

VODIK

KLIMATSKO RJEŠENJE ILI SLIJEPA ULICA?

ŠTO JE VODIK?

Vodik (H) je najlakši element periodnog sustava i najčešća tvar u svemiru. Može se koristiti kao sirovina, gorivo ili energent i ne emitira CO₂ kada sagorijeva te se zato često čuje o njegovom velikom potencijalu za dekarbonizaciju gospodarstva.

U prirodi ga nalazimo uglavnom u plinovitom obliku (H₂) i bezbojan je. Zato, kada čujete za 'bijeli vodik', to se odnosi na onaj prirodni koji se (rijetko) može naći u podzemnim naslagama. Trenutno nema održive strategije za iskorištavanje ovih naslaga pa se primjenjuju različiti procesi kako bi se umjetno proizveo vodik. Tome služe boje: svaka se odnosi na izvor energije i / ili postupak koji je korišten za proizvodnju vodika.

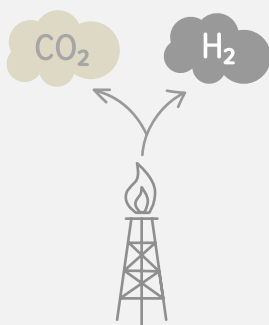


KOJE VRSTE VODIKA POSTOJE?

SIVI VODIK

Rastavljen plin na vodik i ugljikov dioksid

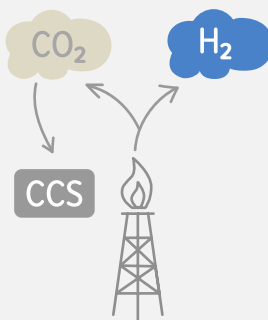
CO₂ emitiran u atmosferu



PLAVI VODIK

Rastavljen plin na vodik i ugljikov dioksid

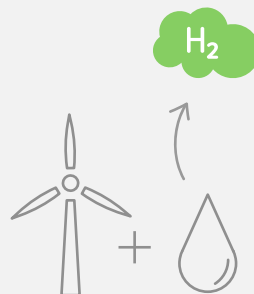
CO₂ pohranjen ili ponovno korišten



ZELENI VODIK

Voda rastavljena na vodik elektrolizom koju pokreće voda ili vjetar

Nema emisije CO₂



SLIKA 1

Tri su glavne vrste – sivi, plavi i zeleni vodik (slika 1)¹ - ali postoji cijeli spektar između po bojama, ovisno o načinu proizvodnje.²

¹ <https://www.brunel.net/en/blog/renewable-energy/3-main-types-of-hydrogen>

² <https://energy-cities.eu/50-shades-of-grey-and-blue-and-green-hydrogen/>

SIVI VODIK

Najčešći oblik vodika, stvara se iz fosilnih goriva, a proces oslobađa ugljični dioksid (CO₂) koji se ne hvata.

PLAVI VODIK

Također se proizvodi iz fosilnih goriva, ali emisije koje nastaju hvataju se i skladište pod zemljom industrijskim hvatanjem i skladištenjem ugljika (CCS), tako da se ne raspršuju u atmosferi. Zbog toga se plavi vodik često smatra ugljično neutralnim izvorom energije, iako bi 'niskougljični' bio precizniji naziv jer se oko 10-20 posto generiranog CO₂ ne može prikupiti.

ZELENI VODIK

Naziva se i 'čistim' ili 'obnovljivim' vodikom, proizveden je korištenjem električne energije dobivene iz obnovljivih izvora i trenutno čini samo oko 1 posto ukupne proizvodnje vodika.

SMEĐI/CRNI VODIK

Najgori oblik vodika; najstariji način proizvodnje vodika nastaje pretvaranjem ugljena u plin.

TIRKIZNI VODIK

Nastaje iz plina – dakle također baziran na fosilnim gorivima - te je još uvijek u eksperimentalnoj fazi.

RUŽIČASTI VODIK

Vodik dobiven procesom elektrolize koristeći nuklearnu energiju.

ŽUTI VODIK

Proizveden elektrolizom putem sunčeve energije, ali ponekad izvor mogu biti i fosilna goriva.

BIJELI VODIK

Kao što smo već ustanovili, to je vodik koji je u prirodi, dok su svi ostali navedeni oblici umjetno proizvedeni.

Paleta vodikovih boja

ZELENI

Vodik proizveden elektrolizom vode, koristeći struju iz obnovljivih izvora poput vjetra, sunca i hidroelektrana.

TIRKIZNI

Vodik nastao toplinskim cijepanjem metana (piroliza metana). Umjesto CO₂, nastaje čvrsti ugljik.

CRNI/SIVI

Vodik izvađen iz plina postupkom parne prerade metana.

RUŽIČASTI/ LJUBIČASTI/CRVENI

Vodik dobiven procesom elektrolize koristeći nuklearnu energiju.

PLAVI

Crni ili sivi vodik s izdvojenim ili prenamijenjenim CO₂.

ŽUTI

Vodik dobiven elektrolizom koristeći električnu energiju iz mreže.

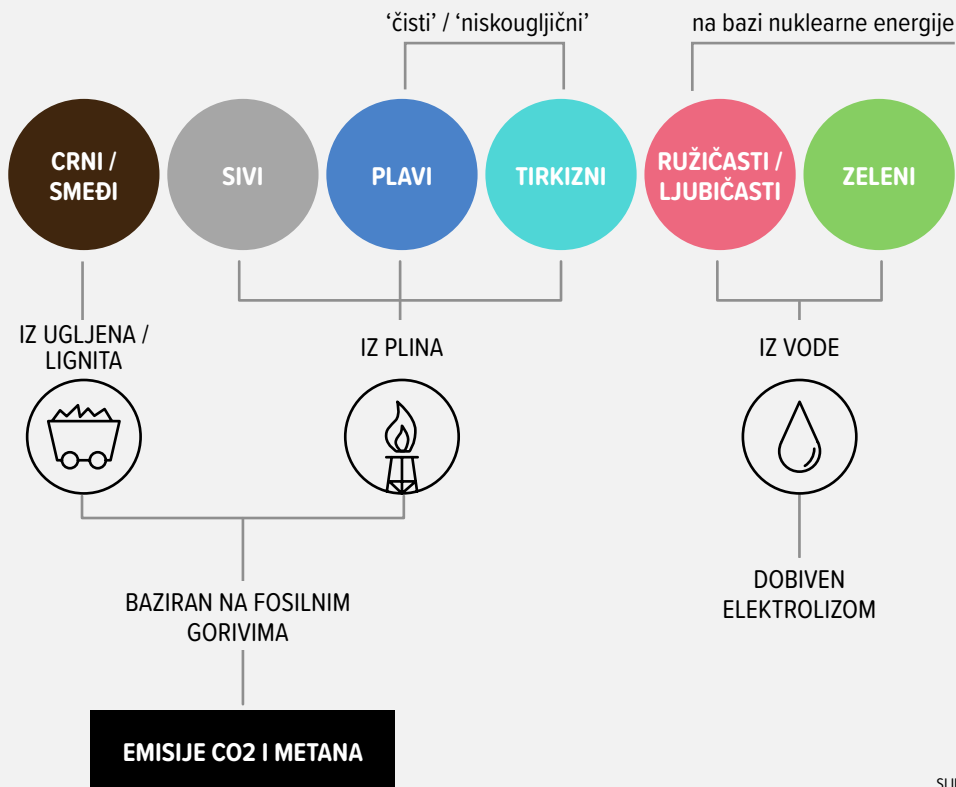
SMEDI

Vodik izvađen iz fosilnih goriva, obično ugljena, koristeći proces uplinjavanja.

BIJELI

Prirodni geološki vodik koji se nalazi u podzemnim naslagama ili vodik nastao kao nusprodukt industrijskih procesa.

KAKO SE VODIK PROIZVODI?



SLIKA 3

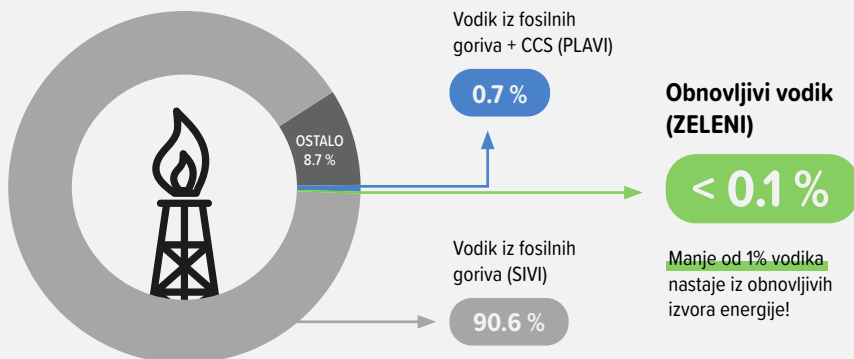
Od vodika se trenutno dobiva oko dva posto energije u Europskoj uniji. Većina danas dostupnog vodika (oko 95 posto) proizvodi se iz fosilnih goriva, što oslobađa 70-100 milijuna tona CO₂ godišnje³, a samo oko 1 posto vodika proizvedeno je iz obnovljivih izvora (slike 3 i 4).

³ <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20210512ST004004/vodikova-energija-koje-su-koristi-za-eu>

Ako je vodik rezultat procesa koji se naziva elektroliza vode - koji koristi električnu energiju za razgradnju vode u plinoviti vodik i kisik - tada imamo paletu od tri boje: ružičaste, žute i zelene. U ovom slučaju, emisije cijelog životnog ciklusa ovakve proizvodnje vodika zasnovane na električnoj energiji ovise o načinu stvaranja električne energije.

Plinski lobi koristi 'hype' stvoren oko vodika kako bi...

... dao plinu 'pojas za spašavanje', dok bi trebao biti ostavljen pod zemljom...



SLIKA 4



SIVI VODIK

Većina vodika danas potječe od plina: veže se s ugljikom i može se odvojiti od njega postupkom koji uključuje vodu, a naziva se 'parna prerada metana' (eng. steam methane reforming - SMR), ali višak ugljika stvara CO₂. U ovom se procesu para visoke temperature (700°C – 1000°C) koristi za proizvodnju vodika iz izvora metana, poput prirodnog plina. Taj se vodik naziva sivim kad god se višak CO₂ ne uhvati. Sivi vodik danas čini većinu proizvodnje i emitira oko 9,3 kg CO₂ po kg proizvodnje vodika. Kada se vodik naziva 'sivim', to znači da je proizveden iz fosilnih goriva bez hvatanja stakleničkih plinova, a razlika u odnosu na smeđi ili crni vodik je u manjoj količini emisija koje nastaju u procesu.



PLAVI VODIK

Plavi vodik koristi isti postupak kao i sivi, osim što se ovaj put ugljik hvata i skladišti. To ga po nekima čini ekološki prihvatljivijim, ali dolazi s dodatnim tehničkim izazovima i velikim rastom troškova. Hvatanje i skladištenje ugljika (CCS) postoji već neko vrijeme, a tehnologiju koriste samo teške industrije i tvrtke za proizvodnju električne energije koje sagorijevaju fosilna goriva. Tehnologija može uhvatiti do 90 posto proizvedenog CO₂, tako da nije savršena. Većinu vremena taj se CO₂ transportira cjevovodom i skladišti duboko pod zemljom, često u slanim kavernama (solne dome) ili osiromašenim ležištima nafte i plina.



ZELENI VODIK

Umjesto korištenja fosilnih goriva, zeleni/obnovljivi vodik nastaje postupkom koji se naziva elektroliza za razdvajanje vode na vodik i kisik. Ako se taj proces napaja obnovljivim izvorom energije, poput vjetrova ili sunčeve energije, tada se vodik naziva zelenim. No, postoji gotovo isto toliko vrsta tehnologija elektrolize za zeleni vodik koliko i boja vodika (slika 5).



SMEĐI/CRNI VODIK

Postupci uplinjavanja pretvaraju organske ili ugljične materijale na bazi fosila u ugljični monoksid, vodik i ugljični dioksid. Plinifikacija se postiže na vrlo visokim temperaturama (više od 700 °C), bez izgaranja, s kontroliranom količinom kisika i / ili pare. Ugljični monoksid tada reagira s vodenom parom stvarajući ugljični dioksid i više vodika putem reakcije izmjene vode i plina (eng. water-gas shift reaction). Plin dobiven plinifikacijom ugljena naziva se sintetički plin (eng. syngas), a vodik se može odvojiti od ostalih elemenata pomoću adsorbera ili posebnih membrana. Ovaj vodik poznat je kao smeđi ili crni, ovisno o vrsti ugljena koji se koristi: smeđi (lignit) ili crni (bitumenski) ugljen. Rezultat je procesa koji jako zagađuje jer se i CO₂ i ugljični monoksid ne mogu ponovno upotrijebiti te se ispuštaju u atmosferu.



RUŽIČASTI VODIK

Trenutno je u fazi eksperimentiranja novi način ekstrakcije vodika iz prirodnog plina. Plin se može razgraditi na vrlo visokim temperaturama stvarajući vodik i kruti ugljik zahvaljujući procesu koji se naziva metanska piroliza. Taj se vodik tada naziva «tirkizni» ili niskougljični.










ŽUTI VODIK

Žuta se boja često koristi kako bi se naznačilo da električna energija koja se koristi za elektrolizu dolazi iz mješovitih izvora na temelju dostupnosti (od obnovljivih izvora do fosilnih goriva).

Koliko je vodika u Europi doista obnovljivo?

PROIZVODNI NAČINI: ELEKTROLIZA

Primarna energija	Međuproizvod	Pretvorba	Rezultat
 Sunce i vjetar	 Struja + voda	 Elektroliza	 
 Nuklearna energija			
 Prosječan energetski miks iz mreže			

Obnovljivi vodik NIJE
NUŽNO 100% OBNOVLJIV

Lobi snažno gura ublažavanje
značenja obnovljivo – npr. uključenje
struje iz energetskog miksa

Prvenstvo izgradnje obnovljivih
izvora & elektrifikacije često
ignorirano u raspravama oko vodika

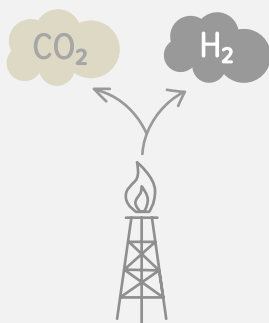
ČISTI VODIK JE LI DJELOTVORAN?

Pošto je trenutno najdominantniji sivi vodik, industrija najviše nade polaže u plavi vodik kojeg pokušava predstaviti kao ugljično neutralan ili čist (slika 6). 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:

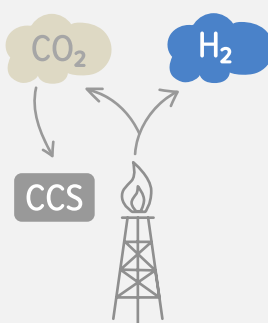
1. Visoku cijenu CCS tehnologije,
2. Energiju koja je potrebna za CCS i
3. Istjecanje CO₂ i metana što je problem svih oblika vodika baziranih na fosilnim gorivima.

SIVI VODIK



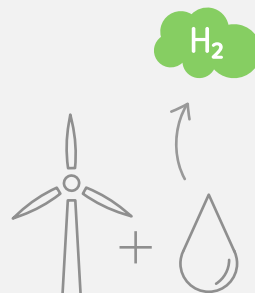
Iz prirodnog plina

PLAVI VODIK



Iz plina uz hvatanje
i skladištenje ugljika

ZELENI VODIK



Iz vode koristeći električnu
energiju bez ugljika

ZELENI VODIK

PREDNOSTI I IZAZOVI

PREDNOSTI

Kada gori, vodik proizvodi vodu umjesto CO₂, a kako bi bio zelen, treba biti proizveden iz obnovljive električne energije.

Samo se zeleni 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 životnog ciklusa i mogu pridonijeti nastavku upotrebe fosilnih goriva, posebno plina.

IZAZOVI



TEHNOLOGIJA

Za proizvodnju zelenog vodika potrebno je izgraditi elektrolizatore u količini većoj nego što smo do sada vidjeli.



PRIJEVOZ I SKLADIŠTENJE

Potrebni su ili vrlo visoki tlakovi ili vrlo visoke temperature, oboje s vlastitim tehničkim poteškoćama. Dodatno, zahtijevat će velika ulaganja kako bi se vodik doveo cijevovodima do gradova: sadašnju plinsku mrežu trebalo bi obnoviti odnosno nadograditi kako bi podržavala prijenos stopostotnog (zelenog) vodika. Dotad, vodik bi zapravo trebao biti proizveden iz fosilnih goriva jer postojećom mrežom tehnički još nije moguće prenositi samo (zeleni) vodik, već ili plin ili mješavinu (eng. blending) plina i vodika kojeg ima u manjem omjeru.



TROŠAK

Po nekim predviđanjima, zeleni 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 zeleni vodik 2-3 puta skuplji⁴ 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 zelenog vodika ograničeno je činjenicom da će većina obnovljivih energetske kapaciteta tijekom ovog desetljeća biti potrebna za zamjenu konvencionalne proizvodnje (fosilna goriva) ili zadovoljavanje sve veće potrošnje električne energije. Trenutno, zamjena proizvodnje ugljena ili plina obnovljivim 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.

No, zbog još relativno malo razvijene tehnologije, interpretacije su različite. Primjerice, klimatski think-tank Komisija za energetske tranziciju⁵ smatra kako trendovi troškova pokazuju da zeleni vodik može postati jeftiniji od sivog vodika u sljedećem desetljeću. Što se tiče plavog vodika, smatraju da će troškovi zelenog vodika vjerojatno pasti ispod troškova plavog vodika na nekim područjima prije 2030. godine, a na većini do 2050. 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)⁶ iz prosinca 2020. godine, vodik proizveden iz obnovljive električne energije mogao bi se natjecati po cijeni s alternativnim fosilnim gorivima do 2030. godine. Prema agenciji S&P Global Ratings⁷, troškovi moraju pasti za preko 50 posto do 2030. godine da bi zeleni vodik bio održiv.

4 <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2020/Dec/Making-Green-Hydrogen-a-Cost-Competitive-Cli-mate-Solution>

5 <https://www.rechargenews.com/energy-transition/green-hydrogen-will-be-cost-competitive-with-grey-h2-by-2030-without-a-carbon-price/2-1-1001867>

6 <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2020/Dec/Making-Green-Hydrogen-a-Cost-Competitive-Cli-mate-Solution>

7 <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/electric-power/112020-green-hydrogen-costs-need-to-fall-over-50-to-be-viable-sampp-global-ratings>



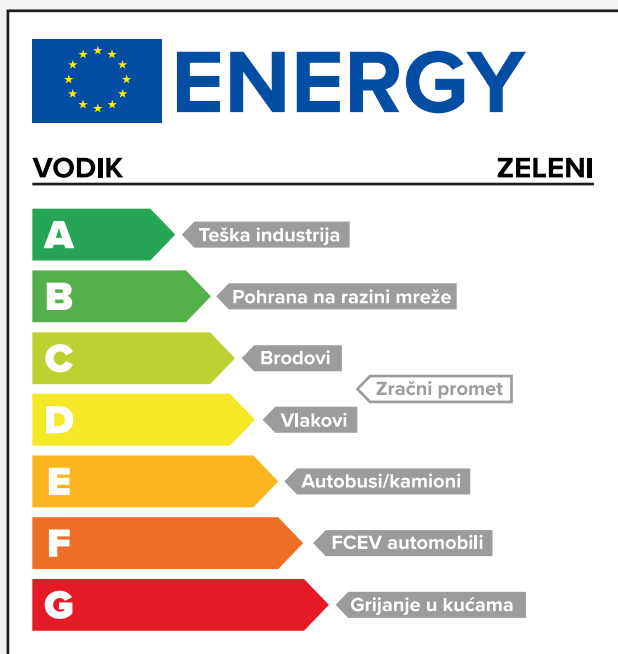
STRUJA

Za stvaranje zelenog 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.

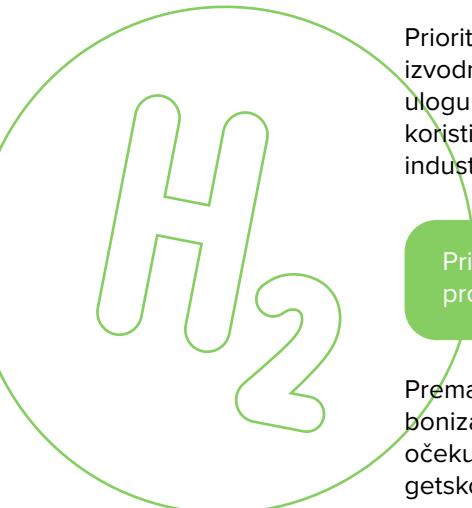
SLIKA 7

Prioretizacija dekarbonizacije pojedinih sektora pomoću zelenog vodika (A - najveći prioritet)

* Nadopuna: zračni promet bi išao između C i D kategorije




POLITIKE EUROPSKE UNIJE I HRVATSKA



Prioritet nove europske strategije o vodik⁸ jest proizvodnja obnovljivog/zelenog vodika, ali vidi i veliku ulogu plavog vodika (tzv. niskouglični) koji se planira koristiti u razdoblju tranzicije, a što zagovara i sama industrija (slika 7).

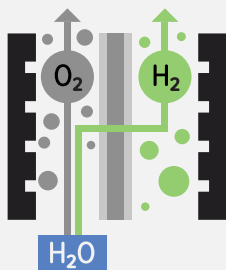
Prioritet europske strategije o vodik⁸ jest proizvodnja obnovljivog/zelenog vodika.

Prema strategiji, do 2024. godine predviđena je dekarbonizacija postojeće proizvodnje vodika, a do 2030. očekuje se kako će vodik postati dio integriranog energetskog sustava te će se njegova upotreba proširiti na nove sektore dok bi se od 2030. do 2050. tehnologija proizvodnje vodika trebala primjenjivati u svim sektorima. Dodatno, predviđa se proširenje infrastrukture kako bi se mogao transportirati vodik, a posebno se misli na nadogradnju plinskih mreža za transport (slika 8). Sličnu je strategiju, s fokusom na zeleni vodik izradila i Republika Hrvatska za period od 2021. do 2050.



⁸ <https://www.jutarnji.hr/planet/europski-parlament-podrzao-stvaranje-europskog-trzista-tzv-cistog-vodika-15074497> & <https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/summary.do?id=1663379&t=d&l=en>

Europska strategija o zelenom vodiku



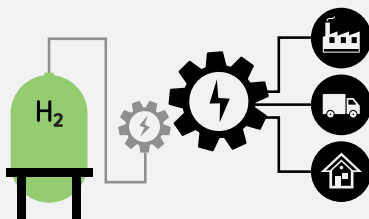
Do 2024.

Instalacija barem 6 gigavata elektrolizatora i milijun tona proizvedene energije iz zelenog vodika

DANAS

Između 2025. i 2030.

Instalacija 40 gigavata elektrolizatora i 10 milijuna tona proizvedene energije – zeleni je vodik sada bitan dio energetskeg sustava EU-a

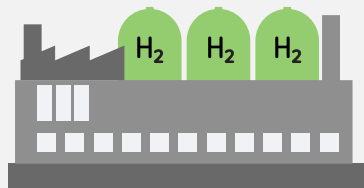


2025

2030

Od 2030. nadalje

Masovna proizvodnja zelenog vodika pokrenuta u svim sektorima koje je teško dekarbonizirati



UPOTREBA VODIKA ŠTO DA, A ŠTO NE



SLIKA 9

Zelena akcija smatra da je jedini prihvatljiv oblik vodika **zeleni (obnovljivi) vodik**.

Ostali oblici vodika nisu prihvatljivi jer se u većini slučajeva koriste fosilna goriva ili nuklearna energija (i CCS) za njihovu proizvodnju. Dodatno, neuspjela i skupa tehnologija hvatanja i skladištenja/korištenja ugljika (CCS/U) oživljava se i dobiva političku, financijsku i regulatornu potporu kako bi EU mogla opravdati uključivanje vodika na bazi fosilnih goriva u svoje klimatske planove za 2050. godinu.

Učinkovita uporaba zelenog vodika znači upotrebu tamo gdje izravna elektrifikacija nije moguća.

Posebno se zeleni vodik može koristiti kako bi se pomoglo **dekarbonizirati** (slika 9) **sektore poput teške industrije ili transporta (pomorski promet, zračni, vlakovi).**⁹



Najveći potencijal zelenog vodika je u dekarbonizaciji **teške industrije**.

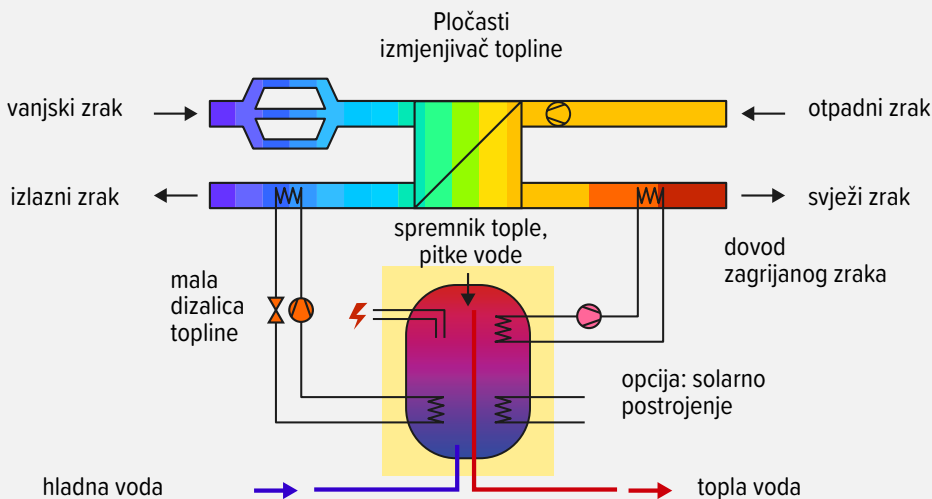
Postoji konsenzus da je najveći potencijal zelenog vodika u dekarbonizaciji teške industrije - posebno čelika, ali i rafinerija, cementa, keramike i kemikalija. U osnovi, bilo koja industrija koja treba ekstremno visoke temperature. Neke od tih industrija mogle bi se elektrificirati, ali to bi zahtijevalo velika ulaganja u potpuno novu opremu, dok bi zeleni vodik mogao poslužiti kao gotovo izravna zamjena za ugljen i plin.



Transport – osobito 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 zelenog 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 zelenim 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,

⁹ <https://energy-cities.eu/where-should-green-hydrogen-fit-in-your-city/> & <https://energy-cities.eu/policy/hydrogen-everything-a-city-needs-to-know/>



SLIKA 10
 Dijagram grijanja pasivne kuće, njem. passivhaus;
 pasivne kuće se grade na način da koriste vrlo malo
 energije za grijanje i hlađenje te su samoodržive

razvijaju i različita sintetska goriva, kao i korištenje vodika. Upravo u tim sektorima zeleni vodik će biti važan čimbenik za smanjenje i uklanjanje emisija.



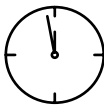
U narednim desetljećima, treba se usmjeriti na **lokalnu proizvodnju** i potrošnju zelenog vodika.

S obzirom na visoke troškove, izazove s prijevozom i skladištenjem te vjerojatnu oskudnost zelenog vodika u narednim desetljećima, u njegovoj proizvodnji treba prioritetizirati tj. usmjeriti 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).



Vodik nije rješenje za dekarbonizaciju sektora grijanja.

Posljednje, ali vrlo važno, vodik nije rješenje za dekarbonizaciju sektora grijanja: nije učinkovit, konkurentan ni jednostavan za korištenje kod grijanja kuća. Potrebno je usmjeriti se na rješenja bez fosilnih goriva, ovisno o lokalnom kontekstu i resursima za dekarbonizaciju sektora grijanja, poput daljinskog grijanja i dizalice topline, obnove radi povećanja 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 za najmanje 50 posto od tehnologija temeljenih na vodiku. Prema navedenoj analizi, koju je u ožujku 2021. objavilo Međunarodno vijeće za čisti prijevoz (ICCT)¹⁰, čak i kad bi troškovi prirodnog plina bili 50 posto niži ili bi cijene električne energije iz obnovljivih izvora bile 50 posto više u 2050. godini, dizalice topline (slika 10) bi i dalje bile isplativije od vodikovih kotlova ili gorivih ćelija.



Zbog klimatske krize korjenite promjene su potrebne u tekućem desetljeću!

Zaključno, važno je naglasiti kako su korjenite promjene zbog klimatske krize potrebne u tekućem desetljeću, na što upozorava i znanstvena zajednica¹¹, te zbog toga ne možemo svu nadu polagati u zeleni vodik koji bi tek za desetljeće, dva ili više mogao postati isplativ. U politikama treba dati **prednost štednji energije i povećanju mjera energetske učinkovitosti** što posljedično smanjuje potrebu za fosilnim gorivima poput plina, a pomaže i u suzbijanju energetske siromaštva.

¹⁰ <https://theicct.org/publications/hydrogen-heating-eu-feb2021> & <https://www.homebuilding.co.uk/news/heat-pumps-will-be-half-the-cost-of-hydrogen-boilers-for-heating-homes-says-report>

¹¹ <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Više informacija

<https://corporateeurope.org/en/hydrogen-hype>

<https://www.foodandwater-europe.org/wp-content/uploads/2021/04/How-fossil-fuel-lobbyists-are-set-to-keep-a-firm-grip-on-EU-energy-developm.pdf>

<https://www.innovationnewsnetwork.com/renewable-hydrogen-green-future/9933/>

https://zelena-akcija.hr/hr/programi/klimatske_promjene/zemlje_eu_odlucile_su_produziti_subvencije_za_fosilna_goriva

<http://www.energetika-net.com/vijesti/energetska-gospodarstvo/rwe-u-projektu-pohrana-energije-u-solne-domu-31147>

<https://www.thetimes.co.uk/article/sse-and-equinors-blue-hydrogen-power-plant-set-to-be-world-first-c29cfff2q>

<https://www.rechargenews.com/transition/e-on-to-convert-natural-gas-pipeline-to-carry-pure-hydrogen/2-1-910119>

<https://www.rechargenews.com/energy-transition/green-hydrogen-will-be-cost-competitive-with-grey-h2-by-2030-without-a-carbon-price/2-1-1001867>

<https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2020/Dec/Making-Green-Hydrogen-a-Cost-Competitive-Climate-Solution>

Impressum

NASLOV:

Vodik – klimatsko rješenje ili slijepa ulica?

UREDNIČA:

Marija Mileta

IZDAVAČ:

Zelena akcija, Zagreb 2022.

GRAFIČKO OBLIKOVANJE:

Radnja

