska goriva, iako su spomenuta u nastavku teksta u poglavlju "4. PROVEDBA". Europska strategija za vodik na nekoliko mjesta izričito spominje i sintetska goriva, poput sintetskog kerozina, sintetskog dizela, itd. te ih objedinjava u kategoriji "Hydrogen-derived synthetic fuels" u poglavlju 2. TOWARDS A HYDROGEN ECOSYSTEM IN EUROPE: A ROADMAP TO 2050. Slijedom</p>	Prihvaćen	Prihvaćeno.

			<p>navedenog, predlažemo da se doda paragraf u sljedećem obliku:</p> <p>"U području avio i brodskog prijevoza moguće je koristiti sintetska, odn. e-goriva koja imaju potencijalno manje troškove logistike i veću gustoću energije u odnosu na komprimirani ili ukapljeni vodik te istovremeno koriste poznate tehnologije motora s unutrašnjim izgaranjem."</p>		
31	DOK-ING Energo d.o.o.	III.KORIŠTENJE VODIKA, Korištenje vodika u industriji	<p>Vodik se najčešće spominje kao spremnik energije, ali je u ovom dijelu Strategije dobro naglašeno kako se vodik koristi i za druge potrebe u industriji (sirovina). Postojeće izvore vodika u industriji treba dekarbonizirati, a primjenu vodika proširiti (energent i sirovina). Smatramo kako je industrija stoga jedan od sektora gdje se trenutno može najviše napredovati s primjenom novih vodikovih tehnologija zbog postojećih značajnih potreba za sirovinama i energentima, postojeće infrastrukture i postojećih izvora vodika. Bitno je napomenuti i da npr. rudarska i građevinska industrija ima velike potencijale pohrane plina (vodika) u geološkim strukturama.</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.
32	GRADSKA PLINARA ZAGREB d.o.o.	III.KORIŠTENJE VODIKA, Kućanstvo	<p>Dio rečenice u prvom odlomku „...postojeća infrastruktura ima veliki potencijal za razvijanje distribucije vodika velikom broju korisnika koji danas koriste prirodni plin uglavnom za toplinarstvo.“ zamijeniti s „postojeća infrastruktura ima veliki potencijal za razvijanje distribucije vodika velikom broju krajnjih kupaca koji danas koriste prirodni plin uglavnom za grijanje i pripremu tople vode.“</p>	Prihvaćen	Prihvaćeno.
33	DOK-ING Energo d.o.o.	III.KORIŠTENJE VODIKA, Sigurnost opskrbe / pričuvni sustavi	<p>Pozdravljamo uvrštavanje sigurnosno-vojnog sektora, a i ostalih mikrolokacija poput bolnica, kao sektora značajnih za korištenje, ali i proizvodnju vodika ukoliko se na navedenim lokacijama koriste tehnologije proizvodnje vodika iz organskih materijala (otpada) što utječe na: energetska sigurnost, smanjenje otpada i smanjenje onečišćenja okoliša.</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.
34	DOK-ING Energo d.o.o.	2.2 Strateške smjernice, IV.OBRAZOVANJE, ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ	<p>Smatramo da bi u trećem odlomku ovog poglavlja trebalo navesti i lakoteretna dostavna vozila, koja je razvijao DOK-ING Energo d.o.o. i drugi hrvatski subjekti.</p>	Primljeno na znanje	Prihvaćeno.
35	HGK	IV.OBRAZOVANJE, ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ, Edukacija	<p>Članice Grupacije za vodik HGK podržavaju ideju suradnje industrije s akademskom zajednicom. Predlažu modele poput praktične nastave,</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.

			studijskih posjeta, rada na digitalnim blizancima i sl.		
36	GRADSKA PLINARA ZAGREB d.o.o.	IV.OBRIZOVANJE, ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ, Istraživanje novih tehnologija	<p>Mišljenja smo kako je osim akademske zajednice u postupak stvaranja i transfera znanja potrebno uključiti i sve druge institucije koje će u budućnosti sudjelovati u implementaciji vodikovih tehnologija (kao što su npr. EX agencija, HERA, Agencija za opremu pod tlakom, strukovne komore te sva ministarstva koja sudjeluju u postupcima gradnje). Prema navedenom Regionalnog centra za vodik bi se trebao baviti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • povezivanjem istraživačkih grupa, • afirmiranjem kvalitete i međunarodnom kompetitivnošću, • realizacijom projekata vezanih uz vodik, • generiranjem ideja i inovativnih rješenja, • provođenjem IPCEI projekata, • ubrzavanjem razvoja novih tehnologija, • nabavljanjem odgovarajuće opreme, • testiranjem gorivnih članaka i elektrolizatora, • provođenjem istraživanja i • provođenjem obrazovanja. <p>Mišljenja smo kako se radi o širokom spektru djelatnosti od kojih se većina trenutno može obavljati u postojećim institucijama i gospodarstvu. Smatramo kako bi se takva organizacija trebala baviti onim poslovima kao što je to određeno za ECH2A savez iz Strategije za vodik za klimatski neutralnu Europu, ali na regionalnoj razini.</p>	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. Osnivanje regionalnog centra ima kao cilj promicanje vodika, ali i objedinjavanje svih potencijala na jednom mjestu. To ne isključuje suradnju sa drugim institucijama i nužnost da se i pojedinci iz tih institucija direktno ili indirektno uključe u rad centra.
37	DOK-ING Energo d.o.o.	IV.OBRIZOVANJE, ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ, Istraživanje novih tehnologija	Tijekom procesa pirolize stvara se kapljevina koja se daljnjim uplinjavanjem pretvara u plin (pirogasifikacija), a što je i uvriježeni proces koji se spominje u drugim europskim strategijama za vodik. Zato predlažemo u drugom odlomku ovog poglavlja iza "piroliza otpada" nadodati "uplinjavanje" kao još jedan proces unutar zgrade, a prije riječi "fotoelektrokemijsko rastavljanje vode na vodik".	Prihvaćen	Prihvaćeno.
38	GRADSKA PLINARA ZAGREB d.o.o.	PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 4.PROVEDBA	Poznato je da rizičnost ulaganja izravno utječe na cijenu proizvoda. Zbog toga su dosadašnja ulaganja u OIE bila vođena pretežitom poticajima. Isto je potrebno i za implementaciju vodikovih tehnologija. Zbog toga predlažemo da strategija predvidi i supstituciju troška razlike u energiji za potrošače koji će prijeći s upotrebe fosilnih goriva na upotrebu obnovljivog	Nije prihvaćen	Ne prihvaća se. Ostatak primljen na znanje. Navedeno je vezano uz provedbene akte, a sama strategija ne treba ići tako duboko. No, kod definiranja aktivnosti, ovo će se svakako uzeti u obzir.

			<p>vodika i to na način da uvaži njihov doprinos smanjenju štetnih emisija (posebno za one gospodarske subjekte koji nisu obuhvaćeni ETS-om).</p> <p>Predlažemo dodavanje točke 9. na način: 9. Poticanje primjene vodika u sustavima prirodnog plina bilo putem postupka umješavanja, bilo putem supstitucije na mjestu potrošnje.</p>		
39	DOK-ING Energo d.o.o.	<p>PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 4.PROVEDBA</p>	<p>Sama Strategija prepoznaje i više puta ističe očekivani razvoj inovacija te njihov doprinos u vodikovom lancu vrijednosti. Upravo zato, i po uzoru na druge europske strategije, bilo bi dobro uključiti inovacije i u prioritete provedbe naše Strategije. Kako ne bi ograničili širinu potencijalnih inovacija, a opet dali jasan znak za poticanje njihovog razvoja predlažemo nadopuniti postojećih 8. prioriteta s novim prioritetom: 9. Poticanje i sufinanciranje razvoja inovacija u vodikovom vrijednosnom lancu, posebice za proizvodnju, skladištenje, transport i primjenu vodika, stvaranjem pozitivnog regulatornog i strateškog okvira za istraživanje, testiranje i sufinanciranje inovativnih projekata vodika u RH. Također, smatramo kako bi 6. prijedlog trebalo detaljnije definirati tj. definirati na koja se e-goriva misli pod tom točkom.</p>	Prihvaćen	Prihvaćeno.
40	HGK	<p>PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 5.PRAĆENJE PROVEDBE I VREDNOVANJE</p>	<p>Sektor za industriju i održivi razvoj HGK izražava spremnost na suradnju s nadležnim tijelima te predlaže model prikupljanja podataka, primjerice informacije o provedenim vodikovim projektima ili investicijama u razvoj vodikovih tehnologija i sl., u sektoru industrije.</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.
41	DOK-ING Energo d.o.o.	<p>PREDLAGATELJ: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 7.ZAKLJUČNA RAZMATRANJA</p>	<p>Smatramo ovakav prijedlog modela izračuna troškova elektrolizatora (dan u četvrtom odlomku ovog poglavlja) zadovoljavajućim i poticajnim za njihovu upotrebu. Dapače, cijena je trenutno glavna prepreka za širu primjenu elektrolizatora zašto vjerujemo da bi ovakvim pristupom prilikom izračuna troškova primijene elektrolizatora potpomogli njihovu isplativost, a time i povećali njihovu uporabu.</p>	Primljeno na znanje	Primljeno na znanje.